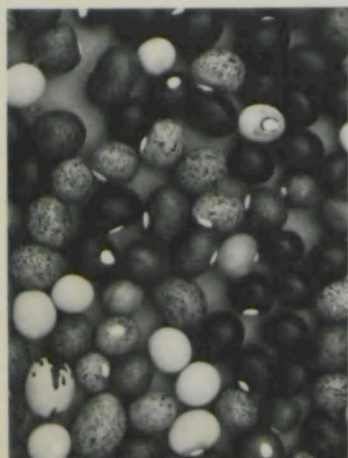
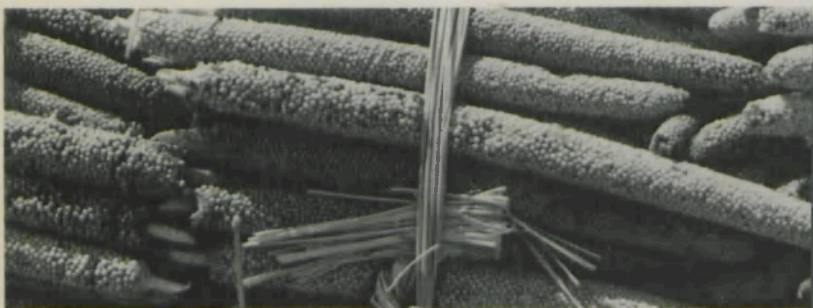


Cultures vivrières tropicales

avec référence spéciale au Cameroun



E. Westphal et al.



Cultures vivrières tropicales

avec référence spéciale au Cameroun

E. Westphal

avec la collaboration de

J. Embrechts

J. D. Ferwerda

H. A. E. van Gils-Meeus

H. J. W. Mutsaers

J. M. C. Westphal-Stevels



Pudoc Wageningen 1985

J. Embrechts, Université de Gand, Belgique

J. D. Ferwerda, ancien professeur de l'Université Agronomique, Wageningen, Pays-Bas

H. A. E. Van Gils-Meeus, La Haye, Pays-Bas

H. J. W. Mutsaers, ancien collaborateur de l'Université Agronomique, Wageningen, Pays-Bas

E. Westphal, Université Agronomique, Wageningen, Pays-Bas

J. M. C. Westphal-Stevens, Fondation Néerlandaise pour le Développement de la Recherche Tropicale (WOTRO), détachée à l'Université Agronomique, Wageningen, Pays-Bas

CIP-Gegevens

Westphal, E.

Cultures vivrières tropicales avec référence spéciale au Cameroun/E. Westphal; avec la collab. de J. Embrechts... [et al.]. – Wageningen: Pudoc. – III.

Met lit. opg., reg.

ISBN 90-220-0845-2 geb.

SISO 630.4 UDC 631/635 (67)

Trefw.: landbouw; Afrika.

ISBN 9022008452

© Centre for Agricultural Publishing Documentation, Wageningen, the Netherlands, 1985.

No part of this publication, apart from abstract, bibliographic data and brief quotations embodied in critical reviews, may be reproduced, re-recorded or published in any form including print, photocopy, microform, electronic or electromagnetic record without written permission from the publisher Pudoc, P.O. Box 4, 6700 AA Wageningen, the Netherlands.

à G. Bol Alima et J. D. Ferwerda

Table des matières

1 Introduction	1
2 Le milieu physique et biologique du Cameroun (E. Westphal)	2
2.1 La structure, le relief et l'hydrographie	2
2.2 Le climat	5
2.3 Les sols et leur utilisation (J. Embrechts)	9
2.4 La végétation naturelle	13
2.5 La population et sa répartition spatiale	17
2.6 Bibliographie	18
3 Les activités agricoles et pastorales au Cameroun (E. Westphal)	20
3.1 La cueillette & le ramassage, la chasse et la pêche	20
3.2 Les systèmes de culture	20
3.3 L'élevage et le pâturage	23
3.4 Les principales cultures vivrières	23
3.5 Bibliographie	25
4 Les cultures vivrières et leur contribution à l'alimentation humaine (E. Westphal)	26
4.1 Production actuelle et potentielle, et valeur nutritionnelle, avec référence spéciale aux céréales et aux racines & tubercules	26
4.1.1 Introduction	26
4.1.2 Production et superficie cultivée	27
4.1.3 Production en énergie, glucides, protéines et lipides	27
4.1.4 Production actuelle et potentielle des céréales et des racines & tubercules	28
4.1.5 Valeur nutritionnelle des céréales et des racines & tubercules	30
4.2 Conséquences des disponibilités d'aliments pour les régimes alimentaires	31
4.2.1 Apport en énergie, protéines et lipides	31
4.2.2 Contribution des aliments d'origine végétale et animale aux régimes alimentaires	34
4.3 Production vivrière tropicale et accroissement de la population: le cas de l'Afrique	38
4.3.1 Le problème mondial de l'alimentation	39
4.3.2 Malnutrition	40
4.3.3 Le cas de l'Afrique	41

4.4	Bibliographie	42
4.5	Tableaux	43
4.6	Méthodologie suivie pour l'étude des groupes de cultures vivrières tropicales	50
5	Les céréales (H. J. W. Mutsaers)	52
5.1	Introduction	52
5.1.1	Généralités	52
5.1.2	Espèces, noms, origine et répartition	52
5.1.3	Importance économique, modes de consommation, préparation et utilisation	57
5.1.4	Composition chimique et valeur nutritionnelle	58
5.2	Botanique	59
5.2.1	Morphologie	59
5.2.2	Taxonomie	67
5.2.3	Croissance et développement	67
5.2.4	Cultivars	69
5.3	Ecologie	69
5.3.1	Facteurs climatologiques	69
5.3.2	Sols	72
5.4	Agronomie	72
5.4.1	Multiplication, préparations de semis/plantation etc., association	72
5.4.2	Phytotechnie	75
5.4.3	La culture céréalière dans les régions semi-arides	79
5.4.4	La riziculture	80
5.5	Maladies et prédateurs	83
5.6	Récolte, rendement, stockage et transformation	83
5.6.1	Récolte	83
5.6.2	Rendement	84
5.6.3	Stockage	84
5.6.4	Transformation	84
5.7	Amélioration	85
5.8	Production, commercialisation et tendances	88
5.9	Caractéristiques particulières	89
5.10	Bibliographie	90
5.11	Tableaux	92
6	La canne à sucre (H. J. W. Mutsaers)	105
6.1	Introduction	105
6.1.1	Généralités	105
6.1.2	Espèces, noms, origine et répartition	105
6.1.3	Importance économique, modes de consommation, préparation et utilisation	106

6.1.4	Composition chimique et valeur nutritionnelle	106
6.2	Botanique	107
6.2.1	Morphologie	107
6.2.2	Taxonomie	107
6.2.3	Croissance et développement	108
6.2.4	Cultivars	109
6.3	Ecologie	109
6.3.1	Facteurs climatologiques	109
6.3.2	Sols	109
6.4	Agronomie	110
6.4.1	Multiplication, préparations de semis/plantation etc., association	110
6.4.2	Phytotechnie	111
6.5	Maladies et prédateurs	112
6.6	Récolte, rendement, stockage et transformation	113
6.6.1	Récolte	113
6.6.2	Rendement	114
6.6.3	Stockage	114
6.6.4	Transformation	114
6.7	Amélioration	115
6.8	Production, commercialisation et tendances	116
6.9	Caractéristiques particulières	116
6.10	Bibliographie	116
6.11	Tableaux	117
7	Les racines & tubercules (E. Westphal)	119
7.1	Introduction	119
7.1.1	Généralités	119
7.1.2	Espèces, noms, origine et répartition	119
7.1.3	Importance économique, modes de consommation, préparation et utilisation	122
7.1.4	Composition chimique et valeur nutritionnelle	123
7.2	Botanique	125
7.2.1	Morphologie	125
7.2.2	Taxonomie	125
7.2.3	Croissance et développement	132
7.2.4	Cultivars	136
7.3	Ecologie	136
7.3.1	Facteurs climatologiques	136
7.3.2	Sols	138
7.4	Agronomie	139
7.4.1	Multiplication, préparations de semis/plantation etc., association	139
7.4.2	Phytotechnie	141
7.5	Maladies et prédateurs	147

7.6	Récolte, rendement, stockage et transformation	148
7.6.1	Récolte	148
7.6.2	Rendement	151
7.6.3	Stockage	152
7.6.4	Transformation	153
7.7	Amélioration	154
7.8	Production, commercialisation et tendances	156
7.9	Caractéristiques particulières	157
7.10	Bibliographie	160
7.11	Tableaux	163
8	Les oléagineux (E. Westphal & J. D. Ferwerda)	190
8.1	Introduction	190
8.1.1	Généralités	190
8.1.2	Espèces, noms, origine et répartition	192
8.1.3	Importance économique, modes de consommation, préparation et utilisation	192
8.1.4	Composition chimique et valeur nutritionnelle	193
8.2	Botanique	194
8.2.1	Morphologie	194
8.2.2	Taxonomie	198
8.2.3	Croissance et développement	198
8.2.4	Cultivars	200
8.3	Ecologie	200
8.3.1	Facteurs climatologiques	200
8.3.2	Sols	201
8.4	Agronomie	201
8.4.1	Multiplication, préparations de semis/plantation etc., association	201
8.4.2	Phytotechnie	206
8.5	Maladies et prédateurs	213
8.6	Récolte, rendement, stockage et transformation	215
8.6.1	Récolte	215
8.6.2	Rendement	215
8.6.3	Stockage	215
8.6.4	Transformation	216
8.7	Amélioration	219
8.8	Production, commercialisation et tendances	222
8.9	Caractéristiques particulières	223
8.10	Bibliographie	224
8.11	Tableaux	227
9	Les légumineuses à graines (E. Westphal)	260
9.1	Introduction	260

9.1.1 Généralités	260
9.1.2 Espèces, noms, origine et répartition	260
9.1.3 Importance économique, modes de consommation, préparation et utilisation	261
9.1.4 Composition chimique et valeur nutritionnelle	268
9.2 Botanique	271
9.2.1 Morphologie	271
9.2.2 Taxonomie	273
9.2.3 Croissance et développement	273
9.2.4 Cultivars	280
9.3 Ecologie	280
9.3.1 Facteurs climatologiques	280
9.3.2 Sols	281
9.4 Agronomie	281
9.4.1 Multiplication, préparations de semis/plantation etc., association	281
9.4.2 Phytotechnie	283
9.5 Maladies et prédateurs	286
9.6 Récolte, rendement, stockage et transformation	286
9.6.1 Récolte	286
9.6.2 Rendement	287
9.6.3 Stockage	288
9.6.4 Transformation	288
9.7 Amélioration	288
9.8 Production, commercialisation et tendances	291
9.9 Caractéristiques particulières	292
9.10 Bibliographie	293
9.11 Tableaux	295
10 Les cultures potagères (E. Westphal)	321
10.1 Introduction	321
10.1.1 Généralités	321
10.1.2 Espèces, noms, origine et répartition	333
10.1.3 Importance économique, modes de consommation, préparation et utilisation	334
10.1.4 Composition chimique et valeur nutritionnelle	338
10.2 Botanique	339
10.2.1 Morphologie	339
10.2.2 Taxonomie	340
10.2.3 Croissance et développement	340
10.2.4 Cultivars	342
10.3 Ecologie	342
10.3.1 Facteurs climatologiques	342
10.3.2 Sols	344

10.4	Agronomie	345
10.4.1	Multiplication, préparations de semis/plantation etc., association	345
10.4.2	Phytotechnie	352
10.5	Maladies et prédateurs	358
10.6	Récolte, rendement, stockage et transformation	359
10.6.1	Récolte	359
10.6.2	Rendement	360
10.6.3	Stockage	360
10.6.4	Transformation	361
10.7	Amélioration	361
10.8	Production, commercialisation et tendances	363
10.9	Caractéristiques particulières	364
10.10	Bibliographie	364
10.11	Tableaux	367
11	Les cultures fruitières (H. J. W. Mutsaers)	390
11.1	Introduction	390
11.1.1	Généralités	390
11.1.2	Espèces, noms, origine et répartition	390
11.1.3	Importance économique, modes de consommation, préparation et utilisation	391
11.1.4	Composition chimique et valeur nutritionnelle	392
11.2	Botanique	392
11.2.1	Morphologie	392
11.2.2	Taxonomie	392
11.2.3	Croissance et développement	396
11.2.4	Cultivars	400
11.3	Ecologie	402
11.3.1	Facteurs climatologiques	402
11.3.2	Sols	403
11.4	Agronomie	404
11.4.1	Multiplication, préparations de semis/plantation etc., association	404
11.4.2	Phytotechnie	407
11.5	Maladies et prédateurs	411
11.6	Récolte, rendement, stockage et transformation	411
11.6.1	Récolte	411
11.6.2	Rendement	412
11.6.3	Stockage	413
11.6.4	Transformation	413
11.7	Amélioration	413
11.8	Production, commercialisation et tendances	414
11.9	Caractéristiques particulières	414
11.10	Bibliographie	415

11.11 Tableaux	417
12 L'alimentation et la nutrition (H. A. E. van Gils-Meeus & J. M. C. Westphal-Stevels)	438
12.1 Notions générales sur la nutrition humaine	438
12.1.1 Les besoins du corps humain	438
12.1.2 La composition des aliments	441
12.1.3 La nutrition et la santé	443
12.2 L'alimentation et la nutrition au Cameroun	444
12.2.1 Les enquêtes	444
12.2.2 La composition de la ration alimentaire	446
12.2.3 Préparation et conservation des aliments	447
12.2.4 Etude qualitative de la consommation	453
12.2.5 Les facteurs socio-économiques et la consommation	457
12.2.6 Comment remédier aux problèmes nutritionnels: recommandations	461
12.3 Bibliographie	462
12.4 Tableaux	464
Remerciements	476
Index des noms scientifiques	478
Index général	485

1 Introduction

E. Westphal

Pendant la période 1975–1979 une coopération dans le domaine de la phytotechnie tropicale s'est établie entre l'École Nationale Supérieure Agronomique du Centre Universitaire de Dschang (Cameroun) et le Département de la Phytotechnie Tropicale de l'Université Agronomique de Wageningen (Pays-Bas), sous le patronage de la Fondation Universitaire Néerlandaise pour la Coopération Internationale (NUFFIC). Dans le cadre de cette coopération les activités portent en outre sur les aspects suivants:

- création de cours éducatifs sur la production vivrière;
- démarrage de la recherche scientifique en matière de production vivrière sous les tropiques.

Pour développer au Cameroun l'enseignement concernant la production vivrière il faut, pour les cours envisagés, que soit mise au point une synthèse des connaissances agronomiques actuelles et profiter de cette opportunité pour les 'camerouniser'. C'est l'objet de la présente étude. La connaissance de l'agriculture autochtone constitue le cadre dans lequel la modernisation de la production vivrière doit être envisagée et traitée dans les cours. Il est en effet nécessaire de savoir tout d'abord quels sont les systèmes de culture, les techniques culturales et les séquences de culture pratiqués par le paysan camerounais, les plantes alimentaires qui sont cultivées ainsi que leur mode de consommation. Une étude de l'agriculture autochtone au Cameroun existe déjà, qui a été publiée en 1981; elle inclut également un inventaire des plantes alimentaires.

Il a paru souhaitable et opportun, dans le cadre de la coopération actuelle, de mettre à disposition un ouvrage plus approfondi dans lequel les aspects de la production vivrière seront traités du point de vue mondial par groupe de cultures. Dans la présente étude les cultures (sub)tropicales sont réparties dans les groupes suivants: les céréales, la canne à sucre, les racines & tubercules, les oléagineux, les légumineuses à graines, les cultures potagères et les cultures fruitières (chapitres 5 à 11). Dans le chapitre 4 ces groupes vivriers sont considérés dans leur totalité des points de vue de leur production actuelle et potentielle, ainsi que de leur valeur nutritionnelle (énergie, protéines, lipides) et de leur apport dans les régimes alimentaires. Dans ce même chapitre le problème de la production des cultures vivrières devant l'accroissement de la population est repris plus spécialement pour l'Afrique. Le milieu physique et biologique du Cameroun ainsi que les activités agricoles et pastorales camerounaises sont brièvement indiqués dans les chapitres 2 et 3. Dans le dernier chapitre sont données des notions générales sur la nutrition humaine, suivies d'une étude détaillée de l'alimentation et de la nutrition au Cameroun.

2 Le milieu physique et biologique du Cameroun

E. Westphal

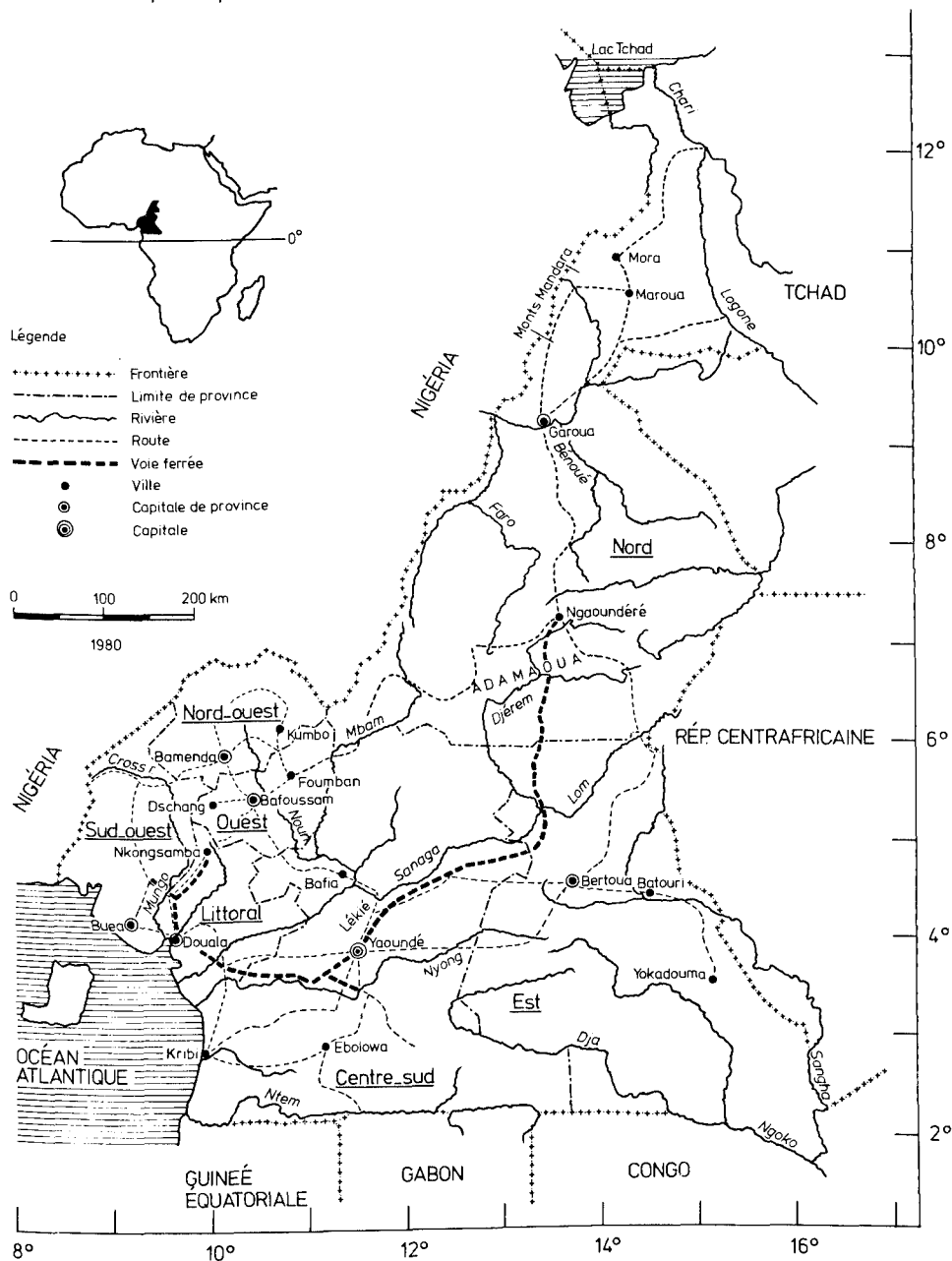
2.1 La structure, le relief et l'hydrographie (cartes 2.1 et 2.2)

La structure Le socle cristallin se trouve sur environ 80% de la surface du pays, les roches sédimentaires et volcaniques occupant des secteurs peu étendus. Il comprend deux groupes de roches: des roches métamorphiques plissées (principalement du gneiss) formant la majeure partie du Plateau Sud-camerounais et en général datant du précambrien, et des granites plus récents, constituant le Haut Plateau de l'Ouest, l'Adamaoua et les Monts Mandara. Les formations sédimentaires se sont déposées dans les bassins de la région côtière et dans la cuvette de la Bénoué surtout au crétacé et au tertiaire, puis au quaternaire dans les zones de subsidence du littoral et dans la plaine du Tchad. Les massifs volcaniques se trouvent notamment dans le Nord-Ouest de la région côtière, le Haut Plateau de l'Ouest, l'Adamaoua et les Monts Mandara, et sont constitués principalement de basaltes.

Le relief Par leur disposition les éléments du relief se succèdent de la Baie de Biafra au Lac Tchad (carte 2.2).

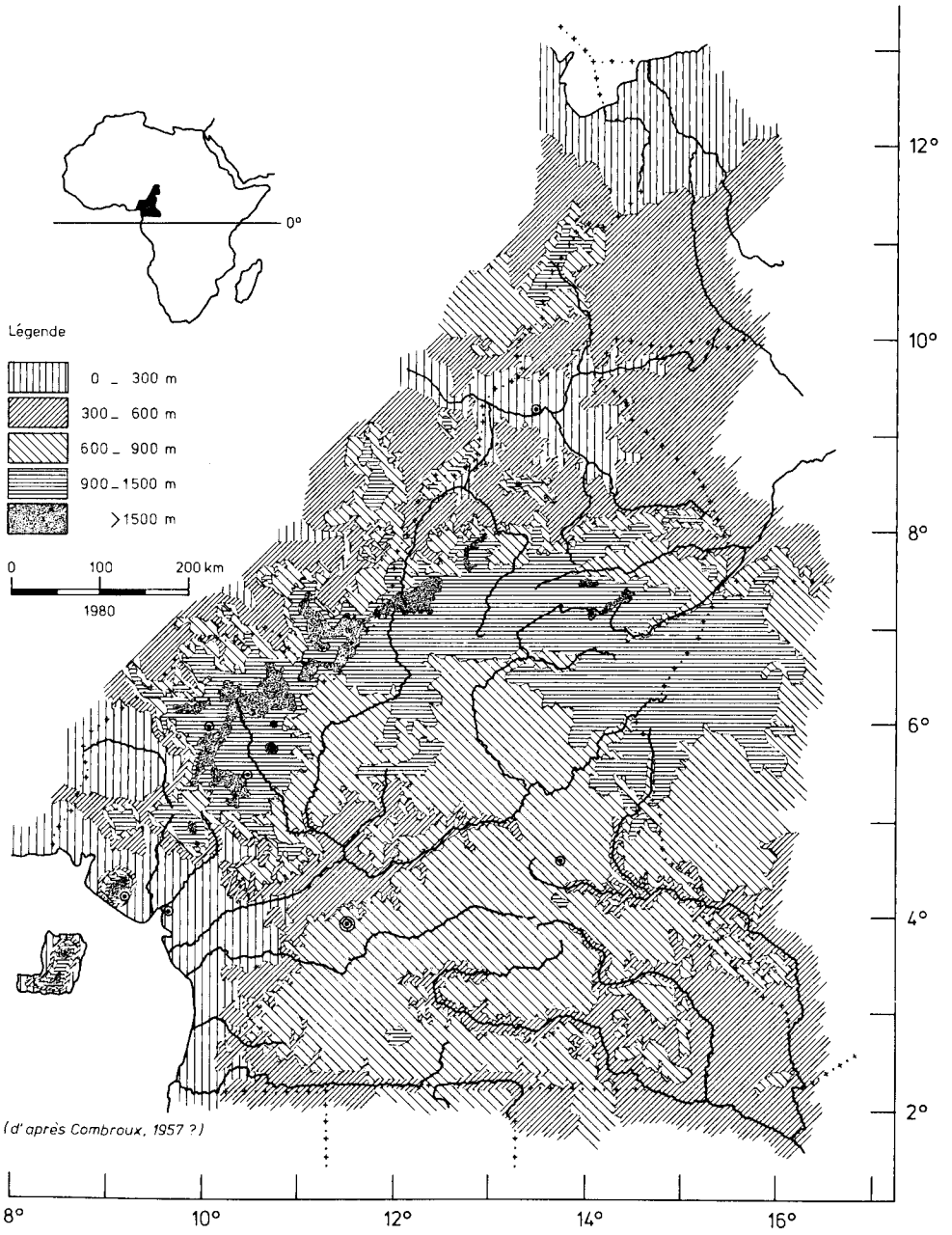
- Les basses terres côtières. Entre la mer d'une part, le Haut Plateau de l'Ouest et le Plateau Sud-camerounais d'autre part, s'étend une région dont l'altitude moyenne ne dépasse guère 90 m. La variété de son relief et de sa structure y fait distinguer 3 parties: la cuvette de Mamfè au nord, le bassin de Douala au centre, et la région kribienne dans le sud.
- Le Plateau Sud-camerounais. C'est un vaste plateau de 650 m d'altitude moyenne, appartenant à une bande de plateaux qui forme la bordure septentrionale et occidentale de la cuvette du Congo.
- Le Haut Plateau de l'Ouest. Il comporte de nombreux paliers s'étageant de 1000 à 1800 m, et est jalonné de grands massifs volcaniques (pouvant atteindre 3000 m). Les massifs volcaniques font partie, avec ceux de l'Adamaoua occidental et le mont Cameroun (4070 m), d'une série d'édifices volcaniques qui commence dans le Golfe de Guinée et va se terminer dans les Monts Mandara.
- L'Adamaoua. Cette région, dont l'altitude moyenne est de 1100 m, occupe le centre du pays. Sa bordure septentrionale, que coiffent des massifs volcaniques (atteignant parfois 2460 m), tombe en abrupt sur la cuvette de la Bénoué.
- La cuvette de la Bénoué. Cette vaste dépression au nord de l'Adamaoua s'ouvre au nord-est sur la plaine du Tchad. Le centre de la cuvette est un bassin découpé en buttes et en massifs tabulaires, tandis que sur les bordures septentrionale et méridio-

République Unie du Cameroun



Carte 2.1. Carte générale du Cameroun.

Le relief du Cameroun



Carte 2.2. Le relief du Cameroun.

nale surgissent les inselbergs ou les massifs entourant l'Adamaoua et le Mandara.

- Les Monts Mandara. Ils sont les moins étendus et les moins élevés des hauts-plateaux. Le massif est isolé entre la cuvette de la Bénoué et la plaine du Nord et les parties occidentale et septentrionale sont plus montagneuses (culminant à 1440 m).
- La plaine du Nord. Entre les Monts Mandara, les vallées du Logone et du Chari, et le lac Tchad s'étale la plaine du Nord. La région bordière du massif du Mandara est la seule partie exondée en permanence. Le reste de la plaine est presque totalement inondé en saison des pluies.

L'hydrographie Le réseau hydrographique, dont la plupart des rivières naissent dans l'Adamaoua et dans le Plateau Sud-camerounais, se répartit en quatre bassins.

- Le bassin de l'Atlantique. Il comprend trois ensembles fluviaux: la Sanaga et ses affluents, les fleuves côtiers de l'ouest (Cross, Mungo, Wouri, Didamba), et les fleuves côtiers du sud (Nyong, Lokoundjé, Ntem).
- Les autres bassins et les lacs: le bassin du Congo (Kadéï, Ngoko), le bassin du Niger (Bénoué, Faro), le bassin du lac Tchad (Logone), et les lacs.

2.2 Le climat (carte 2.3)

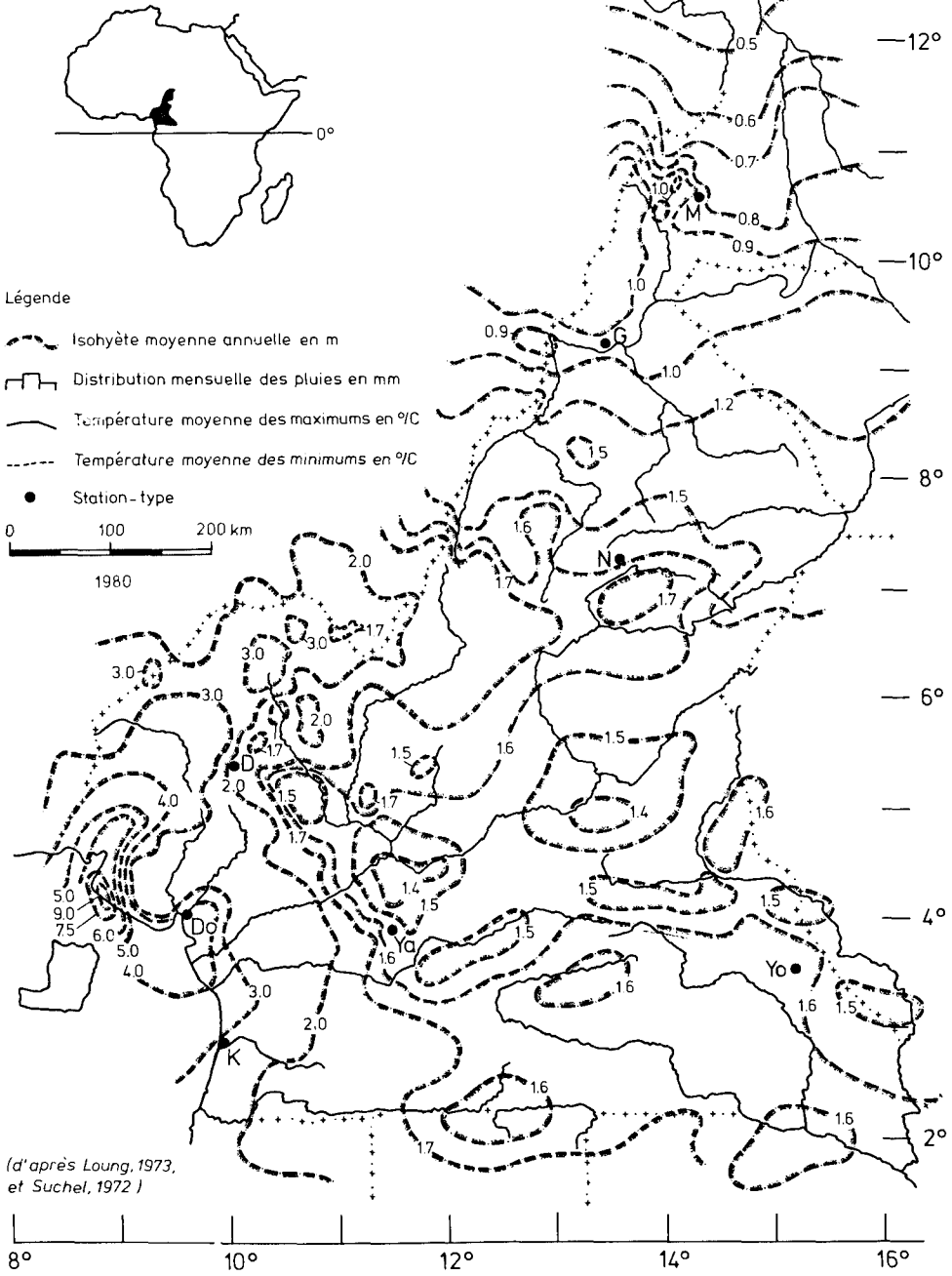
Etendu entre le 2° et le 13° parallèles nord, le Cameroun se trouve soumis à deux régimes climatiques différents.

- Au nord de la latitude 6 degrés environ le climat est tropical (2 saisons par an). Ce type comporte deux domaines: le domaine soudanien, qui bénéficie d'une longue saison pluvieuse (6-7 mois), et le domaine sahélien, où les précipitations tombent en moins de 5 mois.
- Au sud de la latitude 6 degrés environ le climat est équatorial. Ce type comporte deux domaines: le domaine guinéen classique (4 saisons par an) et le domaine camerounien. Dans ce second domaine la présence du Mont Cameroun et des massifs montagneux avoisinants a provoqué une altération du climat guinéen. Une longue saison de pluies de 9 mois et une courte saison sèche en résultent.

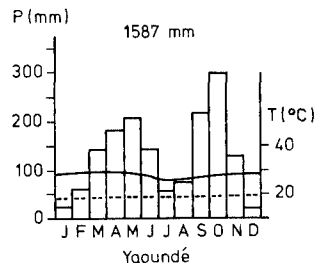
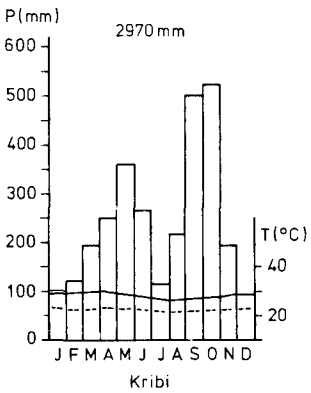
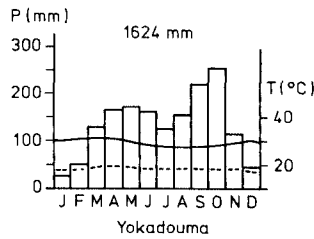
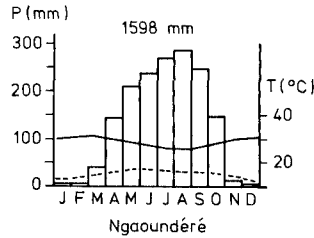
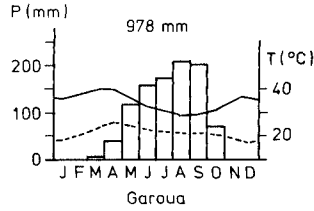
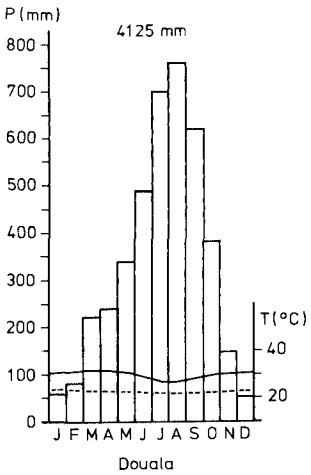
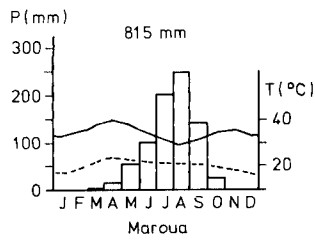
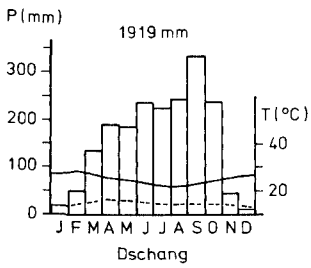
Les températures L'étirement du pays sur 11° de latitude entraîne des différences sensibles entre le sud et le nord, de part et d'autre du 6e parallèle. Dans l'ensemble du pays, les températures et les amplitudes thermiques s'accroissent du sud au nord. Par ailleurs, l'influence de l'altitude abaisse la température sur les plateaux et les massifs montagneux.

- Dans le sud, les températures sont relativement constantes: à basse altitude, la moyenne est de 25 °C, l'amplitude annuelle est faible (3 °C environ) et l'amplitude diurne réduite (5-10 °C).
- Dans le nord, les écarts thermiques sont plus marqués: à basse altitude, la moyenne annuelle est élevée (28 °C), l'amplitude annuelle varie de 10 à 15 °C selon la latitude, et l'amplitude diurne est forte (20 °C environ).

Précipitations et températures au Cameroun



Carte 2.3. Précipitations et températures au Cameroun.



Carte 2.3. (suite) (partiellement d'après cartographie Hatier).

La pluviosité Elle diminue à la fois du sud au nord, en fonction de la latitude, et de l'ouest à l'est, en fonction de la distance par rapport à l'océan et aux régions plus montagneuses.

Le littoral camerounais reçoit plus de 4 m de précipitations de l'embouchure de la Sanaga à la frontière nigériane et leur hauteur est de 2,7 m à la frontière de la Guinée Equatoriale. Immédiatement en retrait de la côte, la pluviosité diminue assez vite. Les régions littorales et le versant occidental de la Dorsale Camerounaise sont copieusement arrosés; la hauteur des précipitations annuelles ne s'y abaisse à moins de 2 m que dans quelques îlots abrités. En direction de l'est et du sud, on rencontre un immense domaine où la pluviosité se situe entre 1,5 et 1,7 m. Au nord de l'Adamaoua, les isohyètes se succèdent rapidement de 1,5 m à 0,4 m (carte 2.3).

La place des mois les plus pluvieux dans le régime se range simplement du nord au sud en fonction du déplacement du front intertropical. Le maximum pluviométrique est atteint en août au Nord-Cameroun, en septembre sur l'Adamaoua et en octobre sans exception dans l'ensemble du Centre-Sud et Sud-Est. Dans le domaine de la mousson, les maximums de juillet et d'août prévalent dans les massifs directement exposés à la mousson, et ceux de septembre et d'octobre dans les contrées déprimées (carte 2.3).

Les régimes pluviométriques On peut distinguer deux domaines de répartition des régimes pluviométriques. Le plus vaste se caractérise par une zonation simple de la zone sahélienne à la zone équatoriale, en passant par les zones soudanienne et subéquatoriale. Dans l'autre domaine, limité aux régions littorales et montagneuses de l'ouest, l'effet conjugué de la mousson et du relief provoque une perturbation considérable des conditions zonales (carte 2.3).

1. Le domaine des climats zonaux. Il y a trois grands ensembles régionaux du point de vue de la pluviosité:

– Le Nord-Cameroun, entre le Lac Tchad et le rebord septentrional de l'Adamaoua, sur plus de 8° de latitude. Cette région appartient au climat tropical, avec les types sahélien et soudanien. Des rives du Lac Tchad à la falaise de l'Adamaoua, la durée de la saison des pluies passe de 3 à 7 mois, et la pluviosité annuelle de 400 à 1400 mm. La saison pluvieuse n'est pas aussi régulière ni aussi bien caractérisée que dans les régions les plus méridionales (stations-type: Maroua, Garoua).

– L'Adamaoua. Entre la zone soudanienne et la zone subéquatoriale, un domaine climatique s'identifie au large bastion de l'Adamaoua. On voit s'ébaucher, au sud du 7^e parallèle, le régime subéquatorial à deux maximums, tandis que le passage de 5 à 4, puis à 3 mois secs s'effectue sans à-coup du nord au sud.

Au sud du 7^e parallèle la pluviosité moyenne de 1,7 m a tendance à diminuer (station-type: Ngaoundéré).

– Le Cameroun méridional. Avant d'atteindre le 5^e parallèle, on pénètre dans la zone des climats subéquatoriaux qui fait place, dans l'extrême-sud du pays, aux climats équatoriaux proprement dits. Dans tout le Cameroun méridional, les régimes pluvio-

métriques ont deux maximums et deux minimums bien marqués. C'est surtout par la place qu'occupent les saisons sèches dans le cycle annuel, en particulier la petite saison sèche, que les types climatiques se différencient (stations-type: Yokadouma, Yaoundé). Les régions littorales du sud-ouest appartiennent encore à ce domaine (station-type: Kribi).

2. *L'empire de la mousson.* L'isohyète annuelle de 2 m circonscrit assez bien l'empire de la mousson, caractérisé par un paroxysme pluvial d'été. Une distinction très nette doit être faite entre le domaine littoral et le domaine montagnard de l'ouest:

– Le domaine littoral recouvre les basses plaines océaniques dès le Njong inférieur à la frontière nigériane, y compris la dépression de Mamfé. La répartition des pluies s'organise principalement en fonction de la masse montagneuse du Mont Cameroun. Ainsi, de la côte vers l'intérieur et du nord au sud dans la partie méridionale du domaine, le mois le plus pluvieux est, successivement, juillet, puis août, puis septembre. Au sud du 4^e parallèle, ce décalage conduit rapidement au maximum équatorial d'octobre. La diversité régionale au sein de ce domaine est remarquable, avec un maximum d'environ 10 m de pluies à Débundscha (station-type: Douala).

– Le domaine montagnard de l'ouest. La répartition des pluies dépend essentiellement de la latitude et de la disposition d'ensemble du relief. Les aspects 'zonaux' de la pluviosité tendent à reprendre l'avantage de plus en plus quand on avance vers l'intérieur. Il existe un décalage considérable entre l'est et l'ouest: la distinction majeure est bien celle qui oppose les régimes à paroxysmes et les régimes d'abri comme la station-type Dschang.

2.3 Les sols et leur utilisation (carte 2.4) (par J. Embrechts)

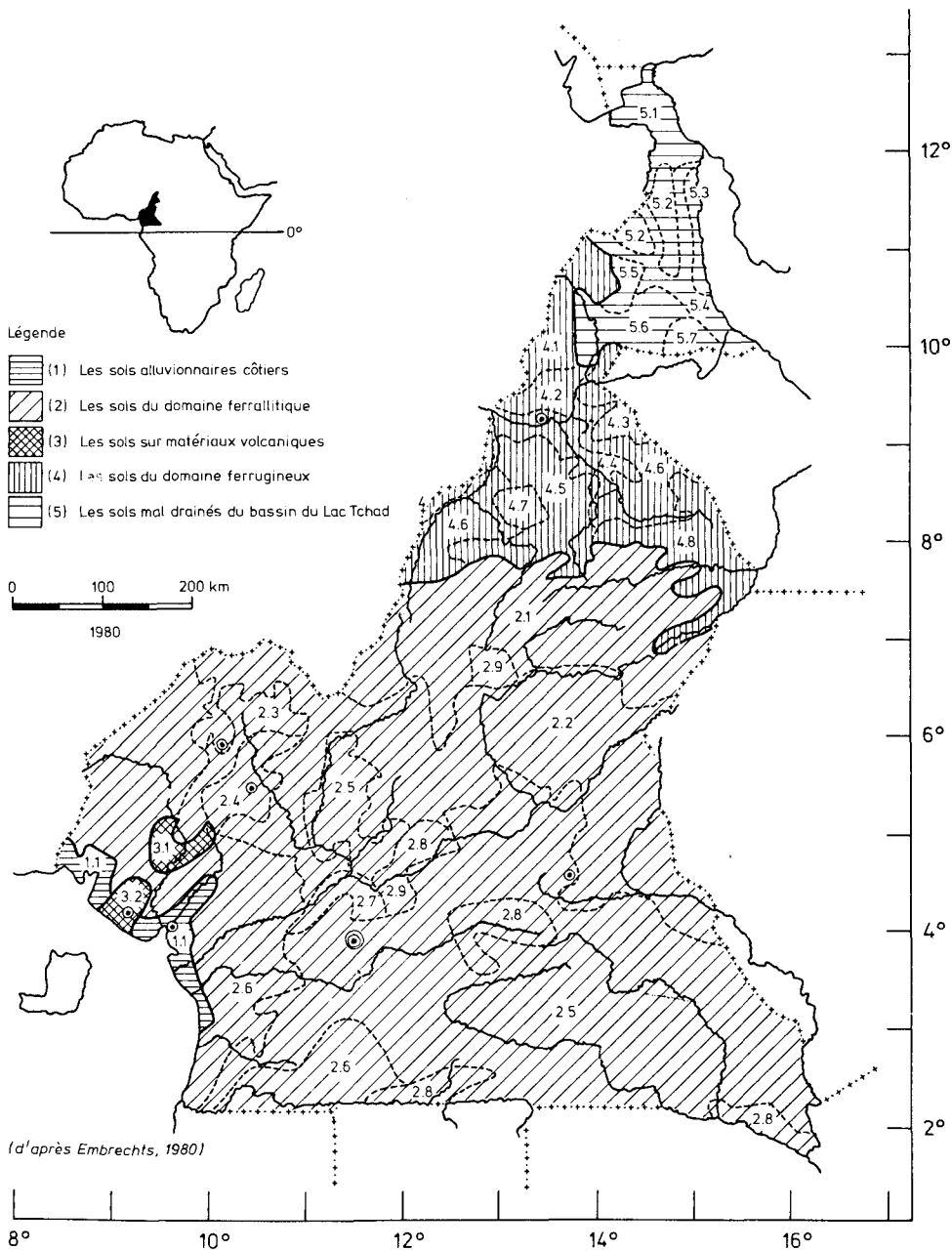
La disposition en bandes grossièrement parallèles et orientées est-ouest des zones climatiques et phytogéographiques est accompagnée de variations concomitantes dans les catégories de sols. En effet on observe très schématiquement du sud au nord les zones pédologiques suivantes: le domaine ferrallitique, le domaine ferrugineux et le bassin du Lac Tchad.

D'autre part le Cameroun a été le siège d'éruptions volcaniques anciennes et récentes qui recouvrent des superficies considérables surtout dans l'ouest du pays et aussi au centre du territoire. Des émissions récentes de lave et de cendres volcaniques ont donné lieu à des sols jeunes à potentiel agricole élevé.

Le long de la côte des sols hydromorphes se sont formés sur des alluvions récentes. Les cours d'eau sont bordés par des alluvions peu évoluées et très souvent hydromorphes. En quelques endroits surgissent des pitons rocheux: leurs pentes fortes sont à peine pourvues de sols.

Les unités de la carte 2.4 sont définies conformément à la légende de la Carte Mondiale des Sols de la FAO-UNESCO. Une corrélation avec la Classification Française des Sols est donnée.

Les sols du Cameroun



Carte 2.4. Les sols du Cameroun.

(1) Les sols alluvionnaires côtiers

(1.1) Gleysols dystriques (sols hydromorphes minéraux): mauvais drainage (incultes).

(2) Les sols du domaine ferrallitique

(2.1) Ferralsols orthiques et rhodiques (sols ferrallitiques moyennement désaturés) avec Nitosols dystriques et Acrosols orthiques (sols ferrallitiques moyennement désaturés, rajeunis). Ferralsols, Nitosols et Acrosols: bien drainés, conditions physiques favorables en l'absence d'une cuirasse latéritique à faible profondeur, conditions chimiques défavorables ou moyennes (pâturage dominant, sorgho (nord), manioc (sud-est), maïs, cultures de case (tubercules, céréales, légumes locaux)).

(2.2) Ferralsols orthiques avec Nitosols dystriques et Acrosols orthiques: voir (2.1) (manioc, maïs, arachide, plantain, igname (sud-ouest), maraîchage (légumes locaux), palmier à huile, cacaoyer, caféier robusta, tabac de cape (est), culture industrielle de canne à sucre (centre-sud)).

(2.3) Ferralsols humiques (sols ferrallitiques fortement désaturés, humifères) et Andosols vitriques (andosols). Ferralsols humiques: bien drainés, accumulation humifère en surface, souvent érodés, fortes pentes (pâturage d'altitude, macabo, taro, patate douce, maïs, maraîchage, caféier arabica, plantations industrielles de théier). Andosols vitriques: origine volcanique, bien drainés, souvent texture grossière, conditions chimiques favorables (même utilisation que Ferralsols humiques).

(2.4) Nitosols dystriques avec Andosols molliques (andosols) et Gleysols humiques. Nitosols dystriques: voir (2.1), conditions chimiques pauvres, moyennes ou bonnes selon l'importance de l'influence du volcanisme (maïs, arachide, plantain, haricot commun, niébé, vouandzou, macabo, taro, courge, igname, manioc, patate douce, maraîchage (légumes locaux et européens), caféier arabica). Andosols molliques: origine volcanique, bon drainage, souvent texture grossière, conditions chimiques favorables (plantations industrielles de caféier arabica, cultures vivrières comme dans les Nitosols de la région, maraîchage: légumes locaux et européens). Gleysols humiques: mauvais drainage, texture variable, conditions chimiques pauvres (riz pluvial, cultures vivrières, caféier robusta dans la plaine des Mbos).

(2.5) Ferralsols orthiques avec Acrosols orthiques: voir (2.1) (manioc, plantain, macabo, taro, igname, arachide, maïs, maraîchage (légumes locaux et européens), palmier à huile, cacaoyer, plantations industrielles de caféier robusta (est), palmier à huile (ouest)).

(2.6) Ferralsols xanthiques (sols ferrallitiques fortement désaturés): bien drainés, bonnes conditions physiques, parfois assez sableux, conditions chimiques défavorables (cultures comme (2.5) mais avec cacaoyer et caféier moins importants, cocotier, plantations industrielles d'hévéa et de palmier à huile).

(2.7) Gleysols humiques et Nitosols dystriques. Gleysols humiques: voir (2.4) (très peu cultivés, maraîchage (est)). Nitosols dystriques: voir (2.1) (cultures comme (2.2), pas de caféier).

(2.8) Ferralsols orthiques et Histosols dystriques (sols hydromorphes organiques). Ferralsols orthiques: voir (2.2). (cultures comme (2.2) ou (2.5)). Histosols dystriques:

tourbeux, très mal drainés (incultes).
(2.9) Lithosols: voir (4.7) (pâturage).

(3) Les sols de la zone volcanique

(3.1) Cambisols humiques (sols bruns eutrophes): sur matériaux volcaniques évolués, bon drainage, conditions physiques moyennes, conditions chimiques favorables (plantations industrielles de bananier, ananas, plantations de caféier et de cacaoyer, cultures vivrières comme (2.5) dans les zones marginales).

(3.2) Andosols humiques (andosols saturés): sur matériaux volcaniques récents, bon drainage, conditions physiques moyennes, conditions chimiques favorables (plantations industrielles d'hévéa, palmier à huile, bananier, thé, cultures vivrières comme (2.5) avec l'accent sur macabo et taro).

(4) Les sols du domaine ferrugineux

(4.1) Régosols eutriques (sols minéraux bruts et sols peu évolués) et Luvisols ferriques (sols ferrugineux lessivés). Régosols eutriques: bien drainés, peu profonds, faible capacité de production, les pentes sont souvent cultivées en terrasses (Monts Mandara) (sorgho, mil pénicillaire, arachide, vouandzou, niébé, sésame, éleusine, souchet; maïs important dans les Monts Alantika). Luvisols ferriques: bien drainés, texture grossière en surface, susceptibles à l'érosion, fertilité moyenne (sorgho, mil pénicillaire, arachide, vouandzou, niébé, sésame, souchet, coton, manioc).

(4.2) Planosols (sols planiques dégradés) avec Luvisols ferriques et Vertisols chromiques. Planosols: bon drainage, conditions physiques défavorables, faible fertilité (très peu cultivés, pâturage de saison pluviale). Luvisols ferriques: voir (4.1) (sorgho, coton, arachide, niébé, vouandzou, mil pénicillaire, sésame, souchet). Vertisols chromiques: voir (5.6) (localement coton, sorgho).

(4.3) Luvisols chromiques (sols fersiallitiques): bien drainés, bonne capacité de rétention d'eau, fertilité élevée, souvent érodés (coton, sorgho, mil pénicillaire, arachide, niébé, vouandzou).

(4.4) Fluvisols (sols hydromorphes minéraux): mal drainés, fertilité élevée (pâturage de saison sèche, sorgho repiqué; manioc, patate douce; maraîchage: oignon).

(4.5) Luvisols ferriques: voir (4.1), parfois cuirassés en surface, faible fertilité, (pâturage de saison des pluies, sorgho, coton, arachide, igname (sud), maïs, sésame, niébé, vouandzou, manioc, riz pluvial, quelques bananiers).

(4.6) Luvisols gleyiques et ferriques. Luvisols gleyiques: voir (5.2), faible fertilité (pâturage de saison sèche, très peu cultivés: sorgho, igname (sud), riz pluvial, parfois coton). Luvisols ferriques: voir (4.1), parfois cuirassés en surface, faible fertilité, (sorgho, mil pénicillaire, manioc, igname, vouandzou, niébé).

(4.7) Lithosols (sols minéraux bruts et sols peu évolués): bien drainés, peu profonds, forte pente, caillouteux, faible fertilité (pâturage).

(4.8) Luvisols plinthiques (sols ferrugineux lessivés): bien drainés, fertilité moyenne (pâturage de saison pluviale, sorgho, maïs, mil pénicillaire, manioc, igname, vouandzou, niébé).

(5) Les sols mal drainés du bassin du Lac Tchad

(5.1) Planosols solodiques (solonetz solodisés) avec Vertisols pelliques (vertisols hydromorphes) et Fluvisols eutriques (sols hydromorphes minéraux). Planosols solodiques: mal drainés, très fortement alcalins, faible rétention d'eau (pâturage de saison des pluies). Vertisols pelliques: mal drainés, à dominance d'argiles gonflantes, capacité de rétention d'eau élevée, fertilité très élevée (sorgho repiqué). Fluvisols eutriques: assez mal drainés, capacité de rétention d'eau moyenne, moyennement fertiles (sorgho repiqué, maïs, gombo, arachide, oignon).

(5.2) Luvisols gleyiques (sols hydromorphes minéraux): très mauvais drainage, capacité de rétention d'eau élevée, fertilité élevée (sorgho repiqué, pâturage de saison sèche: yaérés).

(5.3) Gleysols eutriques (sols hydromorphes minéraux): assez mal drainés, capacité de rétention d'eau moyenne, fertilité moyenne (sorgho repiqué, maraîchage).

(5.4) Vertisols pelliques et Gleysols eutriques. Vertisols pelliques: voir sous (5.1) (sorgho repiqué, riz irrigué, pâturage de saison sèche). Gleysols eutriques: voir sous (5.3) (riz irrigué, sorgho repiqué, pâturage de saison sèche).

(5.5) Planosols solodiques: voir sous (5.1) (pâturage de saison des pluies).

(5.6) Vertisols pelliques avec Vertisols chromiques (vertisols lithomorphes) et Gleysols eutriques. Vertisols pelliques: voir sous (5.1) (sorgho repiqué). Vertisols chromiques: assez bien drainés, capacité de rétention d'eau moyenne, fertilité élevée (sorgho, coton). Gleysols eutriques: voir sous (5.3) (sorgho, arachide et coton sur les sites les mieux drainés; oignon et sorgho repiqué dans les zones les plus hydromorphes).

(5.7) Arénosols chromiques (sols ferrugineux lessivés) et Gleysols eutriques. Arénosols chromiques: sur sables dunaires, drainage excessif, texture légère, faible fertilité (mil pénicillaire, sorgho, arachide, niébé, vouandzou, sésame). Gleysols eutriques: voir sous (5.3), capacité de rétention d'eau et fertilité faibles (sorgho repiqué).

2.4 La végétation naturelle (carte 2.5)

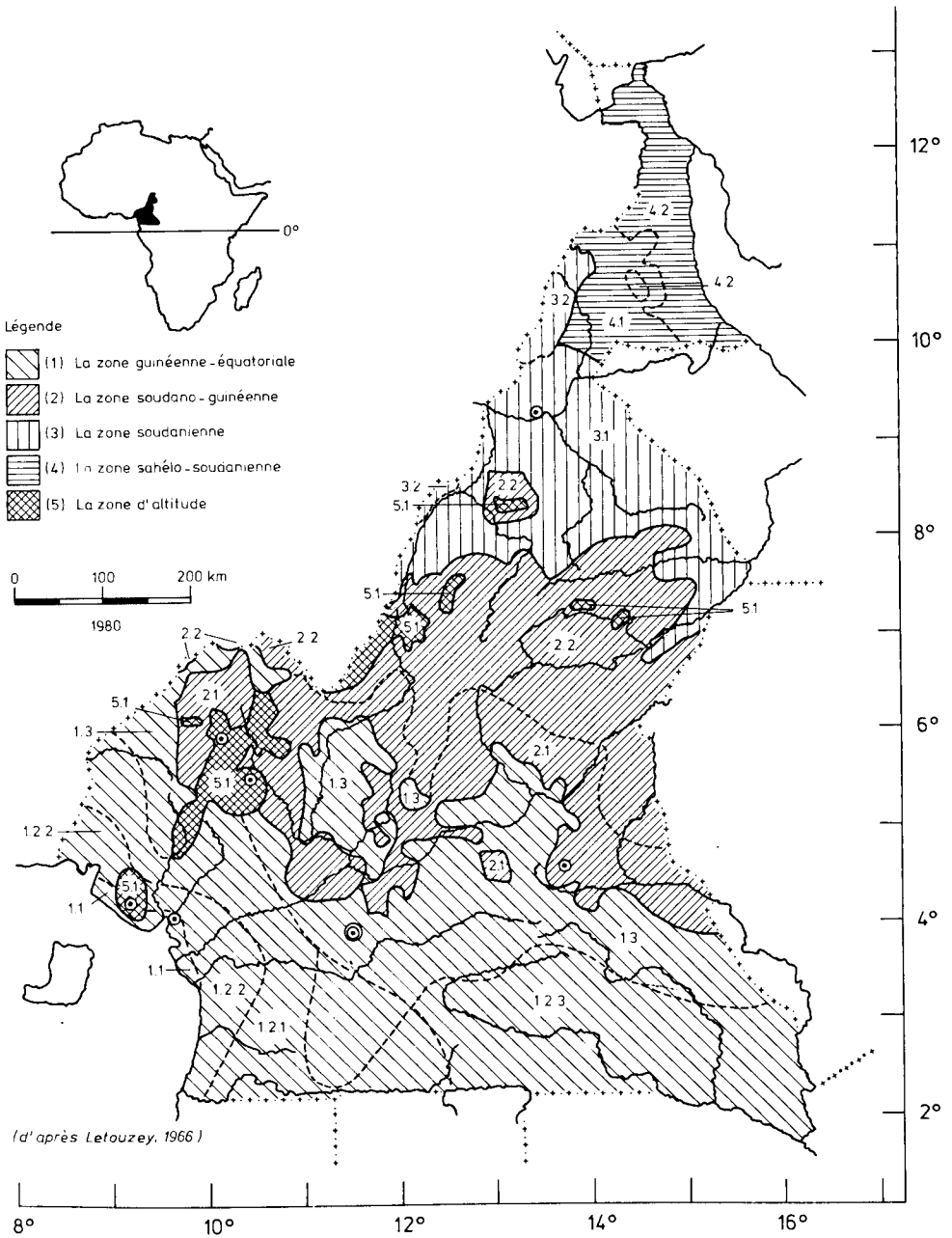
D'une façon générale, les régions phytogéographiques se trouvent délimitées par les zones climatiques. La forêt plus ou moins dense et la savane sont les formations types du Cameroun. Cependant, les montagnes de l'ouest et de l'Adamaoua par leur altitude offrent des aspects particuliers. Il en est de même pour les plaines inondées du Logone-Chari et aux abords immédiats du Lac Tchad. Les numéros sur la carte 2.5 correspondent aux numéros dans le texte.

(1) La zone guinéenne-équatoriale

(1.1) La mangrove. La mangrove à palétuviers (*Rhizophora* spp.) occupe deux secteurs de marécages côtiers entre la frontière nigériane et l'embouchure du Nyong.

(1.2) La forêt dense humide sempervirente de basse et moyenne altitude. La forêt dense humide forme un vaste ensemble phytogéographique où se distinguent plusieurs

La végétation naturelle du Cameroun



Carte 2.5. La végétation naturelle du Cameroun.

éléments dont les limites sont loin d'être nettes. Physionomie et flore permettent de différencier cependant cette forêt de la façon suivante:

(1.2.1) La forêt biafréenne. Cette forêt s'étend en arc de cercle autour de la Baie de Biafra sur 100 à 150 km de profondeur, sauf au sud où elle s'étend sur 200 à 250 km; elle peut être caractérisée comme une forêt à Césalpiniacées. La proportion de cette famille est remarquable et aucune autre famille ne peut rivaliser en nombre absolu ou relatif d'espèces avec elle.

(1.2.2) La forêt littorale. Cette forêt forme un arc de cercle grossièrement parallèle au littoral, d'une cinquantaine de kilomètres de profondeur, et ne dépasse guère 100–200 m d'altitude. La strate arborescente supérieure est essentiellement caractérisée par l'abondance de *Lophira alata*, de *Sacoglottis gabonensis*, de *Cynometra hankei* alors que la strate arborescente inférieure renferme une notable proportion de *Coula edulis*.

(1.2.3) La forêt congolaise. Cette forêt est située sur un plateau d'une altitude moyenne de 600–700 m qui s'abaisse vers le sud-est jusqu'à 400 m. Les Césalpiniacées se raréfient, et la présence de nombreux peuplements relictuels de *Gilbertiodendron dewevrei* justifie aussi un rapprochement phytogéographique entre Cameroun et Congo. Cette forêt se caractérise par une certaine caducité périodique, mais la présence d'essences de la forêt biafréenne, ou de la forêt semi-décidue, vient en compliquer l'aspect physiologique et floristique.

(1.3) La forêt dense humide semi-décidue de moyenne altitude. Cette forêt, caractérisée par la dominance des Sterculiacées et des Ulmacées (*Celtis*), présente un potentiel d'expansion fort net, tant vers le sud que vers le nord, bien souvent sous l'action de l'homme mais aussi par suite de la disparition des forêts biafréenne et congolaise sur leurs limites septentrionales. Le relief qui supporte cette forêt est un plateau dont l'altitude oscille entre 300 et 900 m, mais qui dans sa majeure partie se situe entre 600 et 900 m. Le sous-bois est toujours envahi de plantes herbacées, Maranthacées et Acanthacées en particulier. Elle est souvent très dégradée et s'il existe avec la forêt congolaise une zone de transition de Yaoundé à Yokadouma, la limite méridionale en reste floue; vers le nord, elle est en voie rapide de disparition, faisant place à des formations graminéennes de savane.

(2) La zone soudano-guinéenne

(2.1) Les savanes péri-forestières, dans la zone de destruction récente de la forêt semi-décidue par l'homme sur sa lisière septentrionale, présentent l'aspect de savanes herbeuses à *Pennisetum purpureum* puis de savanes herbeuses à *Imperata cylindrica*. Plus au nord, les savanes péri-forestières s'enrichissent en *Hyparrhenia* du groupe *rufa* et en arbustes d'apport tels que *Annona senegalensis* et *Bridelia ferruginea*, puis *Terminalia glaucescens*. Leur altitude moyenne varie de 600 à 800 m. Il existe aussi des îlots de forêt semi-décidue à Sterculiacées et des galeries forestières.

(2.2) Les savanes arbustives et arborées de l'Adamaoua. La physionomie de ces savanes à *Daniellia oliveri* et *Lophira lanceolata* est très affectée par les cultures de manioc des Baya et par la vaine pâture de nombreux troupeaux de bovins, jointes aux feux

annuels du tapis herbacé. La limite floristique méridionale de ces savanes coïncide avec l'altitude de 800 m, au niveau approximatif des 5e ou 6e parallèles. Au nord, l'Adamaoua (800 à 1000 m d'altitude moyenne) se couvre de vastes savanes herbeuses, ou de prairies à Graminées parsemées d'arbres ou d'arbustes dont les unes se rattachent floristiquement à la zone de transition, les autres annonçant les savanes arborées soudaniennes.

(3) La zone soudanienne

(3.1) Les savanes boisées, ou arborées, ou arbustives, voire forêts claires sèches du bassin de la Bénoué. Elles appartiennent à deux secteurs floristiques: l'un sur les pentes de la falaise septentrionale de l'Adamaoua et presque jusqu'à la Bénoué à Garoua, représentant le secteur médio-soudanien avec des formations grégaires à *Isoberlinia doka* et *I. tomentosa*, *Monotes kerstingii*, *Uapaca togoensis*; l'autre au nord de la Bénoué, représentant le secteur soudano-sahélien avec des savanes et forêts à *Boswellia odorata*, *Sclerocarya birrea*, *Prosopis africana*. Les deux secteurs se caractérisent en outre par des facies de dégradation à *Combretum*, *Terminalia*, *Anogeissus leiocarpus*, et par l'enrichissement progressif en épineux vers le nord au-delà de Garoua.

(3.2) Les formations soudaniennes d'altitude. Les Monts Mandara, densément peuplés et très cultivés, présentent une végétation soudanienne primitive sur les plateaux déserts, un cortège de plantes de jachères caractéristiques et surtout une végétation montagnarde avec des peuplements d'*Olea hochstetteri*. Malgré l'importance du peuplement humain, la végétation est loin d'être entièrement domestiquée.

(4) La zone sahélo-soudanienne

(4.1) Les steppes à épineux. La plaine, toujours exondée, présente un fond de végétation soudanienne mais l'homme a transformé ce paysage par ses vastes cultures de mil faisant ainsi régresser *Acacia albida*, *Balanites aegyptiaca*, *Bombax costatum*, *Celtis integrifolia*, *Ficus platyphylla*, *Khaya senegalensis*, *Kigelia africana*, *Tamarindus indica*, *Ziziphus spina-christi*; à l'extérieur des champs, sur des terrains le plus souvent pâturés, ou dans des jachères, les éléments sahéliens épineux font leur apparition. La végétation des sols halomorphes exondés ('hardé') et pâturés est caractérisée par des espèces ligneuses ou herbacées.

(4.2) Les prairies périodiquement inondées. Les zones d'inondation superficielle sont représentées par des argiles calcimorphes ('karal') boisées de peuplements d'*Acacia seyal*; déboisées par la main de l'homme elles sont alors envahies par une végétation post-culturelle. Le tapis herbacé est bien développé pendant la saison des pluies. Les zones de haute et durable inondation comprennent des prairies graminéennes ('yaéré') où dominent *Echinochloa pyramidalis*, *Vetiveria nigriflora*, *Oryza barthii*, *Hyparrhenia rufa* accompagnées d'une cortège d'autres Graminées ou Cyperacées, de plantes herbacées caractéristiques et d'une flore aquatique éphémère.

(5) La zone d'altitude

(5.1) Les formations montagnardes et îlots afro-subalpins. La diversité des massifs

montagneux, échelonnés en latitude, ne dépassant pas l'altitude de 3000 m à l'exception du mont Cameroun qui atteint 4070 m, rend difficile toute étude synthétique des formations végétales d'altitude. Les montagnes du quadrilatère Kumbo, Foumban, Dschang, Bamenda, très pâturées ou garnies de paysages domestiqués par l'homme, montrent un étagement de la végétation analogue à celui rencontré au mont Cameroun. Le mont Cameroun montre l'étagement de la végétation suivant: (a) étage sub-montagnard (1 000–1 200 à 1 600–1 800 m) avec une forêt dense humide d'altitude, (b) étage montagnard (1 600–1 800 à 2 200–2 500 m) avec une forêt de montagne, (c) étage afro-subalpin (à partir de 2 200–2 500 et jusqu'à 4070 m) avec des prairies de plus en plus pauvres, aboutissant aux champs de laves fraîches et de projections cendreuse à partir de 3 800 m.

2.5 La population et sa répartition spatiale

Le Cameroun se caractérise par une grande diversité d'ethnies. Un grand nombre de schémas se présentent pour classer les différents groupes de la population camerounaise.

Dans le sud du pays, dans la région forestière et les savanes avoisinantes on trouve les groupes suivants:

- Les Pygmées. Peu nombreux (environ 15000), ils peuplent les forêts du sud-est, de petits groupes s'éparpillant par ailleurs dans la région de Kribi.
- Les Maka-Kozimé (190000), installés dans la zone orientale du Sud-Cameroun, ont une petite fraction émigrée dans la région kribienne.
- Les Pahouin (900000), dont les Fang, les Boulou, et les Béti (les Ewondo, les Eton), se trouvent au centre du Sud-Cameroun, et débordent largement sur le Gabon et la Guinée Equatoriale. Les Mbamois et les Béti-Sanaga (170000 ensemble) sont installés dans la région du Mbam inférieur et de la moyenne Sanaga, au nord du groupe précédent.
- Les Bassa et les Bakoko (260000) occupent la partie intérieure du bassin de Douala.
- Les Douala (140000) se sont établis le long du littoral.
- Les Baya (125000) se groupent à l'Est dans les savanes.
- Les Kaka vivent au sud de la région de Baya, dans les forêts.

Dans l'ouest du pays on trouve les groupes suivants:

- Les Bakossi-Bakoundou (230000) surtout représentés dans la Province du Sud-Ouest.
- Les Bamiléké (65000) et les Widekum sur le Haut Plateau de l'Ouest. Cependant, il existe au sud de leur territoire une importante immigration bamiléké (plus de 150000) vers la Province du Littoral.
- Les Bamoun, les Nso, les Tikar, etc. Les Bamoun et les Nso vivent sur le Haut Plateau de l'Ouest, tandis que les Tikar, etc. se trouvent dans les savanes péri-forestières du Plateau Sud-camerounais.
- Les Semi-Bantou se groupent aussi dans la cuvette de Mamfé.

Dans Nord-Cameroun on trouve les groupes suivants:

- Les Fulani islamisés ou Peuls (350 000), d'origine hamitique qui se répartissent en deux groupes: les Foulbé occupant principalement la région autour de Maroua, le centre de la cuvette de la Bénoué, et l'Adamaoua; les Bororo, pasteurs nomades peu nombreux, disséminés du Diamaré aux zones montagneuses du Haut Plateau de l'Ouest.
- Les Kirdis, généralement non islamisés. Ce groupe forme, avec 1 300 000 personnes, l'élément prédominant dans le Nord. Dans ce groupe, 1 140 000 personnes se répartissent en trois sous-groupes régionaux: celui des Monts Mandara (les Mafa ou Matakam, les Kapsiki, les Mofu, etc.), celui de la plaine du Diamaré (les Guiziga, les Toupouri, etc.) et celui de l'Adamaoua et de la partie méridionale de la cuvette de la Bénoué (les Mboum, les Dourou, etc.). Un autre groupe de 160 000 personnes est établi dans la plaine du nord: les Massa, les Mousgoum et les Kotoko sur les rives du Logone, les Mandara ou Wandala et les Bornouans au nord des Monts Mandara.
- Les Arabes Choa (60 000) vivent dans l'extrême nord du pays.

Avec plus de 6 000 000 habitants pour 465 000 km², soit une densité moyenne d'environ 13 habitants au km², le Cameroun est relativement sous-peuplé. Sa population est, par ailleurs, très inégalement répartie avec des densités élevées au nord, à l'ouest et aux environs de la capitale:

- régions ayant moins de 5 habitants au km²: l'Adamaoua, le sud de la cuvette de la Bénoué, les savanes du Plateau Sud-camerounais, et les forêts du sud-est;
- régions ayant de 10 à 30 habitants au km², qui avoisinent généralement les zones fortement peuplées: la partie occidentale du Plateau Sud-camerounais au sud de la Sanaga et à l'ouest du Mbam, le pays bassa et la cuvette de la Bénoué au nord de Garoua;
- régions ayant plus de 50 habitants au km²: le Haut Plateau de l'Ouest, la zone de grandes plantations dans les provinces du Littoral et du Sud-Ouest, le pays éton et éwondo, les Monts Mandara et les plaines entre les Monts Mandara et le Logone méridional. Dans ces régions existent des zones-refuges surpeuplées: ainsi le pays bamiléké a une densité moyenne de 100 habitants au km², certains secteurs atteignant plus de 300; les Monts Mandara dépassent 50-100 habitants au km² avec certaines régions atteignant plus de 300; et le Lékié, au nord de Yaoundé, montre 50-100 habitants au km² avec certaines régions dépassant 100-150.

2.6 Bibliographie

- Combroux, J., 1957?. Cameroun. Oro-hydrographie. Atlas du Cameroun. IRCAM. Yaoundé.
- Embrechts, J., H. Ng. Moukouri Kuoh & H. J. Pfeiffer, 1979. Sols et utilisations au Cameroun. Rapport Techn. no. 7. Départ. Sciences du Sol. E.N.S.A., Centre Univ. de Dschang.
- Joseph, R. A., 1977. Radical nationalism in Cameroun. Oxford Univ. Press. London.
- Letouzey, R., 1966. Etude phytogéographique du Cameroun. *Adansonia* 6 (2): 205-215.
- Loung, J. F., 1973. Géographie. Le Cameroun. Hatier. Paris.

- Suchel, J. B., 1972. La répartition des pluies et les régimes pluviométriques au Cameroun. Travaux et documents de géographie tropicale no. 5. Centre d'Etudes de Géographie Tropicale. Talence.
- Westphal, E. et al., 1981. L'agriculture autochtone au Cameroun. Misc. Papers 20. Landbouwhogeschool. Wageningen.

3 Les activités agricoles et pastorales au Cameroun

E. Westphal

3.1 La cueillette & le ramassage, la chasse et la pêche

La cueillette & le ramassage Dans la région forestière la cueillette et le ramassage sont parfois des activités féminines assez importantes, comme la récolte des fruits (*Canarium schweinfurthii*, *Trichoscypha* sp.), des tubercules (*Dioscorea* spp.), des épices (*Ricinodendron heudelotii*, *Piper guineense*), des écorces et des racines, des légumes-feuilles (*Gnetum* sp.), des oléagineux (*Baillonella toxisperma*, *Elaeis guineensis*), le ramassage des champignons, des escargots, etc.

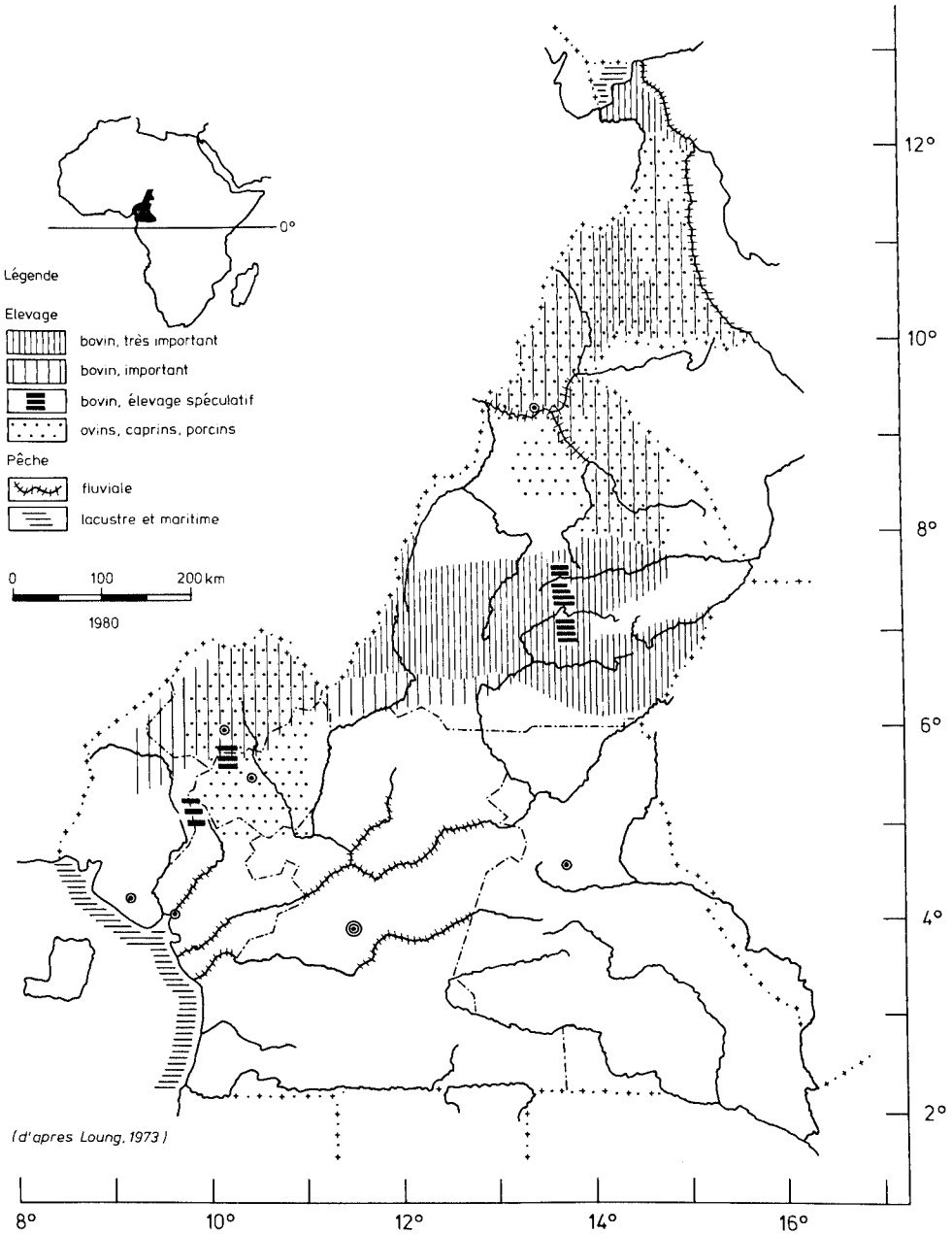
Au Nord - Cameroun la cueillette et le ramassage des légumes - feuilles (*Adansonia digitata*, *Ficus* spp.), des fruits (*Vitex cienkowskii*, *Haematostaphis barteri*), des oléagineux (*Butyrospermum paradoxum* ssp. *parkii*) et des tubercules (*Burnatia enneandra*) sont connus.

La chasse et la pêche L'activité principale des Pygmées est la chasse, qui se pratique de diverses manières. Les groupes pygmées nomadisent chacun dans un secteur forestier déterminé. Cependant les ressources de certaines forêts s'épuisent, et de nombreux groupes de Pygmées ont commencé à se sédentariser et à pratiquer l'agriculture. Les habitants du littoral vivent essentiellement de la pêche artisanale en mer, qu'ils pratiquent en pirogue. Dans l'intérieur, les riverains des principaux fleuves se consacrent à la pêche en saison sèche, notamment les Bakoko de la Sanaga et du Nyong inférieurs, et les Maka du Nyong moyen. La pêche est très pratiquée dans la Bénoué, le Logone, le Chari et le lac Tchad, très poissonneux en saison sèche, les riverains s'adonnent à la pêche et vendent du poisson séché (carte 3.1).

3.2 Les systèmes de culture

La culture itinérante Les Bantous pratiquent la culture itinérante sur brûlis. Pendant la saison sèche, les hommes défrichent un coin de forêt: ils débroussent le sous-bois et abattent la plupart des arbres; ensuite le feu brûle feuillages et branchages séchés. Au début des pluies, les femmes procèdent aux semis. Plusieurs plantes sont cultivées en association. Les cultures principales sont le bananier-plantain, le macabo, le manioc, les ignames et l'arachide; auxquelles s'ajoutent des cultures secondaires: le maïs, les Cucurbitacées, le gombo, des légumes-feuilles et des plantes condimentales. La culture itinérante est aussi pratiquée dans le nord, mais, contrairement au type forestier, elle se caractérise par le défrichement de la savane par feux de brousse en saison

L'élevage et la pêche au Cameroun



Carte 3.1. L'élevage et la pêche au Cameroun (d'après cartographie Hatier).

sèche. La culture principale est le gros mil.

La culture semi-permanente à permanente Dans la majeure partie du Haut Plateau de l'Ouest est pratiqué un système de culture intensive. Les paysans édifient des billons dans lesquels ils enfouissent des herbes et divers détritux en tant qu'engrais verts. Le maïs est associé aux haricots, aux plantes à tubercules, à l'arachide. Une rotation complexe fait succéder plusieurs cultures sur le même champ au long de l'année, grâce à la durée de la saison des pluies de neuf mois. Le sol est laissé en jachère pendant 1-2 ans après 3-4 années d'exploitation. L'agriculture est plus intensive dans les parties les plus densément peuplées du plateau: le centre du pays bamiléké. Toute la terre cultivable y est mise en valeur; le terroir, divisé en parcelles entourées de haies ou de clôtures, constitue un vaste paysage de 'bocage'. Ici, on trouve les systèmes de culture suivants: la culture semi-permanente avec jachère et la culture permanente pluviale avec des annuelles.

Les tribus bantous du Mbam inférieur et de la moyenne Sanaga pratiquent une agriculture semi-intensive: elles édifient de grandes buttes et y enfouissent des herbes et engrais verts, ce qui leur permet de cultiver l'igname, le maïs et l'arachide plusieurs fois sur le même champ. Ces tribus pratiquent également la riziculture inondée ou pluviale. Ici, on trouve en général la culture semi-permanente avec jachère.

Au nord, dans les zones très peuplées on pratique une agriculture intensive, comme chez les Toupouri et chez les tribus des Monts Mandara. A l'étroit sur les Monts Mandara les tribus ont aménagé les versants de leurs montagnes en terrasses soutenues par des murettes de pierres sèches et là ils cultivent très soigneusement leurs champs. Grâce à l'usage de la cendre obtenue en brûlant les tiges de mil séchées, et à celui du fumier, ils évitent la jachère. Ici, on trouve la culture permanente pluviale avec des annuelles.

La culture permanente irriguée La culture aquatique du riz est pratiquée par une société commerciale dans le nord, en bordure du Logone. Une plantation moderne de canne à sucre se trouve à Mbandjock près de la Sanaga.

La culture permanente avec plantes pérennes Elle se pratique dans deux catégories d'exploitations: les petites plantations paysannes et les grandes plantations. Les principales zones de plantations paysannes sont la zone cacaoyère de la région forestière du Plateau Sud-camerounais, et la zone caféière de la région Mungo, du Haut Plateau de l'Ouest et de la région forestière du Plateau Sud-camerounais oriental. Les principales zones de grandes plantations sont concentrées dans la région côtière avec l'élaéculture, l'hévéaculture, les bananeraies, les caféières robusta. Les autres zones de grandes plantations, plus modestes, se trouvent sur le Haut Plateau de l'Ouest avec le caféier arabica et le théier, et dans la région orientale du Plateau Sud-camerounais avec la canne à sucre et des caféiers.

3.3 L'élevage et le pâturage

Les populations du Sud forestier ne pratiquent guère l'élevage. Le petit bétail et les volailles qu'elles possèdent cherchent en liberté autour des maisons leur pitance. Sur le Haut Plateau de l'Ouest, l'élevage complète l'intense activité agricole. Le petit bétail et les volailles sont nourris dans les enclos pendant la saison culturale, et pacagent dans les champs après la récolte. Les bovins paissent dans les pâturages des sommets de collines; les Bororo nomadisent avec leurs troupeaux dans les secteurs montagneux. Le Nord-Cameroun est particulièrement propre à l'élevage, notamment à celui des bovins. L'Adamaoua y tient une place prépondérante, suivi des plaines du Nord. Les troupeaux, appartenant généralement aux Foulbé, sont conduits par des pasteurs spécialisés. Les Bororo nomadisent dans l'Adamaoua oriental et le nord du Diamaré. L'élevage traditionnel est peu productif, et les méthodes archaïques d'élevage empêchent une production appréciable de viande. La possession du bétail a une finalité plus sociale qu'économique. Il existe des fermes ou des ranches dans le Haut Plateau de l'Ouest et dans l'Adamaoua où des sociétés et des particuliers pratiquent un élevage spéculatif (carte 3.1).

3.4 Les principales cultures vivrières

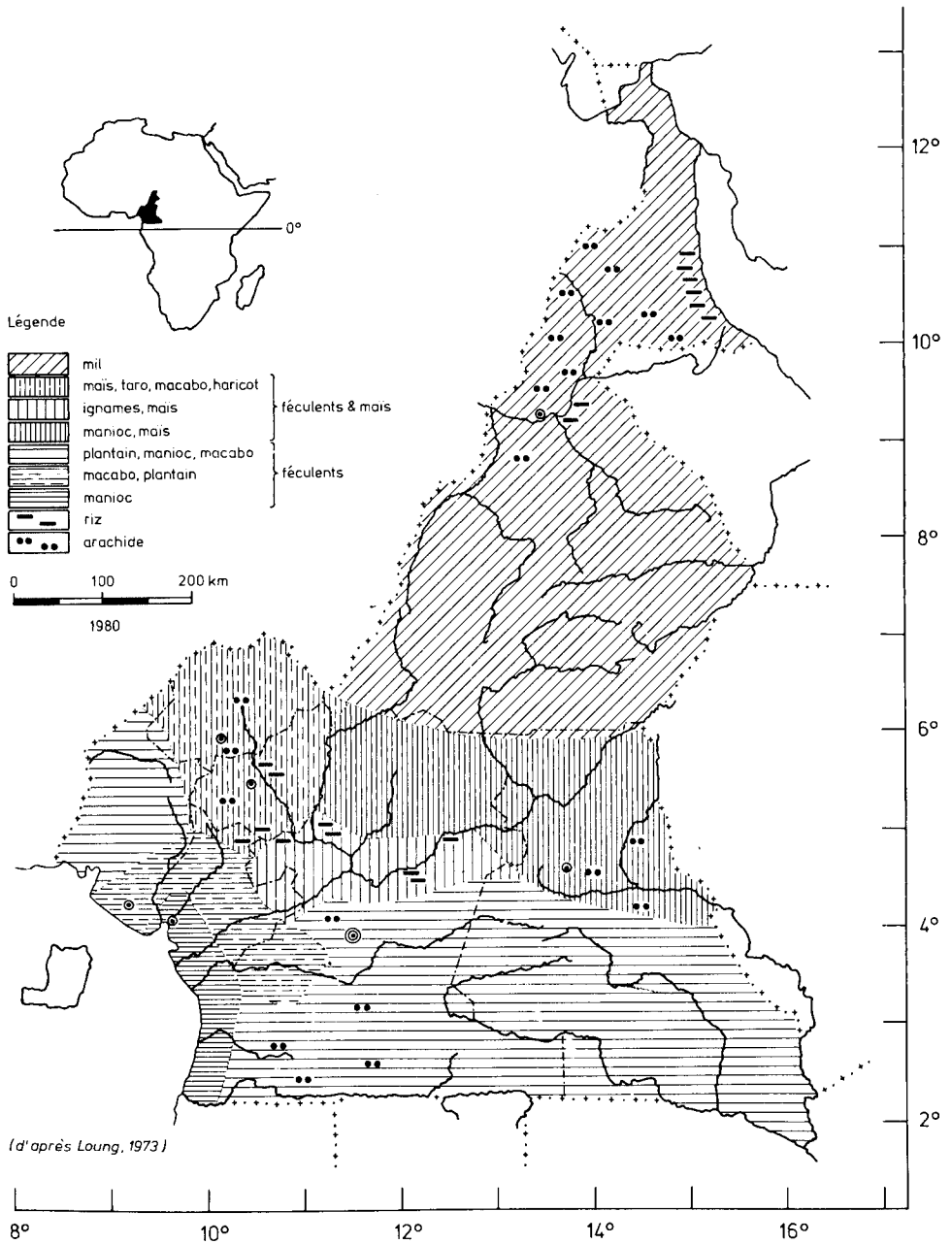
Par suite du milieu physique et biologique et des conditions socio-économiques, une différenciation régionale de l'agriculture s'est développée, dont résultent des systèmes agricoles régionaux avec des combinaisons caractéristiques de cultures. En ce qui concerne les cultures vivrières, la proportion entre féculents et céréales est une importante donnée. En allant vers le nord du pays la contribution des céréales à la production vivrière augmente au détriment de celle des féculents. Les différentes zones des principales cultures vivrières sont indiquées sur la carte 3.2.

La zone équatoriale Les Bantous, dans la zone sud forestière, cultivent principalement des plantes à tubercules et le plantain, avec le maïs dans un rôle secondaire. Cette façon de culture comporte cependant des variantes régionales. Ainsi, les Bassa et les Bakoko cultivent surtout du macabo, alors que les Fang et les Maka préfèrent le bananier plantain, le manioc et l'arachide. Les tribus du Mbam inférieur et de la Sanaga moyenne cultivent en particulier l'igname, le maïs et l'arachide,

Dans la majeure partie du Haut Plateau de l'Ouest, le macabo/le taro et le maïs sont les cultures principales, associés aux haricots, aux ignames et à l'arachide.

La zone soudanienne et sahélienne Ici, les paysans cultivent essentiellement du mil: le sorgho ou le gros mil, culture de base dans toute la région, et le mil pénicillaire, dans le Diamaré et la plaine du nord. Le maïs, céréale secondaire, se cultive surtout dans l'Adamaoua et la cuvette de la Bénoué. La riziculture inondée se pratique sur les rives du Logone, ainsi que dans certains secteurs de la vallée de la Bénoué. Les plantes à tubercules jouent ici un rôle secondaire. L'aire d'extension du manioc atteint le Dia-

Les principales cultures vivrières au Cameroun



Carte 3.2. Les principales cultures vivrières au Cameroun (d'après cartographie Hatier).

maré et le Mayo-Danaï. L'igname se cultive dans certains secteurs de l'Adamaoua et le sud-ouest de la cuvette de la Bénoué. L'arachide, les haricots et des légumes complètent cette gamme de cultures.

3.5 Bibliographie

Loung, J. F., 1973. Géographie. Le Cameroun. Hatier. Paris.

Westphal, E. et al., 1981. L'agriculture autochtone au Cameroun. Misc. Papers 20. Landbouwhogeschool. Wageningen.

4 Les cultures vivrières et leur contribution à l'alimentation humaine

E. Westphal

Ce chapitre est un plaidoyer pour mettre l'agriculture au service du bien-être mondial et de la santé. Ce désir sous-tend en réalité toute l'étude approfondie donnée dans le chapitre. Les connaissances avancées ici et dans les chapitres suivants peuvent et devraient aider à 'choisir' les cultures vivrières selon les besoins de l'homme, selon ses besoins bien équilibrés. Pour éliminer la sous-nutrition étendue, les pays en voie de développement devront approximativement avoir doublé leur production vivrière à la fin de ce siècle. De plus, il faut que soit assuré aux peuples les plus touchés un accès adéquat à des ressources alimentaires. Il est en outre nécessaire que simultanément les pays en voie de développement augmentent le pouvoir d'achat de leur population pour qu'elle puisse se procurer des aliments de haute qualité nutritionnelle et qu'ils sachent comment atteindre pour tous leurs peuples un régime alimentaire sain et optimal.

4.1 Production actuelle et potentielle, et valeur nutritionnelle, avec référence spéciale aux céréales et aux racines & tubercules

4.1.1 Introduction

Les cultures vivrières distinguées dans la présente étude comprennent les groupes suivants: céréales, canne à sucre, racines & tubercules, oléagineux, légumineuses à graines, cultures potagères, et cultures fruitières. Ceux-ci seront traités en détail dans les chapitres 5 à 11. Des notions générales sur la nutrition humaine sont présentées dans le paragraphe 12.1 du dernier chapitre. Avant de passer aux aspects spécifiques de chaque groupe vivrier proprement dit, il a semblé utile de considérer les cultures vivrières dans leur ensemble, en Afrique et dans les pays en voie de développement, et dans le monde entier. Elles sont donc étudiées ici comme un tout des points de vue de leur production actuelle et potentielle, de leur superficie cultivée, de leur valeur nutritionnelle (en énergie, protéines, lipides) et de leur contribution aux régimes alimentaires, une comparaison étant ensuite établie entre céréales et racines & tubercules quant à leur valeur respective. Le problème de la production vivrière tropicale devant l'accroissement de la population est ensuite repris plus spécialement pour l'Afrique.

4.1.2 Production et superficie cultivée

On trouvera ci-après sur le tableau 4.1 pour les principaux groupes de cultures vivrières leur production et leur superficie en 1977 dans les pays en voie de développement (en Afrique et au total), et dans les pays industrialisés, puis totalisées pour le monde entier. En outre, pour les céréales, les racines & tubercules et les légumineuses à graines, les superficies sont exprimées en pourcentage de la superficie totale arable. Il ressort que plus de la moitié de la superficie mondiale arable est sous céréales et que seulement environ 3% sont cultivés sous racines & tubercules. Les légumineuses à graines (soja et arachide inclus) occupent 10% du total arable. En Afrique la production céréalière (en tonnes) représente un peu plus de la moitié de la production de racines & tubercules, alors qu'au niveau mondial la production céréalière équivaut à 3 fois celle de racines & tubercules et à plus de 9 fois celle de légumineuses à graines.

Il ressort aussi du tableau 4.1 que plus de 70% de la population mondiale en 1977 se trouve dans des régions en voie de développement.

4.1.3 Production en énergie, glucides, protéines et lipides

L'importance relative de quelques cultures vivrières pour les pays en voie de développement est montrée sur le tableau 4.2 (voir colonnes 1–3). Ces cultures sont ensuite comparées du point de vue de leur production en énergie, glucides (hydrates de carbone) par hectare (colonnes 6–9). Ceci permet de remarquer que les racines & tubercules, le manioc spécialement, et le bananier (doux et plantain) dépassent de beaucoup les céréales quant à l'énergie produite par hectare (colonne 6). Le manioc et le bananier (doux et plantain) produisent chacun plus de 2,5 tonnes de glucides par hectare (colonne 7). Si on considère la production protéique (colonne 8), le soja est en tête de toutes les cultures citées, avec plus de 400 kg ha⁻¹, suivi par le pois d'Angole, la pomme de terre et l'arachide, manioc et sésame ne venant que loin derrière. La production de lipides (colonne 9) est la plus forte chez l'arachide (environ 280 kg ha⁻¹), venant ensuite le soja et le colza.

Une analyse plus fine de la situation mène à calculer la production par hectare par jour (colonnes 11–14), pour prendre ainsi en compte les larges différences de durée moyenne de croissance entre les cultures. La patate douce produit plus de 252 MJ (60000 kcal) par jour, suivie par le maïs, le riz et le soja (colonne 11). S'agissant des glucides (colonne 12) la patate douce produit environ 14 kg ha⁻¹ par jour, suivie par le maïs, le riz, le manioc et la pomme de terre. Pour les protéines, le plus fort producteur par jour est le soja, avec environ 3,5 kg ha⁻¹, l'arachide, le maïs et le blé venant loin derrière (colonne 13). La production lipidique est la plus élevée chez l'arachide (2,3 kg ha⁻¹) suivie par le soja et le colza (colonne 14).

Bien que toutes ces plantes vivrières ne puissent être cultivées dans des régions identiques, une analyse de ce genre met en lumière les avantages du point de vue nutritionnel lorsqu'il s'agit d'un choix de culture à faire. De multiples méthodes de culture ou de rotations culturales peuvent être conçues pour obtenir la quantité d'énergie, de

protéines ou de lipides désirée. Des calculs similaires peuvent être faits pour les minéraux tels que le fer, et pour les vitamines. Des pratiques culturales améliorées, et de meilleurs cultivars peuvent éventuellement permettre de doubler ou même de tripler les rendements moyens, sur lesquels les présents chiffres ont été basés.

4.1.4 Production actuelle et potentielle des céréales et des racines & tubercules

Un examen du tableau 4.2 suggère quelques remarques dont découlent quelques tendances générales. Si la production pondérale par ha est plus élevée chez les racines & tubercules que chez les cultures céréalières (colonne 3), ceci est principalement dû à la haute teneur en eau des premiers. Leur valeur énergétique (colonne 5) s'élève à environ 30% de celle des céréales par unité de poids. Si on incorpore les différences en pourcentage comestible (colonne 4), les différences en production d'énergie par unité de surface apparaissent plus faibles (colonne 6). Cette tendance est encore plus forte si on incorpore la période moyenne de végétation (colonne 10), les cultures alors tendant à montrer de moins divergents niveaux de production énergétique (colonne 11). Bien que les céréales contiennent 3 fois plus d'énergie que les racines & tubercules (par 100 g de partie comestible), après cuisson 1 g de céréales bouillies et 1 g de racines & tubercules bouillis contiennent l'un comme l'autre 4,2 kJ (1 kcal).

Sous réserve que les autres conditions soient optimales, la production de matière sèche d'une culture est déterminée par la photosynthèse et donc par la luminosité. La période de culture sous les tropiques étant à peu près deux fois plus longue que dans les régions tempérées, la photosynthèse potentielle peut être grossièrement estimée deux fois plus grande. La production brute potentielle de matière sèche, sous un ciel en moyenne à demi nuageux, est estimée globalement à 275 kg d'équivalents de glucides par hectare par jour, ce qui équivaut à 4620 MJ (1100 10³ kcal) ha⁻¹ jour⁻¹. La production nette en kJ obtenue du point de vue nutritionnel est cependant beaucoup moindre étant donné que la culture ne recouvre pas immédiatement le sol et qu'il y a donc un gaspillage de l'ensoleillement, que la respiration nocturne utilise une partie des glucides, et que le pourcentage de matière sèche comestible produit varie selon les différentes cultures. Ce dernier facteur, tout particulièrement peut être très important.

Le tableau 4.3 montre l'explication de cette tendance qu'ont les cultures de racines & tubercules de produire plus de matière sèche comestible que les cultures à graines. Environ quelque 6% de la production de matière sèche des Graminées peuvent – par le lait et la viande – être mis à la disposition de la consommation humaine. Pour le blé, il s'agit de 36% de la production de matière sèche, mais chez la pomme de terre, ce sont plus de 80% qui sont aptes à la consommation humaine, alors que l'efficacité de la photosynthèse est à peu près d'un niveau égal chez le blé et la pomme de terre. Dans un cultivar le mode de distribution de la matière sèche dans la plante semble, normalement, être stable. Bien qu'il soit possible de modifier ce mode par amélioration génétique, il apparaît à peu près certain que les céréales n'atteindront jamais le niveau de matière sèche comestible des cultures de racines & tubercules. Car, même si les

céréales possèdent une valeur nutritionnelle plus concentrée, les plantes qui produisent leur partie comestible dans leurs parties aériennes auront probablement besoin de plus de matière sèche pour la supporter que les plantes qui développent cette partie dans le sol.

Sur la figure 4.1 sont indiqués, en ce qui concerne les céréales et les racines & tubercules, d'une part les rendements mondiaux moyens en 1977 et les rendements maximaux obtenus expérimentalement sous les tropiques jusqu'en 1980 tels qu'ils sont donnés sur le tableau 4.4 et, d'autre part une estimation globale des rendements potentiels. La production potentielle nette moyenne de matière sèche a été estimée à la moitié de la production potentielle brute, c'est à dire à 2300 MJ (500 10³ kcal) ha⁻¹ jour⁻¹. Sur la base du blé pour les céréales, et de la pomme de terre pour les racines & tubercules, la distribution de la matière sèche comestible a été prise en compte selon son maximum probable. Ces estimations sont approximatives et doivent être considérées comme telles. Il est probable qu'elles devront être affinées lorsque l'efficacité de la photosynthèse des diverses cultures sera mieux connue et qu'on saura si le mode de distribution de la matière sèche comestible est comparable dans chaque groupe de cultures. Les estimations des rendements maximaux potentiels ne sont pas des maximums absolus, ils peuvent tout d'abord être influencés par l'amélioration génétique, et en second lieu le rendement peut être considérablement accru dans les régions exceptionnellement favorables. Le diagramme de la figure 4.1 montre que les cultures de racines & tubercules ont probablement une capacité de production de matière sèche du double de celle des céréales, et montre également que les plus hauts rendements expérimentaux obtenus pour le manioc, la patate douce et le taro se rapprochent des rendements potentiels. Ceci reflète l'intérêt consacré à ces cultures au cours de la dernière décennie. Seul l'igname n'a pas progressé.

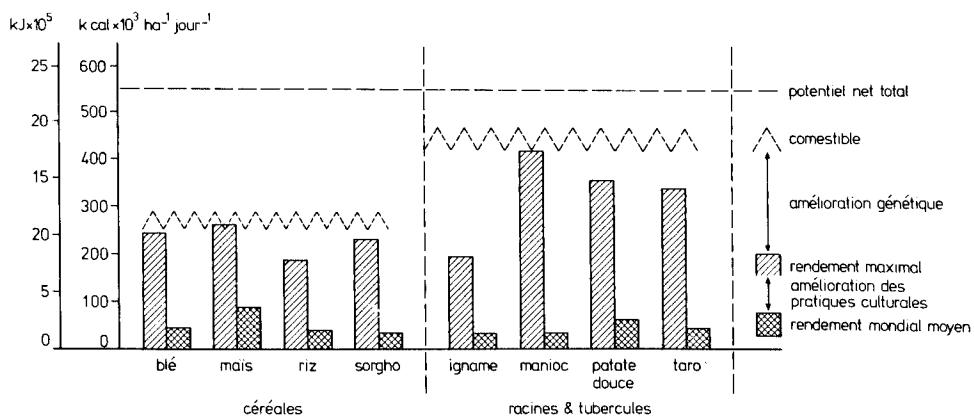


Figure 4.1. Rendements mondiaux moyens de certaines cultures vivrières (1977), et rendements maximaux obtenus dans des expérimentations jusqu'en 1979-1980 en régions tropicales, comparés avec la production potentielle de matière sèche totale nette et de matière sèche comestible en kJ (kcal) par hectare et par jour de végétation (en partie d'après Flach, 1979; De Vries et al., 1967).

La figure 4.1 attire en outre l'attention sur un autre aspect central: l'énorme écart entre les maximums obtenus et les rendements moyens mondiaux montre que la solution du problème de la pénurie alimentaire qui existe dans le monde n'est pas à attendre de l'amélioration génétique et de la sélection mais principalement de l'amélioration des pratiques culturales.

4.1.5 Valeur nutritionnelle des céréales et des racines & tubercules

Les céréales contiennent 6–12% de protéines par 100 g de partie comestible, contre seulement 0,5–2% pour les racines et tubercules. Mais les céréales absorbent environ deux fois leur poids d'eau à la cuisson, de sorte que 100 g de céréales cuites contiennent 2–4% de protéines. Quand on exprime la qualité nutritionnelle sur la base de la valeur énergétique (tableau 4.5) on constate que la teneur en protéines des céréales est un peu supérieure à celle de la plupart des tubercules, mais que pour tous les autres aspects de valeur nutritionnelle ce sont les tubercules qui sont supérieurs aux céréales.

La différence en teneur en protéines entre céréales et féculents peut être illustrée par les combinaisons suivantes qui toutes contiennent une même quantité d'énergie et qui apportent une même quantité de protéines utilisables, suffisante pour un jeune enfant:

- 80 g de maïs + 17 g de haricots
- 50 g de maïs + 35 g de haricots + 5 g d'huile
- 130 g de patate douce + 60 g de haricots
- 80 g de patate douce + 63 g de haricots + 5 g d'huile

Les quantités se réfèrent aux aliments crus (avant la cuisson). Dans cet exemple, le maïs profite du fait que la qualité des protéines de la combinaison est supérieure à la qualité des protéines de chaque aliment pris à part (complémentarité des acides aminés). Les patates douces doivent être combinées à une quantité de haricots qui est de 2 à 3 fois supérieure à celle qui est nécessaire comme complément du maïs.

On doit conclure que les céréales ne sont pas aussi véritablement importantes du point de vue de leur valeur nutritionnelle qu'on veut souvent le faire croire. Le plus important dans les cultures céréalières est leur qualité quant au stockage. Le riz décortiqué et blanchi peut se conserver longtemps, mais ce riz précisément est pauvre en valeur nutritionnelle du fait de son manque de vitamines B₁ et A. En outre, la plupart des racines & tubercules ont des feuilles comestibles (à l'exception de l'igname) dont la teneur en protéines est considérable. La consommation de ces feuilles aide à atteindre un apport accru en protéines. Ceci est spécialement intéressant dans le cas du manioc.

4.2 Conséquences des disponibilités d'aliments pour les régimes alimentaires

4.2.1 Apport en énergie, protéines et lipides

Energie La quantité moyenne journalière d'énergie disponible par personne dans les diverses régions en relation avec les apports recommandés est consignée sur le tableau 4.6 et la figure 4.2 de 1961–1963 et de 1972–1974. Au plan mondial, dans l'ensemble, l'apport en énergie est supérieur aux besoins, et l'excédent (de 7%) en 1972–1974 est plus grand que celui de 1961–1963. Toutefois, les pays industrialisés ont consommé 32% de plus que leurs besoins en 1972–1974 (alors qu'en 1961–1963 le chiffre était de 24%). L'apport en énergie par personne par jour dans les pays en voie de développement s'est amélioré, passant de 11% en dessous des besoins en 1961–1963, à 4% en dessous des besoins en 1972–1974.

Dans ce qui suit les apports doivent s'entendre 'par personne par jour'.

Parmi les pays industrialisés, les apports en énergie ont été les plus élevés en Amérique du Nord, s'étant accrus de 6% pendant la période étudiée, pour atteindre 14,8 MJ (3 528 kcal) en 1972–74. Vient ensuite l'Europe de l'Est et l'U.R.S.S. où les apports énergétiques de 14,5 MJ (3 464 kcal) en 1972–1974 se situent 9% plus haut qu'ils ne l'étaient 12 ans auparavant. L'Océanie (Australie et Nouvelle-Zélande) montre la plus faible augmentation: 3%. D'autre part, il s'est produit dans les régions en voie de développement une certaine disparité dans les tendances. Alors que dans toutes ces régions, on constate en 1972–1974 une augmentation par rapport au niveau en 1961–1963, l'augmentation se révèle, pendant les années soixante-dix, faible au Proche-Orient (7%) et en Amérique Latine (6%), et elle a été moindre encore en Afrique (2%) et en Extrême-Orient (1%), par suite de mauvaises récoltes. Cette situation particulièrement défavorable et dommageable dans les pays les plus gravement touchés est démontrée par le fait que l'apport énergétique qui y était seulement de 8,5 MJ (2 040 kcal) en 1961–1963, est plus bas encore en 1972–1974. Néanmoins, dans les autres pays en voie de développement, il y a eu dans cette période une augmentation de 7%, l'apport passant de 9,3 MJ (2 210 kcal) à 9,9 MJ (2 360 kcal).

Protéines Les données sur l'apport en protéines (apport total et apports d'origine animale et végétale) sont indiquées sur le tableau 4.6 et la figure 4.3 (à gauche). Elles montrent que la différence entre pays en voie de développement et pays industrialisés est encore plus grande pour la disponibilité de protéines que pour celle en énergie. Parmi les régions industrialisées l'Amérique du Nord a l'apport de protéines le plus élevé (104,1 g), suivie par l'Europe de l'Est et l'U.R.S.S. (103,3 g) pour la période 1972–1974. Dans les pays en voie de développement, dans l'ensemble, l'apport total de protéines n'a atteint que 58% de celui des pays industrialisés, et s'est chiffré à 56,6 g. Parmi les régions en voie de développement, le niveau le plus bas est trouvé en Extrême-Orient (48,9 g) et le plus haut en Amérique Latine et au Proche-Orient (64,8 g dans ces deux régions).

Il faut noter que les différences susmentionnées sont presque entièrement dues à

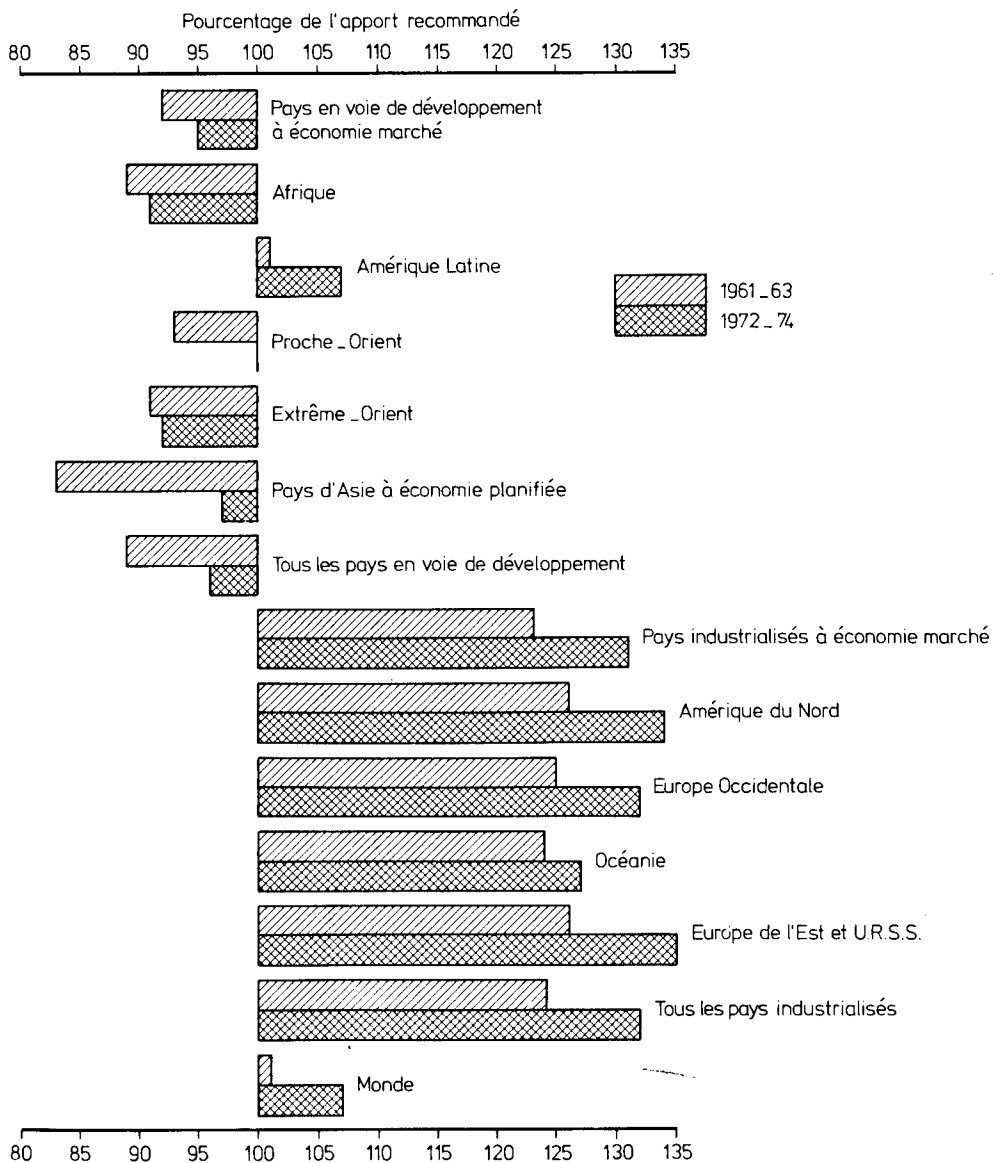


Figure 4.2. Apport journalier d'énergie par personne exprimé en pourcentage de l'apport recommandé, en 1961-1963 et 1972-1974 (FAO, 1977).

une beaucoup plus grande disponibilité de protéines d'origine animale, alors que les niveaux de protéines d'origine végétale ont été pratiquement les mêmes tant dans les pays en voie de développement que dans les pays industrialisés (voir figure 4.3 à gauche). En fait, la proportion de protéines animales, qui était de 49% chez les pays industrialisés en 1961-1963 a passé à 55% en 1972-74, tandis que dans les pays en voie

de développement le pourcentage est resté à peu près stationnaire à son niveau d'un cinquième. Il faut toutefois noter que ces chiffres moyens cachent le fait qu'au bas de l'échelle économique les variations sont plus grandes: on y trouve par exemple d'une part des nomades qui consomment beaucoup de protéines d'origine animale, et d'autre part des peuples qui ont un féculent comme aliment de base et peu d'aliments protéiques complémentaires.

Lipides Sur la figure 4.3 (à droite) on constatera qu'en 1961–1963, les pays industrialisés ont eu un peu plus de 3 fois plus de lipides disponible que les pays en voie de développement, rapport qui s'est élevé à 3,5 en 1972–1974. L'apport par personne de lipides d'origine animale a été dans les pays industrialisés supérieur d'environ 60% à celui des pays en voie de développement en 1961–1963 et s'est accru en 1972–1974 pour atteindre presque 90%. En fait, les pays industrialisés ont augmenté de 23% leur apport lipidique d'origine végétale pendant la période étudiée et de seulement 15% l'apport d'origine animale.

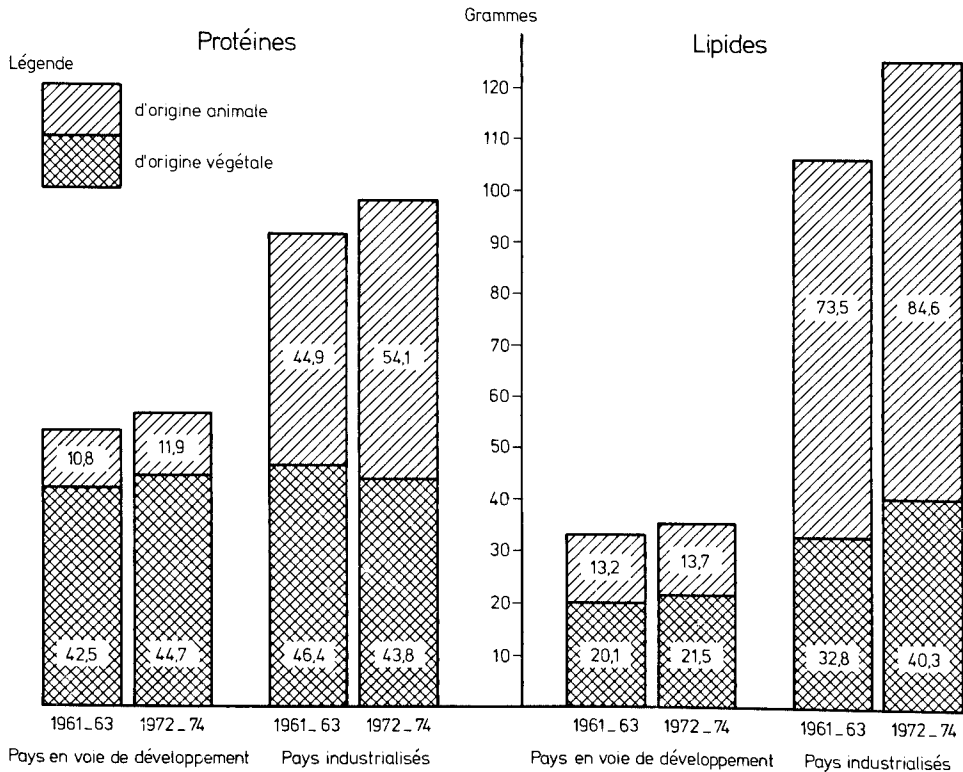


Figure 4.3. Apport journalier par personne en grammes de protéines et de lipides dans les pays en voie de développement et industrialisés, en 1961–1963 et 1972–1974 (FAO, 1977).

4.2.2 Contribution des aliments d'origine végétale et animale aux régimes alimentaires

Dans les pays en voie de développement, les apports sont non seulement souvent inadéquats en relation avec les besoins, mais ils sont aussi beaucoup plus monotones dans leur composition, les régimes alimentaires manquant de diversité. Le degré de développement économique et le niveau de revenus ont d'importantes implications quant aux types de nourriture que l'on peut produire pour la satisfaction des besoins humains. La composition des divers régimes alimentaires est indiquée sur le tableau 4.7 et représentée graphiquement sur les figures 4.4 et 4.5 en ce qui concerne leur apport en énergie, protéines et lipides.

Céréales Au niveau mondial, les céréales contribuent à raison de 49% à l'apport énergétique en 1972–1974, mais leur part dans les régimes alimentaires des pays industrialisés s'est abaissée de 36% en 1961–1963 à 31% en 1972–1974 (voir aussi figure 4.4). Ceci forme un net contraste avec les pays en voie de développement où 61% de l'énergie totale provient des céréales. En Afrique ce chiffre était d'une peu moins de 50% en 1972–1974. Le recours aux céréales comme source d'énergie présente son maximum dans les régions d'Extrême-Orient (environ 68%) et du Proche-Orient (environ 62%), et son minimum en Amérique Latine (environ 40%). Au cours de la période 1961–1963 à 1972–1974, l'importance des céréales comme composantes de base du régime alimentaire a été sans cesse en déclinant dans les pays industrialisés, par suite en partie de la proportion croissante de viande.

Racines & tubercules Ils sont une importante source d'énergie en Afrique où ils fournissent 21% de l'apport énergétique. Entre 1961–1963 et 1972–1974, la dépendance vis-à-vis de ce groupe pour l'énergie s'est amenuisée dans toutes les régions, sauf dans les pays les plus touchés.

Sucre C'est une importante source d'énergie dont la part dans les apports énergétiques par personne a été d'environ 13% dans les pays industrialisés et d'environ 7% dans les pays en voie de développement en 1972–1974. En Amérique Latine, cette part atteignait même 16,7%, mais dans les autres régions en voie de développement le sucre ne contribuait que dans un faible pourcentage à l'énergie (4,0–8,6%), la contribution la plus basse se situant en Afrique.

Légumineuses à graines, noix et graines oléagineuses Elles jouent un rôle vital dans les pays en voie de développement les plus gravement touchés, principalement en tant que source de protéines dont elles ont constitué presque 15% des apports en 1972–1974. Leur contribution en apports protéiques est tombée de 19% environ en 1961–1963 à 13,5% en 1972–1974 en Extrême-Orient. L'importance de ce groupe de produits en tant que source d'énergie dans le régime alimentaire est allée en déclinant dans toutes les régions en voie de développement, et spécialement celles d'Extrême-Orient.

Energie

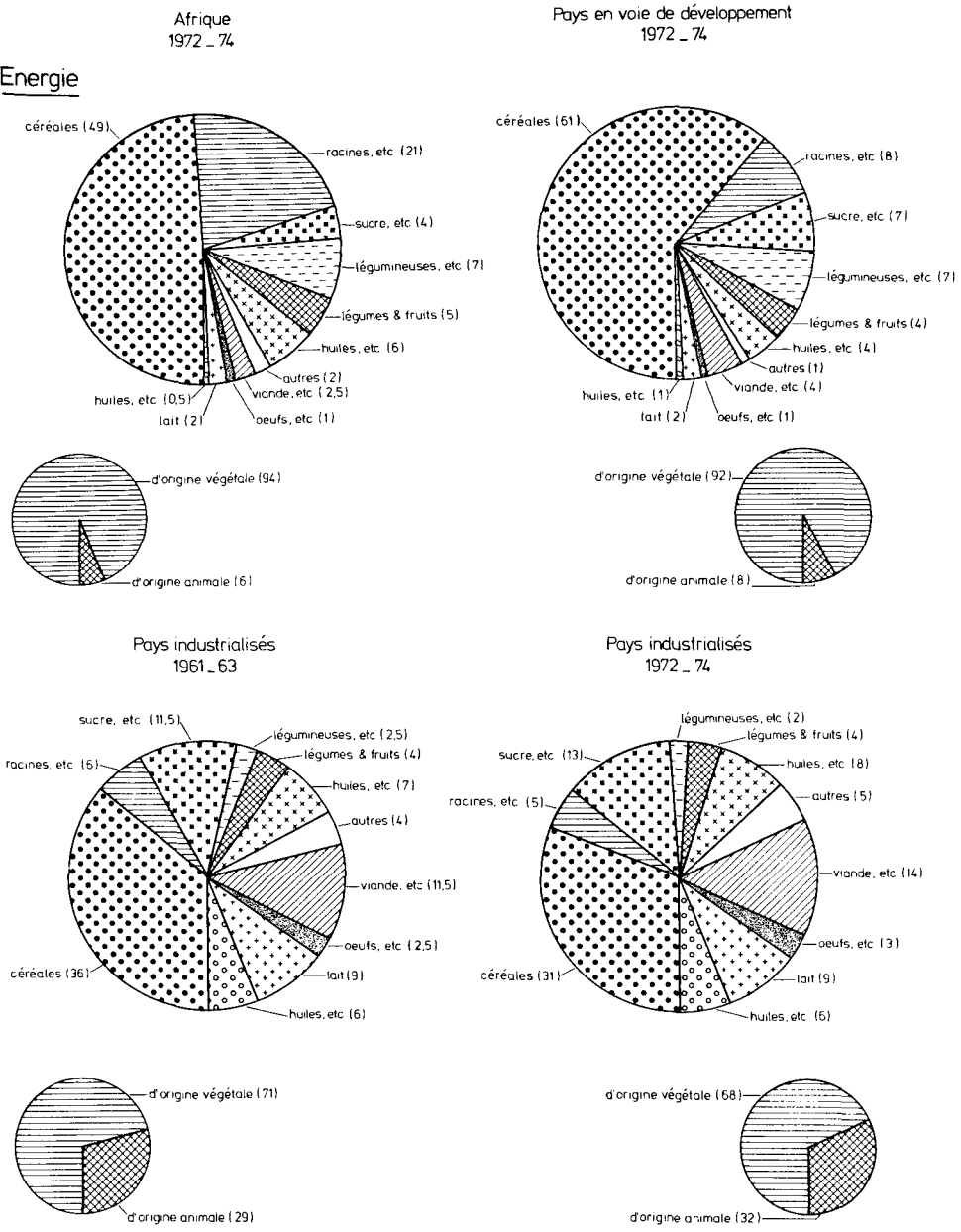
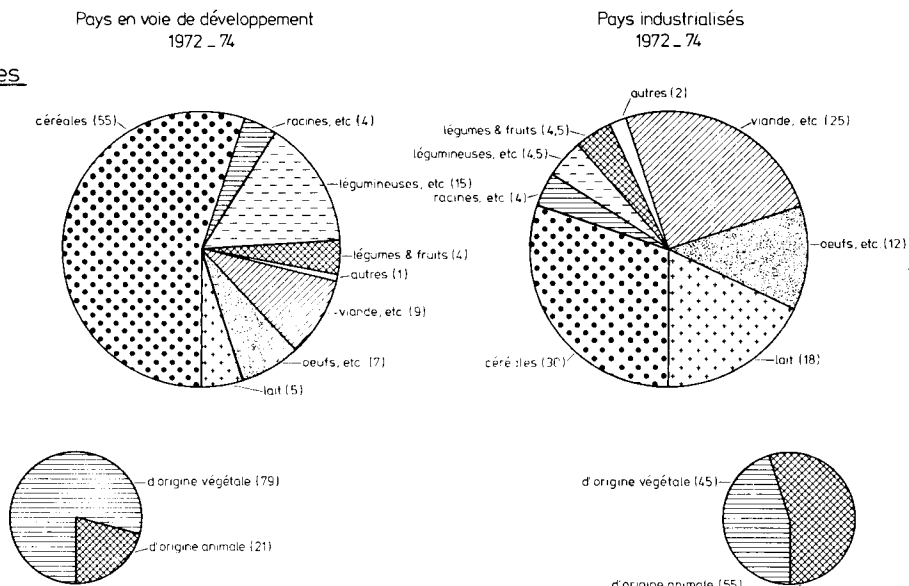


Figure 4.4. Régimes alimentaires en Afrique (1972-1974), dans les pays en voie de développement (1972-1974) et dans les pays industrialisés (1961-1963 et 1972-1974): pourcentage de l'apport énergétique de la ration alimentaire provenant des divers groupes d'aliments, et contribution respective des produits d'origine végétale et animale (FAO, 1977).

Protéines



Lipides

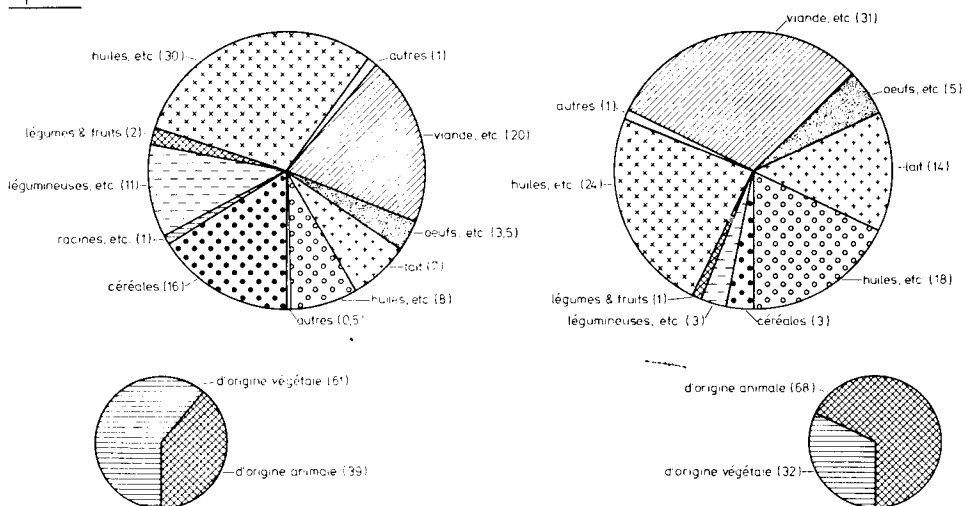


Figure 4.5. Régimes alimentaires dans les pays en voie de développement et dans les pays industrialisés (1972-1974): pourcentage de l'apport en protéines et en lipides de la ration alimentaire provenant des divers groupes d'aliments, et contribution respective des produits d'origine végétale et animale (FAO, 1977).

Légumes et fruits Ils représentent une importante source de minéraux et de vitamines et fournissent également énergie, protéines et de petites quantités de matières grasses. Leur disponibilité varie beaucoup selon les diverses régions, leur contribution à l'apport énergétique étant le plus élevée au Proche-Orient (6,3%) et en Amérique Latine (6,1%), plus même que dans les pays industrialisés (4%), et la contribution la plus basse se situant en Extrême-Orient (3,1%). Au niveau mondial, on doit à ce groupe de produits plus d'énergie qu'au groupe oeufs et poisson.

Huiles et graisses d'origine végétale et animale Elles constituent la plus importante source d'apports de lipides et elles y contribuent pour 41% au niveau mondial. Dans les pays en voie de développement la part des huiles et graisses végétales dans l'apport a été presque 4 fois celle des graisses animales en 1972–1974. Dans les pays industrialisés, ce sont les graisses animales qui ont la part la plus considérable dans les apports de lipides. Là, entre 1961–1963 et 1972–1974, la part des graisses d'origine animale disponibles subit un léger recul, alors que celle des huiles et graisses végétales s'accroît, ce qui révèle une diminution des disponibilités en graisses animales et une tendance à leur substituer les huiles et graisses d'origine végétale.

Viande & abats, oeufs, poisson et lait Ils font partie essentielle de la nourriture de base, surtout dans les pays industrialisés, où ils représentent 26% des apports énergétiques et 55% de ceux de protéines. Dans quelques régions en voie de développement aussi, ces produits ont contribué pour une bonne part aux apports protéique et énergétique (par exemple Amérique Latine, Proche-Orient). Mais en Afrique, et en Extrême-Orient qui comprend la majeure partie des populations les plus démunies, ce groupe de denrées n'a fourni en 1972–1974 que quelque 5% de l'énergie totale et 15–19% des protéines.

Viande & abats ont été dans le monde industrialisé d'importants éléments du régime alimentaire, fournissant pour 14% de l'énergie totale et 25% environ des protéines en 1972–1974. Leur part dans les régimes alimentaires des pays en voie de développement dans la période correspondante n'a revêtu quelque signification qu'en Amérique Latine où le groupe a contribué pour 7,5% aux apports d'énergie et pour 21,6% aux apports en protéines. Dans les autres régions en voie de développement, spécialement dans les pays les plus touchés et en Extrême-Orient, ce groupe de denrées n'a été qu'une insignifiante source d'énergie et de protéines (environ 1% et 3,5% respectivement). La situation ne s'est guère modifiée entre les années soixante et les premières années soixante-dix: la part de viande et abats en tant que source d'énergie s'est accrue dans les pays industrialisés, mais a régressé dans les pays en voie de développement, malgré une amélioration marginale dans quelques régions.

Le lait est, après la viande, la source de protéines d'origine animale la plus importante, et au niveau mondial il contribue pour 10% aux apports protéiques. Toutefois, s'il a fourni environ 18% de ces apports dans les pays industrialisés, sa part dans les régions en voie de développement n'est que de quelque 5%. La disponibilité de lait a été relativement meilleure en Amérique Latine et dans le Proche-Orient, son niveau

le plus bas étant en Extrême-Orient et en Afrique. Remarquable est néanmoins le fait qu'en Extrême-Orient la contribution du lait en énergie et protéines est le double de celle qui provient de la viande & abats.

Valeur énergétique des régimes alimentaires Sur la figure 4.4, les régimes alimentaires, exprimés en valeur énergétique montrent entre 1961–1963 et 1972–1974 de nettes modifications dans la consommation des céréales, sucre, viande, huiles & graisses et racines & tubercules chez les pays industrialisés. Dans les pays en voie de développement on note peu de changements, sauf une augmentation de la consommation de sucre et une diminution de celle de légumineuses à graines, noix, et graines oléagineuses. Il apparaît que lorsque la prospérité s'accroît, la consommation de produits d'origine animale s'accroît également (fig. 4.4, 4.5 et 4.6). Ceci veut dire qu'une plus grande partie des aliments de base (céréales principalement, mais légumineuses aussi) est donnée en nourriture aux animaux domestiques tels que bétail et volaille. Le taux de conversion de l'aliment végétal en aliment animal varie avec l'animal et avec le type de produit animal, mais dans la plupart des cas il est plutôt bas. Néanmoins, la valeur nutritionnelle – particulièrement la valeur protéique – de l'aliment animal est souvent beaucoup plus élevée que celle de l'aliment végétal. Si, dans tous les pays, on peut constater que les protéines fournissent environ 10% de l'apport énergétique, on constate aussi que c'est la proportion de protéines d'origine animale qui augmente avec le revenu du consommateur (fig. 4.6).

En général, l'attention portée au rendement protéique d'une culture devrait passer au second rang, après donc le rendement énergétique. Chez la plupart des populations qui ont les céréales pour aliment de base, de graves carences en protéines se produisent rarement, sauf s'il existe aussi une carence en énergie ou bien une sous-nutrition générale. La majorité des céréales contiennent en effet 6–12% de protéines par 100 g de partie comestible et sont souvent consommées accompagnées de quantités modérées de légumineuses et de légumes. Si les besoins énergétiques sont satisfaits, les carences en protéines, lorsqu'elles se présentent, restent bornées aux jeunes enfants. Pour satisfaire les besoins énergétiques des jeunes enfants, il faut que la nourriture ne soit pas trop volumineuse, autrement dit, que sa densité énergétique soit suffisante. Le principal déterminant de la densité énergétique est la teneur en lipides, et l'addition de lipides sera bénéfique pour augmenter l'apport énergétique dans le régime alimentaire des enfants.

4.3 Production vivrière tropicale et accroissement de la population: le cas de l'Afrique

La situation de la production vivrière dans les régions tropicales contient deux éléments dont les exigences sont inégales vis-à-vis de l'agriculture. Le premier est le manque de nourriture suffisante par habitant, ce à quoi il ne peut être remédié qu'en augmentant la production agricole quelque part dans le monde. Le second est la malnutrition, un problème dont la solution dans de nombreux cas dépend davantage de l'éducation et de la distribution des disponibilités alimentaires que de l'agriculture.

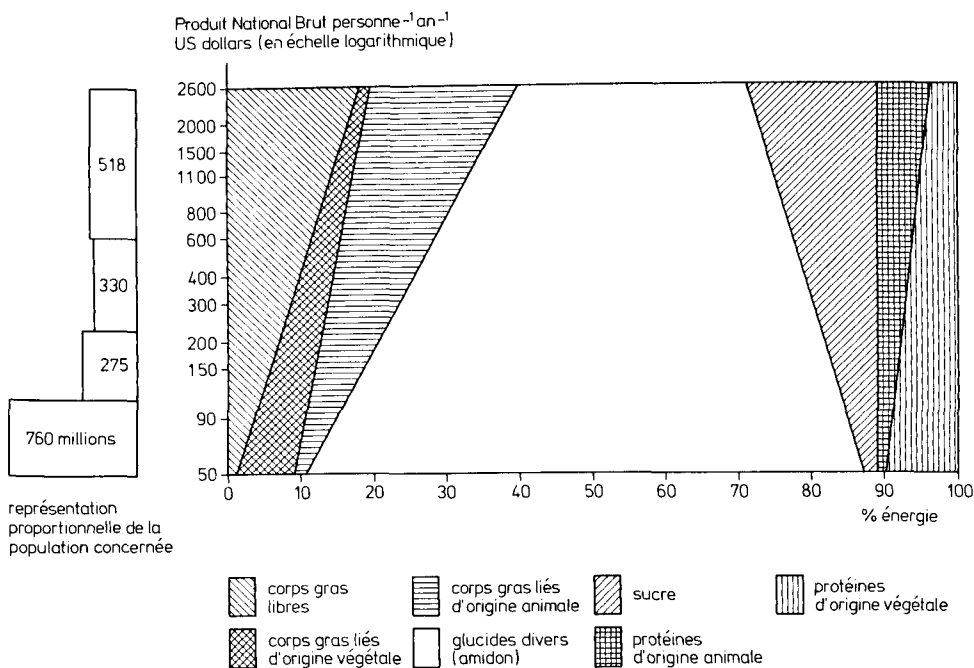


Figure 4.6. Relation entre revenu et origine énergétique diététique. Corrélation basée sur 85 pays, 1962 (d'après Périssé et al., 1969).

Dans une grande partie des régions tropicales l'amélioration et le développement de l'agriculture sont retardés par l'existence de nombreuses maladies endémiques, par de basses normes d'hygiène et par une malnutrition fréquente, ce qui diminue l'activité physique et l'initiative de la population.

4.3.1 Le problème mondial de l'alimentation

Pouvoir nourrir sa population humaine a été depuis fort longtemps un souci majeur dans le monde entier. Les taux d'accroissement démographique mondiaux sont restés stables, à environ 1% par an, jusqu'en 1930, une population de 2 milliards étant alors atteinte. Le troisième milliard fut atteint en 1960, le quatrième milliard en 1975, et le sixième milliard est attendu avant l'an 2000. La majeure partie de cette explosion démographique prend place sous les tropiques, tout d'abord en Asie. Bien que la production vivrière mondiale ait généralement suivi le rythme de l'accroissement de la population, il est résulté du bond quantitatif de la population depuis la dernière guerre mondiale une course entre population et production vivrière. La ration alimentaire d'une large partie de la population dans le monde en voie de développement est insuffisante, quelles que soient les normes qu'on adopte. La crise alimentaire mondiale est devenue apparente vers la fin de 1972, et s'est accentuée par une combinaison de pro-

blèmes à long terme et d'échecs temporaires dus à des conditions climatiques défavorables. A cause des pénuries par suite de l'accroissement de la population, des mauvaises récoltes, de la hausse brutale du prix des hydrocarbures et de la réduction donc des envois d'aide alimentaire, des milliers de gens finiront par mourir de faim.

Deux possibilités existent pour accroître la production agricole. L'une est l'emploi de nouvelles terres jusqu'alors inutilisées, et l'autre est d'obtenir de plus forts rendements de la terre déjà utilisée. Cependant, la mise en valeur de terres inutilisées pose divers problèmes. La solution immédiate la plus pratique est d'augmenter le rendement par hectare sur les superficies déjà sous culture. En appliquant les connaissances actuelles on pourrait au moins doubler les rendements des cultures dans les pays les moins développés. Une moitié de cet accroissement serait due à l'amélioration des conditions du sol (principalement fertilisants et irrigation) et l'autre moitié à toute une série de mesures dont surtout amélioration génétique, lutte contre les maladies, les prédateurs et les mauvaises herbes, ainsi qu'amélioration des techniques culturales. Techniquement, le problème de la suppression des pénuries alimentaires peut être résolu. Ce qui entrave sa solution est la lente diffusion des techniques améliorées, et en tout premier lieu le capital initial et les dépenses récurrentes nécessaires pour leur mise en pratique.

La production de certaines cultures telles que blé, maïs et orge pourrait être fortement et rapidement augmentée dans quelques uns des pays les plus industrialisés, mais de quelle utilité seraient véritablement ces surplus quand les coûts de transport, manutention et distribution au consommateur sont trop élevés? La véritable solution à la pénurie alimentaire dans le monde se situe maintenant dans l'accroissement de la production dans les régions où la nourriture est insuffisante. Il est probable qu'on ne pourra pas y parvenir sans de considérables changements dans les techniques culturales ainsi que dans les denrées agricoles produites. En outre, ce n'est pas seulement une question d'intrants agricoles en plus fortes quantités, dont découleraient plus d'emploi, un pouvoir d'achat plus haut, de plus grandes disponibilités en nourriture par tête d'habitant, etc. Si dans les pays en voie de développement l'accroissement de la production vivrière doit aller de pair avec celui de la population dans le région, il faudra recourir inévitablement à une restructuration des systèmes de distribution et à une modification des attitudes. Des changements d'attitudes seront d'ailleurs nécessaires non seulement dans les pays en voie de développement, mais aussi dans le monde industrialisé.

4.3.2 *Malnutrition*

Elle est fort répandue sous les tropiques, où elle touche probablement les deux tiers de la population. Les céréales, spécialement le riz, fournissent les apports énergétiques de base pour la plupart des populations humaines. Par suite de la quantité dans laquelle elles sont consommées, combinée à leur appréciable teneur en protéines, les céréales sont aussi quantitativement les principaux fournisseurs de protéines dans les pays en voie de développement. Les légumineuses à graines, qui ont une teneur en protéines

plus élevée que les céréales, sont un groupe dont la production peut être intensifiée. Les légumes-feuilles ne doivent pas non plus être oubliés. Mais c'est en protéines d'origine animale qu'il y a déficit.

Les carences en vitamines et minéraux pourraient être considérablement réduites par la consommation de fruits et de légumes-feuilles. Ils sont souvent à disposition, mais on ne les utilise pas. Ils pourraient être cultivés en quantités suffisantes sans difficultés.

Les carences alimentaires sont souvent accentuées par l'existence de préjugés alimentaires ou de tabous. Ceux-ci varient fortement de place en place, mais réduisent souvent la consommation d'aliments protéiques d'origine animale dont les femmes enceintes ou allaitantes et les enfants ont besoin (lait de vache, oeufs, viande, poisson, entre autres).

C'est parmi les peuples d'Extrême-Orient que les risques de sous-alimentation sont les plus répandus. Selon la FAO, plus de 60% du nombre total de mal-nourris dans les pays en voie de développement se trouvent dans cette partie du monde: 1042 millions, ce qui représente plus du quart de sa population totale, dans la période 1972-1974. En Afrique, la proportion des mal-nourris par rapport à la population totale est comme en Extrême-Orient de 28%, mais en valeur absolue, leur nombre (301 millions) est largement trois fois moindre qu'en Extrême-Orient.

4.3.3 Le cas de l'Afrique

De toutes les régions en voie de développement, l'Afrique est la seule où la production alimentaire a moins augmenté que la population dans les années soixante-dix. Le taux moyen de croissance annuelle de la production en 1970-1976 n'a été que de 1,2%, soit moins de la moitié de celui de la population (2,7%). Cette situation se compare défavorablement avec les années soixante, lorsque la production alimentaire gardait à peu près le même accroissement que la population.

Malgré de meilleures performances en 1974 et en 1976, l'image générale des premières années soixante-dix est inquiétante. Les disponibilités alimentaires par personne, qui étaient déjà basses au début de la décennie, sont en général tombées à un niveau plus bas encore. En 1969-1971, les apports énergétiques moyens du régime alimentaire ne couvraient que 92% des besoins, dont les normes étaient déjà les plus basses de tous les pays en voie de développement. Ces apports sont tombés à 91% en 1972-1974, avec non moins de 32 pays sur les 40, où les apports étaient en dessous des besoins nutritionnels. L'uniformité relative de la croissance de la production vivrière dans les diverses sous-régions d'Afrique pendant les années soixante, a fait place à une image plus variée dans les années soixante-dix (tableau 4.8). Tout particulièrement en Afrique Occidentale et Centrale, les résultats ont été médiocres. Malgré de meilleurs résultats en 1976, quand seulement 5 des 47 pays africains en voie de développement ne sont pas parvenus à augmenter leur production, au lieu de 10 en 1975, l'Afrique continue à se placer loin derrière les autres. Une explication partielle est que 15 des 29 pays les moins développés et 26 des 45 pays les plus gravement touchés sont en Afrique.

Le déclin de la production vivrière disponible par personne a mené en Afrique à une forte augmentation des importations alimentaires. Leur volume ne s'est pas accru de moins de 36% entre 1970 et 1976, tandis que le volume des exportations agricoles a en fait baissé de 9%. Ceci a lourdement pesé sur la balance des paiements de bien des pays africains. En termes monétaires, la balance du commerce agricole africain s'est rapidement détériorée. De 1970 à 1976, la valeur des importations agricoles a augmenté presque deux fois plus vite que celle des exportations agricoles. En 1970-1971, la valeur des exportations agricoles, atteignait deux fois et demie celle des importations agricoles, mais en 1975-1976, cette valeur n'était plus qu'une fois et demie celle des importations agricoles. Si cette tendance se poursuit, l'Afrique deviendrait rapidement un importateur absolu de produits agricoles, ce qui serait une très grave situation dans une partie du monde où quelque trois quarts de la population active travaillent dans l'agriculture, et qui a grand besoin des devises étrangères pour soutenir son développement.

Le problème alimentaire est donc crucial en Afrique. Augmenter la production vivrière et améliorer sa distribution sont de la plus haute importance, non seulement pour assurer une alimentation adéquate, mais aussi pour éliminer une des principales contraintes en matière de développement économique et social.

4.4 Bibliographie

- Adrian, J., G. Legrand & R. Frangne, 1981. Dictionnaire de biochimie alimentaire et de nutrition. Technique et Documentation. Paris.
- CIMMYT, 1981. Report on wheat improvement 1979. Mexico City. Mexico.
- FAO, 1974. Annuaire de la production. vol. 27. Rome.
- FAO, 1975. The state of food and agriculture 1974. Rome.
- FAO, 1977. The fourth FAO world food survey. Rome.
- FAO, 1978. The state of food and agriculture 1977. Rome.
- FAO, 1979a. Annuaire du commerce. vol. 32. Rome.
- FAO, 1979b. Annuaire de la production. vol. 32. Rome.
- FAO & WHO, 1973. Energy and Protein requirements. FAO Nutr. Meetings Report Series no 52. World Health Org. Techn. Report Series no 522.
- Flach, M., 1979. Ecological competition among the main moisture rich staples in the tropics and subtropics. Paper presented to the 5th International Tropical Root Crops Symposium in Manila. Univ. Agriculture. Wageningen.
- Hautvast, J. G. A. J. & J. A. Zwartz, 1979. Food supplies, nutrition and plantbreeding. Dans: J. Sneepe & A. J. T. Hendriksen, eds. Plantbreeding perspectives. Pudoc. Wageningen: 1-46.
- ICRISAT, 1981. Annual report 1979/1980. Patancheru. India.
- IITA, 1981. Annual report for 1980. Ibadan. Nigeria.
- IRRI, 1980. Annual report for 1979. Los Baños. Philippines.
- Klaver, W., 1983. Communication personnelle.
- Périsse, J., F. Sizaret & P. François, 1969. The effect of income on the structure of the diet. Nutr. Newsletter 7(3): 1-9.
- Platt, B. S., 1971. Tables of representative values of foods commonly used in tropical countries. Medic. Res. Council; Spec. Rep. Series 302; Her Maj. Stat. Off. London.
- Rachie, K. O. & L. M. Roberts, 1974. Grain Legumes of the lowland tropics. Adv. Agron. 26: 1-132.
- Sanchez, P. A., 1976. Properties and management of soils in the tropics. Wiley. New York: 1-51.

Vries, C. A. de, J. D. Ferwerda & M. Flach, 1967. Choice of food crops in relation to actual and potential production in the tropics. *Neth. J. Agric. Sci.* 15 (4): 241–248.

4.5 Tableaux

Tableau 4.1. Production et superficie de quelques groupes de cultures vivrières (1977).

	Pays en voie de développement				Pays industrialisés		Monde	
	Afrique		total		× 10 ³	%	× 10 ³	%
	× 10 ³	%	× 10 ³	%				
<i>Production (tonnes)</i>								
céréales	42895	2,9	705599	47,8	770513	52,2	1476111	100
canne à sucre	28817	3,9	666609	90,6	68964	9,4	735573	100
racines & tubercules	75575	14,6	289243	56,0	226953	44,0	516196	100
légumineuses à graines ²	7575	4,9	92111	59,4	63069	40,6	155179	100
légumes	11438	3,6	184839	57,7	135190	42,3	320029	100
fruits	25108	9,9	139291	54,6	115612	45,4	254903	100
<i>Superficie (ha)</i>								
arable ¹	181294	12,4	790808	54,1	671209	45,9	1462017	100
sous céréales	56180	7,5	441569	58,6	311653	41,4	753223	100
sous racines & tubercules	11064	23,3	33082	69,7	14414	30,3	47496	100
sous légumineuses à graines ²	16126	10,8	113599	76,3	35199	23,7	148799	100
<i>% de la superficie arable</i>								
céréales		31,0		55,8		46,4		51,5
racines & tubercules		6,1		4,2		2,1		3,2
légumineuses à graines ²		8,9		14,4		15,2		10,2
Population	337902	8,2	2966750	72,3	1136810	27,7	4103570	100

1. Superficie en cultures annuelles et pérennes et en jachère.

2. Soja et arachide inclus.

Source: FAO (1979b).

Tableau 4.2. Quelques cultures vivrières tropicales des pays en voie de développement et leur apport en énergie, glucides, protéines et lipides (1977).

Culture	Production ha ⁻¹				Production ha ⁻¹ jour ⁻¹												
	Production (10 ⁶ tonnes)	Superficie (10 ⁶ ha)	Rendement moyen (tonnes ha ⁻¹)	Partie comestible (%)	Énergie (kg ⁻¹)	kcal	Énergie (ha ⁻¹)	Glucides (tonnes ha ⁻¹)	Protéines (kg ha ⁻¹)	Lipides (kg ha ⁻¹)	Énergie (ha ⁻¹)	10 ³ kJ 10 ³ kcal	Glucides (kg ha ⁻¹)	Protéines (kg ha ⁻¹)	Lipides (kg ha ⁻¹)		
Céréales																	
blé	124,189	95,633	1,299	100	14,448	3,440	19	4,5	0,91	149	26	120	155	37	7,6	1,3	0,22
maïs	110,418	68,230	1,618	100	15,246	3,630	25	5,9	1,15	162	73	120	206	49	9,6	1,4	0,61
riz	344,821	139,390	2,474	70	14,784	3,520	26	6,1	1,39	121	9	150	172	41	9,2	0,8	0,06
sorgho	46,247	45,087	1,026	90	14,910	3,550	14	3,3	0,66	96	31	135	101	24	4,9	0,7	0,23
Racines & tubercules																	
igname	19,137 ¹	1,975 ¹	9,689 ¹	85	4,368	1,040	36	8,6	1,98	165	17	280	130	31	7,1	0,6	0,06
manioc	117,863	12,932	9,114	83	6,426	1,530	49	11,6	2,80	53	15	330	147	35	8,5	0,2	0,05
patate douce	100,681	12,009	8,384	88	4,788	1,140	35	8,4	1,92	118	22	135	260	62	14,2	0,9	0,16
potame de terre	41,164	4,264	9,655	88	3,150	750	27	6,4	1,44	170		180	147	35	8,0	0,9	
Oléagineux																	
colza	3,371	6,591	0,511	100	22,848	5,440	12	2,8	0,12	112	204	120	97	23	1,0	0,9	1,70
sesame	1,932	6,242	0,310	90	24,864	5,920	7	1,7	0,05	56	140	120	59	14	0,4	0,5	1,16
tournesol	1,651	1,974	0,836	63	22,008	5,240	12	2,8	0,12	142	190	120	97	23	1,0	1,2	1,58
Légumineuses à graines																	
arachide (sèche)	15,907	17,731	0,897	70	24,318	5,790	15	3,6	0,11	170	283	120	126	30	0,9	1,4	2,35
niébé	1,08 ²	2,99 ²	0,362 ²	100	14,280	3,400	5	1,2	0,22	80	5	120	42	10	1,8	0,7	0,05
pois chiche	6,747	9,967	0,677	100	15,456	3,680	11	2,5	0,04	135	34	130	80	19	3,2	1,0	0,26
pois d'Angole	2,61 ²	2,91 ²	0,931 ²	100	13,776	3,280	13	3,1	0,54	186	19	200	63	15	2,7	0,9	0,09
soja	29,596	24,499	1,208	100	16,044	3,820	19	4,6	0,24	423	217	120	160	38	2,0	3,5	1,81
Cultures fruitières																	
bananier & plantain	55,191	?	15,000 ³	59	5,124	1,220	45	10,8	2,57	89	27	365	113	27	7,0	0,2	0,07

Sources principales: FAO (1979b), 1. FAO (1974), 2. Rachic & Roberts (1974), 3. Estimation personnelle.

Tableau 4.3. Production de matière sèche en pour cent de la partie de la plante.

Culture	Racines	Feuilles et tiges	Produit	Comestible
Graminées fourragères	40	60	–	6
Colza	9	65	26 (graine)	26
Blé	9	55	36 (fruit)	36
Pois	10	40	50 (fruit)	50
Pomme de terre	3	15	82 (tubercule)	82

Source: De Vries et al. (1967).

Tableau 4.4. Rendement mondial moyen (1977) et rendement maximal en régions tropicales (jusqu'en 1979–1980) de quelques cultures de céréales et de racines & tubercules.

Culture	Rendement moyen (1977)		Rendement maximal (jusqu'en 1979–1980)			
	tonnes ha ⁻¹	énergie ha ⁻¹ jour ⁻¹		tonnes ha ⁻¹	énergie ha ⁻¹ jour ⁻¹	
		10 ³ kJ	10 ³ kcal		10 ³ kJ	10 ³ kcal
<i>Céréales</i>						
blé	1,665 ¹ (en 120 jours)	183	46	8,790 ³ (en 125 jours)	1016	242
maïs	2,938 ¹ (en 120 jours)	370	88	8,633 ⁴ (en 120 jours)	1096	261
riz	2,572 ¹ (en 150 jours)	176	42	7,800 ⁵ (en 103 jours)	785	187
sorgho	1,320 ¹ (en 135 jours)	151	36	7,230 ⁶ (en 95 jours)	962	229
<i>Racines & tubercules</i>						
igname	9,740 ¹ (en 280 jours)	130	31	60,000 ² (en 275 jours)	811	193 ²
manioc	9,114 ¹ (en 330 jours)	147	35	100,000 ² (en 305 jours)	1747	416 ²
papate douce	8,470 ¹ (en 135 jours)	265	63	43,100 ² (en 122 jours)	1487	354 ²
taro	5,377 ² (en 120 jours)	181	43 ²	128,700 ² (en 365 jours)	1424	339 ²

Sources: 1. FAO (1979b), 2. Flach (1979), 3. CIMMYT (1981), 4. IITA (1981), 5. IRRI (1980), 6. ICRI-SAT (1981).

Tableau 4.5. Comparaison de la valeur nutritionnelle entre les céréales et quelques tubercules; composition par 42 kJ (100 kcal) de partie comestible.

Culture	Protéine (g)	Ca (mg)	Fe (mg)	Vit. A (U.I.)	Vit. B ₁ (mg)	Vit. B ₂ (mg)	Acide nicoti- nique (mg)	Vit. C (mg)
Blé	3,2	5,8	0,73	±0	0,087	0,023	0,58	0
Riz blanchi	2,0	1,4	0,28	±0	0,017	0,0085	0,28	0
Mais	2,8	3,3	0,69	±0	0,096	0,036	0,55	0
Sorgho	2,9	9,0	1,26	±0	0,14	0,034	0,98	0
Patate douce	1,3	21,9	0,90	90	0,090	0,035	0,61	26
Manioc	0,46	16,3	0,65	±0	0,046	0,019	0,46	20
Igname	1,9	9,6	1,1	20	0,096	0,029	0,38	10
Taro	1,8	22,1	0,9	±0	0,09	0,027	0,9	4

Calculs basés sur les tables de composition des aliments de Platt (1971).

Tableau 4.6. Apport journalier par personne en énergie (en kJ, kcal et en pourcentage de l'apport recommandé), en protéines et en lipides (en g), dans les périodes 1961-1963 et 1972-1974.

Région	Apport d'énergie		Apport d'énergie en pourcentage de l'apport recommandé		Apport de protéines (g)	Apport de lipides (g)				
	1961-1963		1972-1974							
	kJ	kcal	kJ	kcal						
Pays en voie de développement à économie de marché	8 883	2 115	9 143	2 177	92	95	53,2	53,8	35,1	36,4
Afrique	8 711	2 074	8 879	2 114	89	91	52,2	53,0	36,0	36,7
Amérique Latine	10 097	2 404	10 660	2 538	101	107	64,0	64,8	52,2	56,6
Proche-Orient	9 626	2 292	10 261	2 443	93	100	63,0	64,8	41,3	47,7
Extrême-Orient	8 459	2 014	8 585	2 044	91	92	48,8	48,9	28,9	28,5
Pays d'Asie à économie planifiée	8 215	1 956	9 647	2 297	83	97	53,5	62,9	29,8	32,6
Tous les pays en voie de développement	8 656	2 061	9 290	2 212	89	96	53,3	56,6	33,3	35,2
Pays industrialisés à économie de marché	13 159	3 133	14 011	3 336	123	131	89,8	95,4	116,4	134,4
Amérique du Nord	13 957	3 323	14 819	3 528	126	134	100,6	104,1	152,1	167,1
Europe Occidentale	13 457	3 204	14 242	3 391	125	132	88,4	93,4	119,3	137,4
Océanie (Australie et Nouvelle-Zélande)	13 839	3 295	14 150	3 369	124	127	98,0	100,9	132,3	131,3
Europe de l'Est et URSS	13 604	3 239	14 549	3 464	126	135	94,5	103,3	85,5	105,0
Tous les pays industrialisés	13 306	3 168	14 188	3 378	124	132	91,3	97,9	106,3	124,9
Monde	10 139	2 414	10 702	2 548	101	107	65,4	68,5	56,6	61,1

Source: FAO (1977).

Tableau 4.7. Contribution des aliments d'origine végétale et animale aux régimes alimentaires en énergie, protéines et lipides, par personne par jour, 1972-1974.

Pays en voie de développement																		
Afrique											total							
	énergie			protéines			lipides			énergie			protéines			lipides		
	KJ	keal	%	g	%	g	%	g	%	kJ	keal	%	g	%	g	%	g	%
<i>Total</i>	8879	2114	100	53.0	100	36.7	100	9290	2212	100	56.6	100	35.2	100				
<i>Produits d'origine végétale</i>	8325	1982	94	43.0	81	28.4	77	8496	2023	92	44.7	79	21.5	61				
céréales	4322	1029	49	27.7	52	7.6	21	5670	1350	61	31.0	55	5.8	16				
racines & tubercules	1823	434	21	4.4	8	0.6	1	752	179	8	2.1	4	0.4	1				
sucres & miel	403	96	4	0.0	0	0.0	0	655	156	7	0.1	0	0.0	0				
légumineuses à graines, noix & graines oléagineuses	643	153	7	8.3	16	5.8	16	600	143	7	8.7	15	3.9	11				
légumes & fruits	441	105	5	1.9	3	0.5	1	336	80	4	2.4	4	0.6	2				
huiles & graisses végétales	508	121	6	0.0	0	13.8	38	391	93	4	0.0	0	10.6	30				
autres produits végétaux (dont boissons alcoolisées)	185	44	2	0.7	2	0.1	0	92	22	1	0.4	1	0.2	1				
<i>Produits d'origine animale</i>	554	132	6	10.0	19	8.3	23	794	189	8	11.9	21	13.7	39				
viande & abats	235	56	2.5	5.0	9.5	3.8	10.5	365	87	4	5.2	9	7.1	20				
oeufs, poisson & autres produits de mer	80	19	1	2.9	5.5	0.7	2	118	28	1	3.9	7	1.2	3.5				
lait	164	39	2	2.1	4	1.9	5	202	48	2	2.8	5	2.5	7				
huiles & graisses animales	67	16	0.5	0.0	0	1.8	5	109	26	1	0.0	0	2.8	8				
autres produits animaux	8	2	0	0.0	0	0.1	0.5	0	0	0	0.0	0	0.1	0.5				

Tableau 4.7. (suite)

	Pays industrialisés						Monde							
	énergie		protéines		lipides		énergie		protéines		lipides			
	kJ	%	g	%	g	%	kJ	%	g	%	g	%		
<i>Total</i>	14188	3378	100	97.9	100	124.9	100	10702	2548	100	68.5	100	61.1	100
<i>Produits d'origine végétale</i>	9702	2310	68	43.8	45	40.4	32	8841	2105	83	44.4	65	26.9	44
céréales	4351	1036	31	29.6	30	4.0	3	5292	1260	49	30.6	45	5.3	9
racines & tubercules	664	158	5	3.7	4	0.2	0	727	173	7	2.5	4	0.4	0.5
sucres & miel	1831	436	13	0.0	0	0.0	0	995	237	9	0.1	0	0.0	0
légumineuses à graines, noix & graines oléagineuses	340	81	2	4.4	4.5	3.5	3	525	125	5	7.5	11	3.8	6
légumes & fruits	609	145	4	4.4	4.5	1.0	1	416	99	4	2.9	4	0.7	1
huiles & graisses végétales	1130	269	8	0.1	0	30.4	24	605	144	6	0.0	0	16.3	27
autres produits végétaux (dont boissons alcoolisées)	777	185	5	1.6	2	1.3	1	281	67	3	0.8	1	0.4	0.5
<i>Produits d'origine animale</i>	4486	1068	32	54.1	55	84.5	68	1861	443	17	24.1	35	34.2	56
viande & abats	1903	453	14	24.8	25	38.5	31	807	192	7.5	10.8	16	16.2	27
oeufs, poisson & autres produits de mer	449	107	3	11.5	12	6.1	5	214	51	2	6.1	9	2.6	4
lait	1260	300	9	17.6	18	16.9	14	508	121	4.5	7.1	10	6.7	11
huiles & graisses animales	857	204	6	0.1	0	23.0	18	324	77	3	0.1	0	8.7	14
autres produits animaux	17	4	0	0.1	0	0.0	0	8	2	0	0.0	0	0.0	0

Source: FAO (1977).

Tableau 4.8. Accroissement moyen annuel de la production vivrière en Afrique et dans ses sous-régions: 1961–65 à 1970, et 1970 à 1976.

Sous-région	% par an	
	1961–65 jusqu'en 1970 ¹	1970 jusqu'en 1976
Afrique Nord-Ouest	2,9	2,5
Afrique Occidentale	2,2	0,3
Afrique Centrale	2,6	0,8
Afrique Orientale	2,8	1,7
Afrique Méridionale ²	3,1	4,2
Afrique totale	2,5	1,2

1. Moyenne sur cinq ans, centrée sur 1963.

2. Seulement les pays en voie de développement.

Source: FAO (1978).

4.6 Méthodologie suivie pour l'étude des groupes de cultures vivrières tropicales

Dans les chapitres 5 à 11 ci-après le plan adopté pour chaque groupe de cultures vivrières est le suivant:

1 Introduction

1.1 Généralités

1.2 Espèces, noms, origine et répartition

1.3 Importance économique, modes de consommation, préparation et utilisation

1.4 Composition chimique et valeur nutritionnelle

2 Botanique

2.1 Morphologie

2.2 Taxonomie

2.3 Croissance et développement

2.4 Cultivars

3 Ecologie

3.1 Facteurs climatologiques

3.2 Sols

4 Agronomie

4.1 Multiplication, préparations de semis/plantation etc., association

4.2 Phytotechnie

4.3/4.4 Autres aspects

5 Maladies et prédateurs

6 Récolte, rendement, stockage et transformation

- 6.1 Récolte
- 6.2 Rendement
- 6.3 Stockage
- 6.4 Transformation

7 Amélioration

8 Production, commercialisation et tendances

9 Caractéristiques particulières

10 Bibliographie

11 Tableaux

Ce plan facilite l'accessibilité des données par groupe et, dans le groupe, par culture. De plus, il permet la comparaison des données entre les groupes et entre les diverses cultures des groupes.

Ouvrages généraux utilisés dans les chapitres 5–11:

- Bourke, D. O'D., 1974. French-english horticultural dictionary. Techn. Commun. 35. Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops. Commonwealth Agricultural Bureaux. Slough.
- Ilaco, 1981. Agricultural compendium for rural development in the tropics and subtropics. Elsevier. Amsterdam.
- Merino-Rodriguez, M., 1966. Elsevier's Lexicon of Plant pests and diseases. Elsevier. Amsterdam.
- Ministère de la Coopération, 1980. Mémento de l'agronome. 3ième édition. Paris.

5 Les céréales

H. J. W. Mutsaers

5.1 Introduction

5.1.1 Généralités

Les céréales forment un groupe très varié, embrassant des espèces à exigences écologiques diverses, allant du riz pour les régions humides aux petits mils pour les régions arides. Néanmoins, les similarités entre les espèces, de nature surtout botanique, sont tellement nombreuses qu'un traitement collectif semble indiqué. Ceci d'autant plus que les similarités botaniques ont des conséquences pour les techniques culturales.

Du point de vue nutritionnel, les céréales sont souvent comparées avec d'autres sources de nutrition énergétique: les tubercules. Les céréales présentent quelques avantages importants:

- la valeur nutritionnelle par unité de poids frais est élevée, le transport par conséquent relativement bon marché;
- les céréales apportent au menu une part intéressante de protéines;
- le stockage est relativement simple, sous réserve que les grains soient bien séchés.

5.1.2 Espèces, noms, origine et répartition

Espèces, noms Les céréales sont les fournisseurs les plus importants du monde en tant que nourriture de base (A: staple food) tant en superficie plantée qu'en volume produit. Le tableau 5.1 donne les noms des espèces principales dans les deux groupes: les céréales majeures et les petits mils (voir aussi figure 5.1). Le mil à chandelle et les autres espèces secondaires sont souvent résumés sous le nom de 'petits mils', tandis que ces mêmes espèces plus le sorgho sont réunies sous le nom de 'mils'. Au Cameroun le nom de 'mil' se réfère au sorgho, le nom de 'petit mil' au *Pennisetum typhoides*.

Origine et répartition Le tableau 5.1 montre l'origine des céréales cultivées. Toutes les plantes incluses dans le groupe des 'mils' sauf le *Panicum* sont originaires d'Afrique, où elles occupaient probablement une place très importante avant l'arrivée du maïs. Le tableau 5.1 montre que pour le blé, le riz, l'orge, l'avoine et le seigle leur importance actuelle coïncide avec leur région d'origine, mais qu'en revanche les autres céréales ont atteint leur importance actuelle dans une autre région que celle dont elles sont originaires, tels le maïs, le sorgho, le mil à chandelle.



Figure 5.1. Quelques céréales (1). 1 *Hordeum vulgare*: orge; 2 *Triticum aestivum*: blé; 3 idem, à épi aristé; 4 *Oryza sativa*: riz (d'après Acland, 1975).

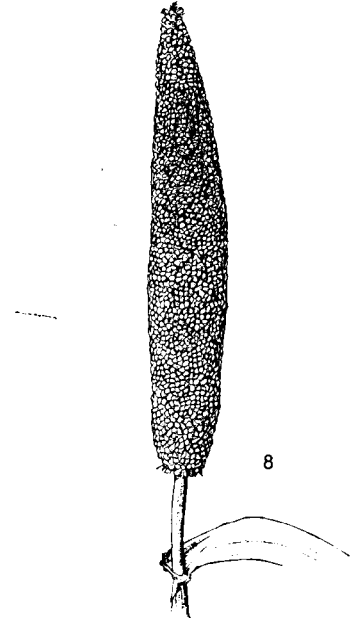
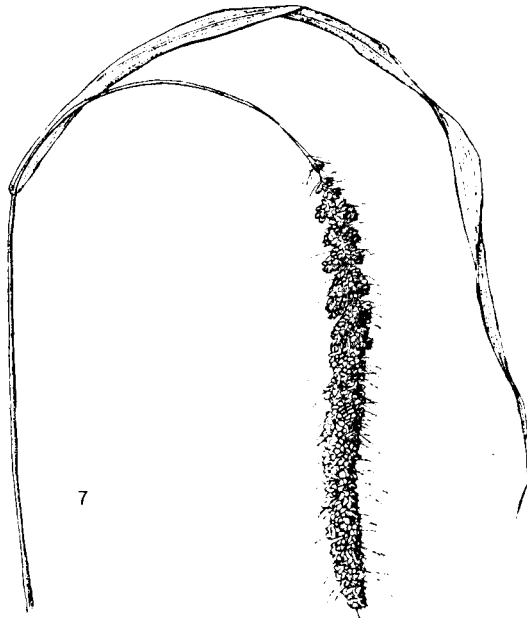
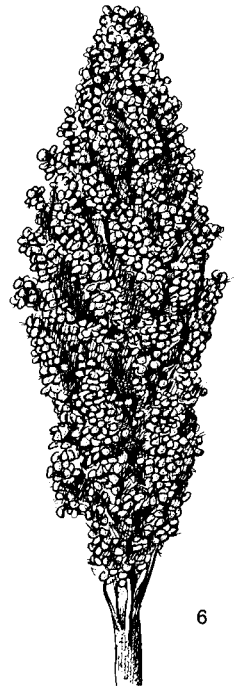


Figure 5.1. Quelques céréales (2). 5 *Sorghum bicolor*: sorgho à panicule lâche; 6 idem, à panicule compacte; 7 *Setaria italica*: sétaires; 8 *Pennisetum typhoides*: mil à chandelle (d'après Acland, 1975).



Figure 5.1. Quelques céréales (3). 9 *Zea mays*: maïs; 10 *Eleusine coracana*: éléusine (d'après Van den Abeele et al., 1951; Acland, 1975).

La répartition du maïs à travers le monde a commencé à l'ère des grandes découvertes, les agents de distribution ayant été surtout les Portugais. Le sorgho a été apporté en Inde dès les années 2000–3000 avant notre ère et en Chine au début de notre ère. Les esclaves ont apporté le sorgho aux Amériques. Pour la répartition géographique on se reportera à figure 5.2. Le blé, l'orge, le seigle et l'avoine sont surtout des cultures de régions tempérées. Il existe des cvs qu'on sème en automne, dits 'cvs d'hiver'. Ils s'établissent avant l'arrivée des gels, restent dormants jusqu'au printemps et mûrissent en été. En outre le blé et l'orge se cultivent comme 'culture d'hiver' aux extrémités de la zone tropicale et dans les subtropiques (Inde, Mexique, Sud-Espagne), où les températures d'hiver sont telles que ces espèces continuent à se développer, et mûrissent au printemps.

C'est surtout aux Etats-Unis ('Corn-belt') que le maïs et le sorgho ont atteint une stupéfiante expansion. Il n'en reste pas moins vrai que le maïs est un véritable cosmopolite, qui occupe aussi une place importante dans tous les climats de savane et de mousson de la zone tropicale, et dans les pays européens où la température d'été est suffisamment élevée (Espagne, France, Europe de l'Est). A un moindre degré c'est le cas aussi pour le sorgho.

Le riz est assez exigeant vis-à-vis de l'approvisionnement en eau. Sa répartition dans le monde est large mais dans les régions semi-arides l'irrigation est indispensable.

Les petits mils sont surtout des plantes de régions de savane et semi-arides là où le climat n'est pas favorable à la culture du maïs ou du sorgho. Le fonio est limité à la zone de savane de l'Afrique Occidentale.

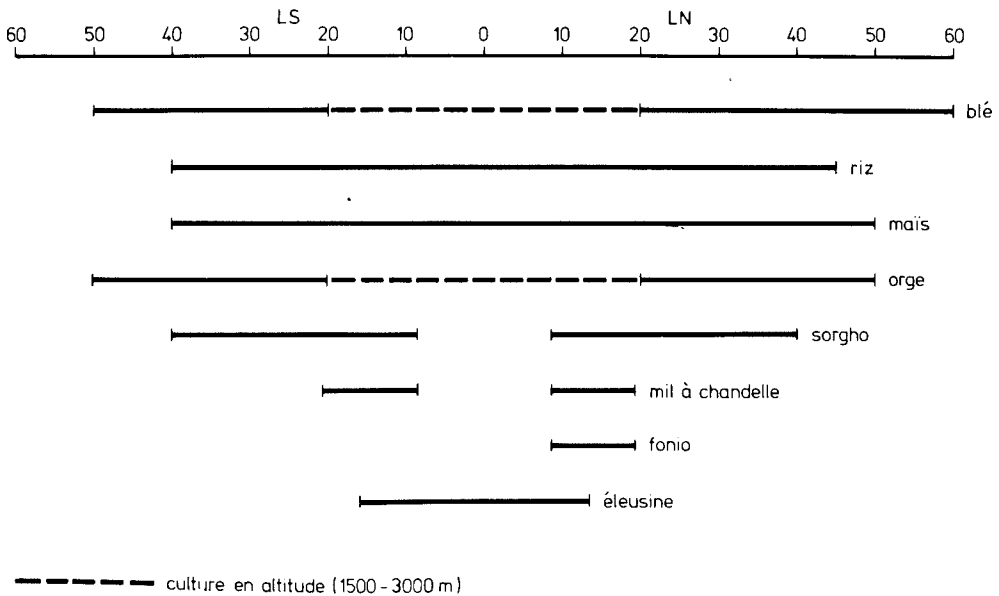


Figure 5.2. Distribution géographique de quelques céréales.

5.1.3 Importance économique, modes de consommation, préparation et utilisation

Importance économique Le tableau 5.2 indique les céréales principales en donnant les superficies plantées. Certaines d'entre elles ont une importance quasi-mondiale, comme le blé, le riz et le maïs, alors que d'autres sont d'une importance plus limitée comme le seigle pour les pays de climats tempérés et les petits mils pour la zone tropicale semi-aride. Le tableau 5.3 montre l'importance agricole des céréales en Afrique, dans les pays en voie de développement en général, et dans le monde.

L'importance relative des céréales en Afrique semble être nettement moindre que dans les autres pays en voie de développement. Il est possible que cette impression soit fautive: en comparaison avec les autres pays, un pourcentage plus élevé de la terre reste en jachère en Afrique.

Les productions par hectare en Afrique sont nettement plus basses que dans les autres pays en voie de développement. Les céréales y sont surtout des cultures de zones à basse pluviométrie, aux rendements faibles tandis qu'en Asie la céréale principale qu'est le riz se cultive sous des climats humides, souvent sous irrigation, avec des rendements relativement élevés. La zone humide en Afrique a en revanche une vocation de production de tubercules. Les pays en voie de développement produisent, sur une superficie s'élevant à 58,6% de la superficie mondiale réservée aux céréales, 47,8% de la production mondiale de céréales. Il ressort aussi du tableau 5.3 que la production par ha de céréales est environ 1,5 fois plus grande dans les zones développées que dans les pays en voie de développement. En Afrique en voie de développement le rendement est environ le tiers de celui en zones développées.

Modes de consommation Dans les pays industrialisés, moins d'un tiers de l'énergie provient de la consommation directe des céréales, en comparaison de quelque 60% dans les pays en voie de développement. Bien que dépendant fortement des céréales pour la consommation directe, les pays en voie de développement ont de bas niveaux de production et de consommation par habitant si on les compare aux pays industrialisés. Sur la totalité des grains céréaliers utilisés aux Etats-Unis et au Canada, moins de 10% sont consommés directement par l'homme. Plus de 90% servent à l'alimentation du bétail, ce qui est à l'origine du haut niveau de consommation de produits d'élevage, typique des pays industrialisés. En Asie du Sud et de l'Est, pratiquement toutes les céréales produites et importées sont consommées directement comme nourriture de l'homme. Moins de 1 kg par habitant sert à l'alimentation du bétail.

Préparation et utilisation (tableau 5.1) Dans les pays industrialisés une partie considérable de la production céréalière est consommée par le bétail (maïs, sorgho, orge, seigle, avoine), une autre partie est transformée pour l'alimentation de l'homme (riz, blé, seigle, avoine), en farine (maïs, blé), ou en boissons (orge, seigle). Dans les pays tropicaux, presque toute la production est réservée à la consommation humaine, une partie restreinte étant transformée en boissons (maïs, mils, riz).

Les céréales forment la nourriture de base d'une grande partie de la population

mondiale: le riz en Asie, le maïs en Amérique Latine, le maïs et les mils dans une grande partie de l'Afrique, le blé tendre sous forme de pain dans les zones tempérées et sous forme de chapatis en Inde, le blé dur en tant que macaronis et spaghettis en Italie et 'noodles' en Chine. Dans un grand nombre de pays tropicaux la consommation du pain va toujours en augmentant. Seul le blé produit une farine propre à la fabrication du pain bien que l'addition d'une certaine quantité d'autres farines (p. ex. de maïs et de manioc) soit possible. C'est pour cette raison que dans beaucoup de pays, dont le Cameroun, des efforts considérables sont faits pour introduire la culture du blé.

Il semble qu'il y ait pour les céréales un ordre décroissant de préférence en goût quasi universel: riz-maïs-sorgho-petits mils. En effet:

- là où les conditions sont aussi favorables pour le riz que pour le maïs, on trouve le riz comme culture principale (Asie);
- en Afrique le maïs après son introduction dès le 16ème siècle, a remplacé progressivement le sorgho là où les conditions étaient favorables au maïs.

Pour la fabrication industrielle de farine des différentes céréales on sépare souvent l'embryon de l'endosperme pour améliorer la conservabilité: la teneur assez élevée de l'embryon en matière grasse provoquerait un rancissement précoce. En même temps que l'embryon on enlève également le péricarpe et une partie de la couche aleurique. L'ensemble constitue un sous-produit très intéressant pour l'alimentation du bétail: les 'sons'. Chez le maïs on procède à l'extraction de l'huile des embryons, qui est d'une très bonne qualité.

Dans les zones tempérées, la culture du maïs et du sorgho comme producteurs de fourrage prend de plus en plus d'importance, par suite de leur production élevée en matière sèche et de leur teneur élevée en amidon et en protéine.

5.1.4 Composition chimique et valeur nutritionnelle

Les céréales sont cultivées pour leurs grains, dont la composition détermine leur valeur. Le tableau 5.4 présente des données moyennes sur la composition des grains céréaliers les plus importants.

La protéine de la plupart des céréales est déficiente en lysine et en acides aminés soufrés (méthionine, cystine). Le tableau 5.5 présente des données sur la qualité de la protéine de quelques céréales, comparée avec des protéines d'autres sources. Les déficiences se corrigent en adjoignant au menu d'autres sources de protéines qui apportent les acides aminés limitants. Ce sont surtout le lait, la viande, les poissons, les oeufs pour les acides soufrés, mais aussi certains légumes-feuilles comme p.ex. l'amarante et les feuilles de manioc. Les graines de légumineuses peuvent corriger une déficience en lysine.

Dans les grains céréaliers, 90-95% de l'acide nicotinique est présent sous forme de 'niacytine', non utilisable pour le système digestif humain. Le maïs étant aussi déficient en tryptophane, on trouve souvent la pellagre dans des régions où le maïs constitue la nourriture de base. Ce n'est pas le cas au Guatemala et au Mexique, où l'on trempe

le maïs dans l'eau de chaux avant d'en préparer la 'tortilla'. L'eau de chaux libère l'acide nicotinique, qui ainsi devient assimilable pour le système digestif humain.

L'amélioration moderne des céréales s'oriente vers l'amélioration qualitative et quantitative de la protéine. Pour le maïs, le blé et le riz on a fait d'importants progrès. Chez le maïs on connaît le complexe 'opaque-2', qui porte la qualité de la protéine au niveau de celle du soja.

L'assertion que comparées aux tubercules les graines des céréales sont supérieures du point de vue de la nutrition n'est pas entièrement justifiée (tableau 4.5): les tubercules sont plus faibles en protéine, mais la teneur en protéine peut certainement être améliorée par sélection. La valeur biologique est la même. Pour les vitamines du groupe B les tubercules sont comparables aux céréales.

On trouve dans les parties aériennes du sorgho un principe toxique, le glycoside cyanogénétique dhurrin, qui sous action enzymatique hydrolyse pour donner de l'acide cyanhydrique. Une quantité aussi minime que 0,5 g d'HCN est suffisante pour tuer une vache. La quantité de HCN varie selon les cvs et les conditions de culture; elle diminue généralement avec l'âge de la plante. Les plantes encore petites et les jeunes pousses ont une forte teneur en dhurrin, dont la majeure partie se trouve dans les feuilles. Les plantes après une période de sécheresse ainsi que les jeunes plantes de repousse sont une source dangereuse d'empoisonnement, et les risques sont probablement les plus grands quand leur croissance s'est faite après un arrêt dans la végétation. Le poison est détruit quand la plante est transformée en foin ou ensilée.

5.2 Botanique

5.2.1 Morphologie

Les céréales forment un groupe très homogène du point de vue morphologique, de même d'ailleurs que toute la famille des Gramineae. Le groupe se caractérise en bref comme suit: des plantes annuelles, plus ou moins tallées, à tiges rondes, composées d'entrenoeuds bien distincts qui sont séparés par les noeuds portant les feuilles alternées. Les feuilles comportent une gaine enveloppante et un limbe étalé. L'inflorescence est constituée d'épillets, le grain est un caryopse, morphologiquement plutôt un fruit. Voir aussi photographies 5.1 et 5.2.

Le caryopse Le caryopse est typique des Graminées et conforme à une structure générale (figure 5.3). Le péricarpe et le tégument séminal sont soudés (excepté chez l'éléusine). Le grain est vêtu ou nu selon que les enveloppes (glumès ou glumelles) restent attachées ou non au cours du battage (tableau 5.6). L'albumen consiste en amidon et protéine. C'est dans l'assise protéique que se trouve une partie considérable de la protéine et des vitamines. L'embryon contient des matières grasses, protéines, hydrates de carbone, hormones. L'endosperme se développe à partir des noyaux polaires du sac embryonnaire, fécondés par le pollen. Ce qui explique que les grains peuvent porter des caractères de la plante-père: la xénie chez le maïs.



Photographie 5.1. *Pennisetum typhoides*: mil à chandelle récolté.

La plantule Elle comporte des racines primaires (séminales), un 'rhizome' (l'épicotyle ou le mésocotyle (maïs)) qui soulève l'apex jusqu'au niveau du sol et la coléoptile qui enveloppe la première feuille (figure 5.4).

Les racines Bientôt les racines séminales dégèrent et sont remplacées par les racines coronales (adventives, de tallage), qui sortent des noeuds basaux au niveau du plateau de tallage. La plupart des racines se trouvent dans la couche superficielle du sol, mais



Figure 5.3. Structure schématique du caryopse du sorgho (d'après Cobley & Steele, 1976).



Photographie 5.2. *Sorghum bicolor*: sorgho retombant.

quelques unes peuvent descendre jusqu'à 1,5–2 m de profondeur. Les espèces ou cvs résistants à la sécheresse ont un système racinaire plus développé. Le sorgho, par exemple, a un système racinaire plus étendu que le maïs et de plus le nombre des fines racelles est à peu près le double que chez le maïs. Les cvs traditionnels du riz, adaptés à une nutrition limitée, surtout en azote, ont de plus longues racines que les cvs modernes. A la montaison, le maïs et le sorgho émettent à partir des entrenœuds les plus rapprochés du sol des racines d'ancrage (racines aériennes) qui pénètrent dans le sol.

La tige La tige (le chaume) de la plante adulte consiste en un nombre variable d'entrenœuds alternant avec des nœuds, à la base desquels les feuilles sont insérées. Le nœud et l'entrenœud de la tige sont séparés par une bande d'ébauches racinaires et d'un méristème intercalaire qui peut reprendre son activité dans certaines conditions. Sui-

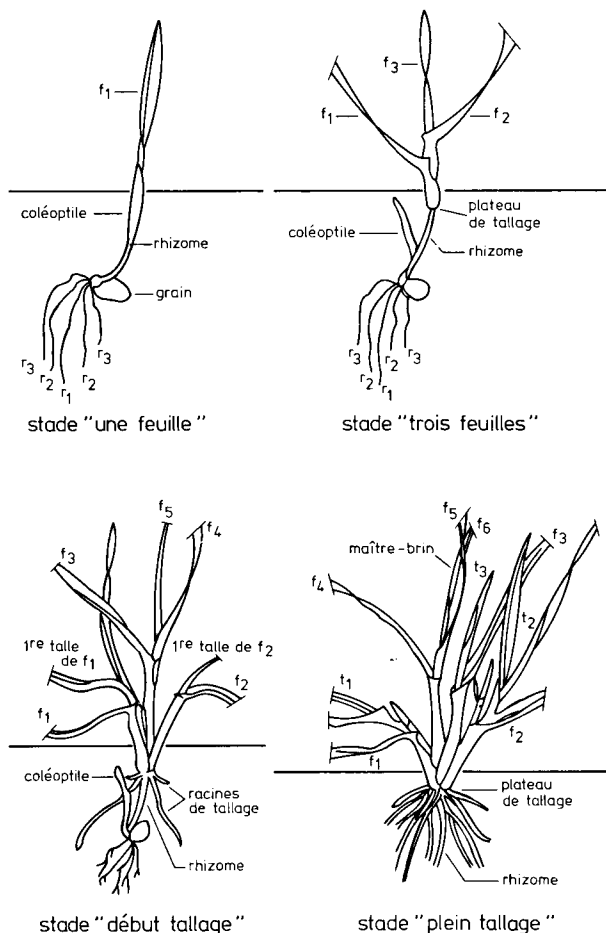


Figure 5.4. Stades du développement d'une céréale tallée (d'après Moule, 1980).

vant l'espèce, la tige est creuse ou pleine. Chaque feuille porte un bourgeon à son aisselle. Généralement, seuls quelques bourgeons situés à la base des entrenœuds inférieurs se développent et donnent des tiges secondaires. Les bourgeons inférieurs de ces dernières peuvent à leur tour s'accroître pour produire des tiges tertiaires et ainsi de suite. C'est de cette manière que se ramifie la tige principale, en formant un nombre plus ou moins grand de tiges appelées talles, disposées en une touffe plus ou moins épaisse (figure 5.5).

Les feuilles Elles se composent d'une gaine et d'un limbe à nervures parallèles. Sur le point de transition entre gaine et limbe on trouve souvent une ligule et deux auricules. Leur présence ou absence aussi que leur forme sont des caractères importants pour distinguer les différents cvs d'une même espèce (par exemple chez le riz). Après la montaison les gaines enveloppent étroitement l'entrenœud correspondant.

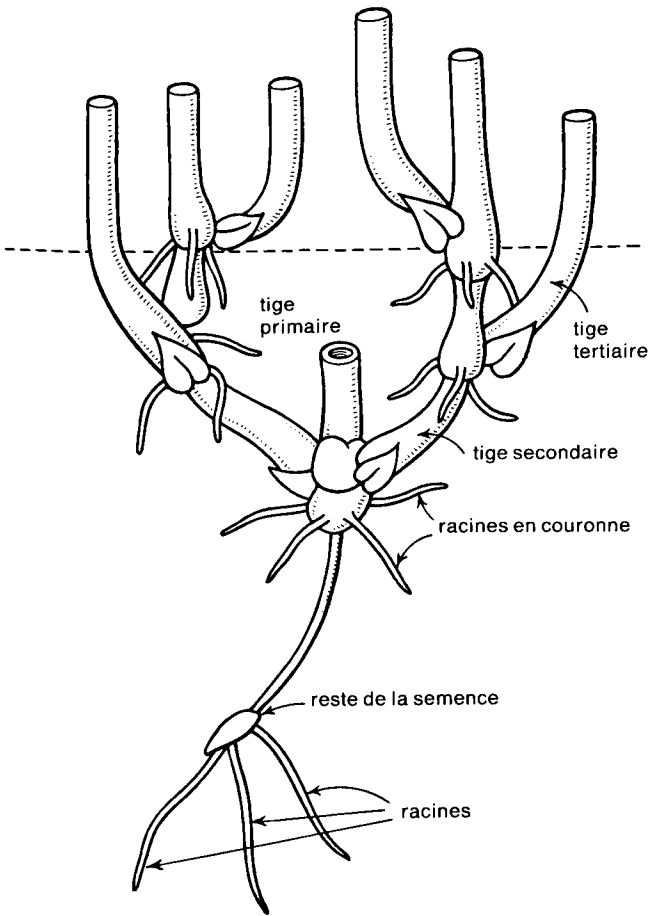


Figure 5.5. Système de tallage chez les Graminées (d'après Grist, 1975).

L'inflorescence L'unité florale de toutes les Graminées est l'épillet (A: spikelet). Selon les différentes espèces les épillets sont plus ou moins réduits. L'épillet comprend un axe court protégé à sa base par deux bractées (glumes): l'une est dite inférieure, l'autre supérieure. Sur cet axe sont insérés les fleurons (A: florets) en nombre variable. Chaque fleuron consiste en deux bractées ou glumelles (lemma, paléa) renfermant une fleur. Chez l'éleusine l'épillet porte plusieurs fleurons et est considéré comme primitif, le blé en contient 3-5, tandis que le riz n'en présente qu'un seul. La fleur a un ovaire supère en 3 carpelles soudées enfermant un seul ovule, avec deux styles se terminant chacun par un stigmate plumeux, avec en général 3 étamines à longs filets (chez le riz il y en a 6). Les épillets sont disposés en inflorescences, soit ouvertes, ramifiées (riz, avoine, sorgho, mil à chandelle: panicule), soit disposées le long d'un seul axe (blé, *Digitaria*, orge, seigle: épi). Le maïs porte deux types d'inflorescences: les fleurs mâles sont disposées dans une panicule terminale, tandis que les fleurs femelles se trouvent dans un épi à l'extrémité sur une branche modifiée (figures 5.6, 5.7, 5.8, 5.9).

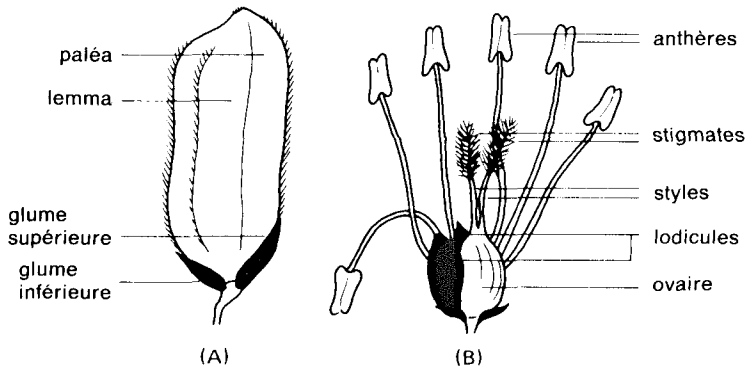


Figure 5.6. *Oryza sativa*. (A) Epillet. (B) Lemma et paléa enlevés afin d'exposer la fleur avec 6 étamines (d'après Cobley & Steele, 1976).

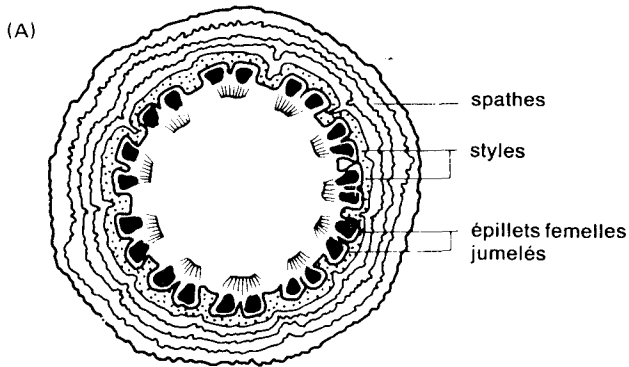


Figure 5.7. *Zea mays*. (A) Coupe transversale d'une inflorescence femelle.

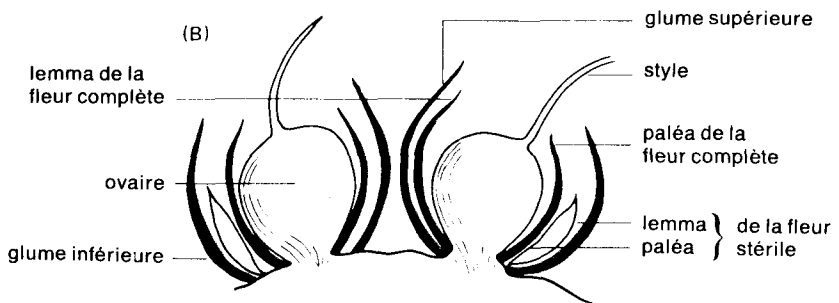


Figure 5.7. (suite). (B) Schéma d'un paire d'épillets femelles.

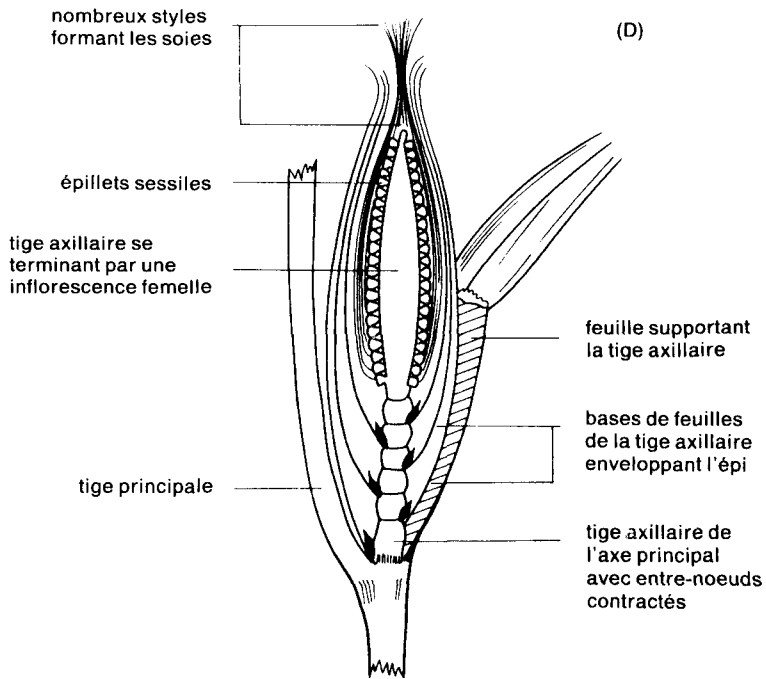
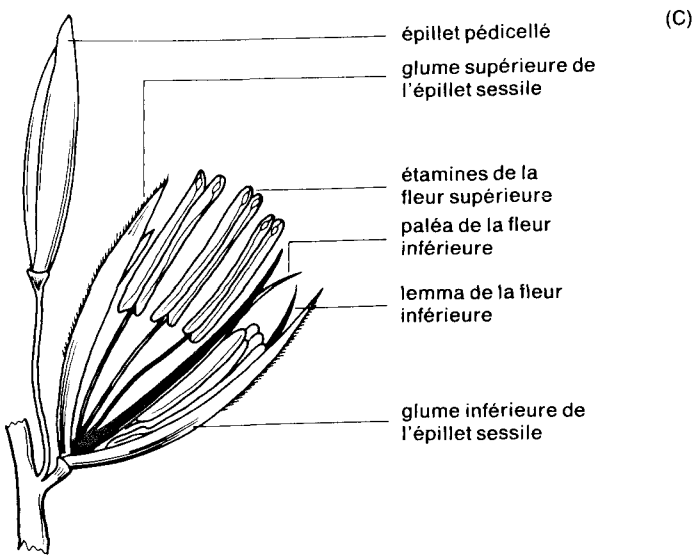


Figure 5.7. (suite). (C) Epillets jumelés, sessile et pédicellé, de l'inflorescence mâle; (D) Coupe longitudinale de l'inflorescence femelle (d'après Cobley & Steele, 1976).

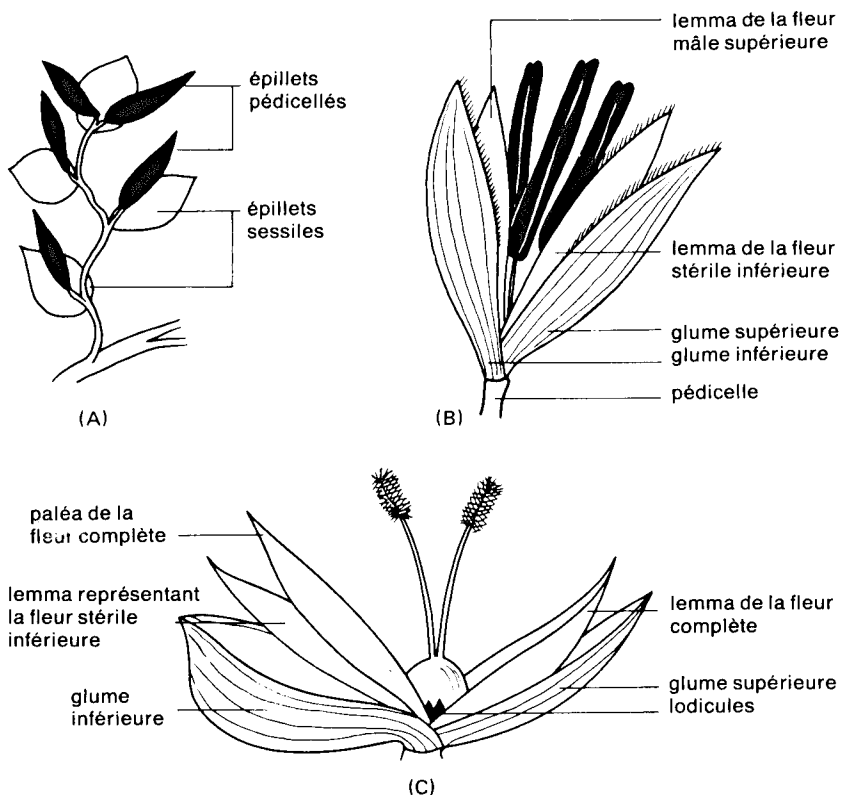


Figure 5.8. *Sorghum bicolor*. (A) Disposition des épillets pédicellés et sessiles sur les branches extrêmes d'une panicule. (B) Un épillet pédicellé avec une fleur mâle. (C) Un épillet sessile avec une seule fleur complète, dont les étamines ont été enlevées (d'après Cobley & Steele, 1976).

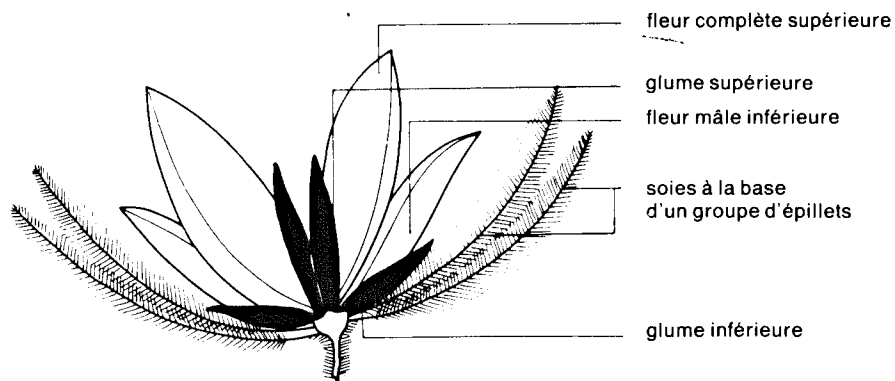


Figure 5.9. *Pennisetum typhoides*. Groupe d'épillets dont la plupart des soies ont été enlevées (d'après Cobley & Steele, 1976).

5.2.2 Taxonomie

La famille Gramineae ou Poaceae renferme quelques 620 genres et 10000 espèces. On a réparti la famille en six sous-familles et plusieurs tribus. Cette subdivision est basée en outre sur le caractère de l'inflorescence (les épillets en particulier) et la nature de la 'réduction florale'. Voir tableau 5.7 (les sous-familles des Bambusoideae et des Arundinoideae sont exclues). Ce tableau donne en outre des indications concernant certains croisements inter-génériques, parfois entrepris par les sélectionneurs. Parmi les combinaisons qui ont déjà réussi on peut citer *Triticum* × *Secale* et *Saccharum* × *Sorghum*, c'est-à-dire des croisements entre espèces de la même tribu.

5.2.3 Croissance et développement

Dans le développement de la plante céréalière on distingue les stades suivants:

- germination - début tallage
- tallage - montaison
- montaison - floraison
- floraison - maturité

La durée des différents stades dépend de l'espèce, du cultivar et des conditions extérieures, température surtout. Quelques chiffres indicatifs sont donnés dans le tableau 5.6.

Germination – début tallage Pour la plupart des céréales, les grains détachés de l'inflorescence sont capables de germer dès leur maturité, pourvu qu'ils aient été préalablement bien séchés. Le séchage rompt la dormance. Rien n'empêche que plusieurs céréales comme le riz, le blé puissent germer dans les gerbes sur le champ quand elles sont de nouveau mouillées par la pluie après un séchage partiel. Une dormance plus prononcée est trouvée chez le groupe 'indica' du riz (1–3 mois), chez le mil à chandelle (quelques semaines), et chez certains cvs du sorgho (1 mois). La germination des grains céréalières ne peut commencer que lorsque le grain ne contient pas plus d'eau que 25% de son poids sec.

Les différents organes de la plantule apparaissent dans la succession suivante: coléorhize, radicule, coléoptile, gemmule. La coléoptile est indispensable pour percer le sol et ne se rompt qu'après être hors du sol. C'est soit le mésocotyle soit l'épicotyle qui s'allonge et la structure qui résulte de cet allongement s'appelle 'rhizome' (figure 5.4).

En cas de semis profond du grain le rhizome est capable de soulever la gemmule au niveau du sol. De sorte que la plante est moins sensible à la profondeur du semis, sous réserve que la structure du sol soit bonne. La profondeur influe cependant sur la durée du stade de la levée et semble aussi influencer sur la vigueur de tallage qui est moindre par semis profond.

Le nombre de racines séminales émises par le grain dépend de l'espèce: allant d'une seule chez le sorgho et le mil à chandelle à 4–6 chez le blé et le maïs.

Pendant le stade de plantule la plante dépend entièrement des réserves emmagasinées dans le grain et de l'activité de ses racines primaires.

Tallage – montaison Les entrenoeuds au niveau du sol gonflent et forment le plateau de tallage. Ces entrenoeuds émettent les 'racines de tallage ou 'racines coronales'. Les bourgeons axillaires des 4 ou 5 noeuds inférieurs forment les talles primaires avec leurs racines coronales; celles-ci à leur tour peuvent former des talles secondaires, etc.

L'intensité de tallage dépend de plusieurs facteurs:

- L'espèce. Le tallage est très rare chez le maïs, alors qu'il est abondant chez le riz (tableau 5.6). Entre les cvs d'une espèce l'intensité de tallage varie souvent beaucoup. Pour le sorgho il existe des cvs tallants et d'autres non tallants. Pour les cvs du riz, type japonica, le tallage est modéré, chez le type indica le plus souvent il est fort.
- La disponibilité d'azote. Un fort apport d'azote provoque un fort tallage chez le riz et le blé. Le tallage est réduit quand le sol est pauvre.
- La profondeur du semis. Un semis profond amène une réduction du tallage.
- La densité du semis.

Jusqu'ici il s'est agi du 'tallage herbacé' dont un pourcentage plus ou moins élevé produit une inflorescence: le 'tallage utile'. Les talles improductives sont défavorables parce qu'une partie de la matière sèche y est inutilement investie.

En principe tous les bourgeons axillaires sont capables de former des branches mais chez la plupart des céréales leur développement est inhibé. Ce n'est que chez le mil à chandelle et l'éleusine qu'on constate le branchement de la tige. Les branches de même que les talles donnent des inflorescences. Chez le maïs un ou quelques bourgeons latéraux forment des 'branches modifiées' porteuses d'une inflorescence femelle terminale. La canne à sucre connaît le branchement après la floraison.

Montaison – floraison Après le tallage, quelques entrenoeuds commencent à s'allonger et l'apex se transforme en épi primordial. Lorsque l'inflorescence est complète, elle est prête à sortir. La montaison s'effectue en allant des talles les plus anciennes aux talles les plus jeunes. La floraison commence quelques jours après l'apparition de l'inflorescence. Si les stigmates sont réceptifs au moment où les anthères commencent à déverser leur pollen, la fleur s'autoféconde (par exemple chez le riz et l'orge). Sinon il y a allofécondation partielle ou complète.

Le tableau 5.6 montre le caractère de la fécondation chez les céréales principales. Pour le maïs il n'y a qu'une coïncidence partielle entre la floraison mâle et femelle: la panicule a déjà répandu la plupart de son pollen au moment où les soies de l'épi sur la même plante deviennent réceptifs, ce qui explique le taux faible d'autofécondation (5–10%).

Par temps de pluie prolongée pendant la floraison, la fécondation ne peut se produire que partiellement.

Floraison – maturité Dans le développement du grain on distingue les stades suivants: croissance en volume, stade laiteux, stade pâteux, et maturité.

Le stade laiteux est très sensible à la sécheresse ('coup de chaleur' chez le blé). L'accumulation de matière sèche dans l'inflorescence et dans la tige a lieu parallèlement d'abord mais, à partir d'un certain moment, toute l'accumulation est déviée vers le grain et la tige commence à perdre du poids, ce qui indique une translocation tige-grain. L'augmentation de poids du grain continue jusqu'au stade pâteux. Après quoi, le grain perd du poids par la réduction de la teneur en eau jusqu'à sa maturité.

C'est au début de la formation du grain que la plante est le plus sensible à la verse, lorsque les chaumes ne sont pas tout à fait lignifiés. Une densité trop élevée, combinée à une forte dose d'azote, peut amener la verse, surtout chez les cvs à paille longue. Pour le maïs, le sorgho et le mil à chandelle les racines de tallage améliorent l'ancrage de la plante dans le sol.

5.2.4 *Cultivars*

Chaque espèce connaît de nombreux cvs qu'on a essayé de grouper, suivant les besoins, sur la base d'un nombre limité de caractères. Le tableau 5.8 donne une énumération des groupes de cvs, rangés suivant différents critères, pour le riz, le sorgho, le blé et le maïs.

Chaque groupe comprend un nombre de cvs presque illimité incluant des types qui diffèrent en ce qui concerne la morphologie de l'inflorescence (en particulier des épillets), la durée du cycle, le degré de tolérance à la sécheresse et de résistance aux maladies, la couleur et la composition du grain, le goût, etc. La majorité des types ont une importance strictement locale, et résultent souvent d'une sélection traditionnelle étalée sur de nombreuses générations. Pour chaque espèce les méthodes d'amélioration modernes ont elles aussi produit un nombre impressionnant de cvs d'adaptation soit locale, soit plus large (voir aussi paragraphe 5.7).

Pour le riz il existe encore une ancienne classification en trois grands groupes:

- les types indica, à paille longue et molle, à feuilles larges, longues et pendantes, à grains longs et à tallage vigoureux;
- les types japonica, à paille courte et ferme, à feuilles étroites, courtes et érigées, à grains courts, épais et à tallage moins vigoureux;
- les types intermédiaires, nommés indica-japonica (ou javanica).

L'amélioration variétale moderne a d'ailleurs réussi à combiner des caractères des groupes indica et japonica et permis d'obtenir des cvs à paille courte et à tallage vigoureux ayant la qualité supérieure de grain des types indica (cvs provenant de l'IRRI aux Philippines).

5.3 **Ecologie (tableau 5.9)**

5.3.1 *Facteurs climatologiques*

Photopériode En principe les céréales de zone tempérée sont des plantes de jour long (blé, orge, avoine, seigle), celles de zone (sub)tropicale sont des plantes de jour court

riz, maïs, sorgho, mil à chandelle). Le maïs et le sorgho montrent souvent une sensibilité très restreinte à la photopériode: les cvs plantés dans une région où la photopériode est plus longue que dans la région d'origine réagissent par un allongement du cycle végétatif. Dans le cas du riz, beaucoup de variétés locales du groupe 'indica' sont très sensibles à la photopériode et ne fleurissent pas du tout par des jours longs; à l'heure actuelle presque tous les cvs modernes sont insensibles.

Les blés de région tempérée exigent strictement des jours longs qui vont en s'accroissant. Les cvs 'méditerranéens' et les cvs modernes du Mexique sont insensibles.

Température On peut constater que chez les céréales tropicales l'optimum pour le cycle total se situe entre 25 et 30 °C (maïs, sorgho, riz, mil à chandelle) et entre 20 et 25 °C pour les céréales tempérées (blé, orge; tableau 5.9). Entre les limites thermiques indiquées, le degré de développement des céréales répond à la température moyenne d'une façon plus ou moins linéaire. Cette observation a mené les chercheurs à étudier la relation entre la 'somme de température' (somme des températures journalières au dessus d'une température-seuil) et la durée du cycle de développement des espèces et des cvs. Ce paramètre, déjà bien connu pour le maïs, est employé pour la prédiction de la durée du cycle en fonction de la température moyenne. Outre l'optimum, les températures extrêmes revêtent une grande importance. Pour la zone tempérée il s'agit des températures basses qui sont beaucoup mieux supportées par le blé et l'orge que par le maïs et le sorgho.

Pour la zone subtropicale ce sont surtout les températures très élevées qui importent. Le blé par exemple, supporte très mal le 'coup de chaleur' pendant le stade laiteux, ce que l'on note surtout au sud de l'Europe (Espagne, Grèce) et en Afrique du Nord, où on sème le blé à la fin de l'année et où on le récolte vers juin. Des températures très élevées peuvent parfois se produire dès mai, alors que le blé est au stade laiteux.

A un moindre degré toutes les autres céréales sont également sensibles à des températures très élevées pendant la floraison, ce qui peut provoquer un échec de la pollinisation.

Le tallage du riz est retardé par basses températures, l'optimum se situant entre 25 et 31 °C.

Lumière La région optimale pour la culture des céréales serait là où la température resterait autour de l'optimum, pendant une grande partie du cycle de développement et où la quantité d'énergie solaire reçue par la plante serait la plus grande possible. Ces conditions sont approximativement réalisées pour le maïs et le riz autour des latitudes de 30–35 °N et S sous un climat semi-aride. Ceci implique que la culture est seulement possible avec irrigation (Californie, Sud-Espagne, Afrique du Nord).

Lorsque le maïs est cultivé comme culture pluviale, un facteur d'importance est la distribution journalière de la pluie. L'optimal serait que la pluie tombe pendant la nuit et que le ciel soit clair pendant la journée. Plus le ciel est couvert pendant la journée, plus la production potentielle est réduite. Pour les mêmes raisons le riz de période sèche dans un climat de mousson produira en général plus que celui de période de pluie.

L'un des meilleurs exemples de plante adaptée aux conditions écologiques de façon à profiter le mieux possible de l'énergie solaire disponible est le 'blé d'hiver'. Ce blé est semé en automne et il a déjà atteint un certain développement avant que les températures deviennent trop basses. En début de printemps la plante se développe rapidement et possède une couche foliaire dense avant que le niveau d'ensoleillement arrive à son maximum. De cette façon la plante tire un profit optimal de l'énergie solaire, par opposition p. ex. à la betterave et à la pomme de terre qui n'atteignent leur foliation maximale qu'après le mois de juin, dans l'hémisphère septentrional (figure 5.10).

Eau Outre la température, l'adaptation écologique des céréales à une région donnée dépend surtout du régime pluviométrique. Les besoins en eau d'une plante sont souvent représentés par son coefficient de transpiration, c'est-à-dire la quantité d'eau transpirée pour chaque kilogramme de matière sèche produite. Ces coefficients ne sont à employer que pour classer les espèces par rapport à leurs besoins relatifs en eau. Le tableau 5.9 présente des chiffres moyens de ce coefficient pour quelques céréales. Y sont également indiquées les précipitations annuelles des régions où ces céréales sont normalement cultivées comme culture pluviale ainsi que la pluviométrie nécessaire pendant leur cycle de développement.

En allant des régions sahéliennes vers le sud on rencontre d'abord les mils. Ces espèces sont adaptées aux conditions pluviométriques insuffisantes, soit par un cycle de végétation court ('échappant à la sécheresse', par exemple cvs précoces de mil à chandelle, fonio), soit par une utilisation économique d'eau (voir coefficients de trans-

superficie des feuilles
par m² de surface
de sol (LAI)

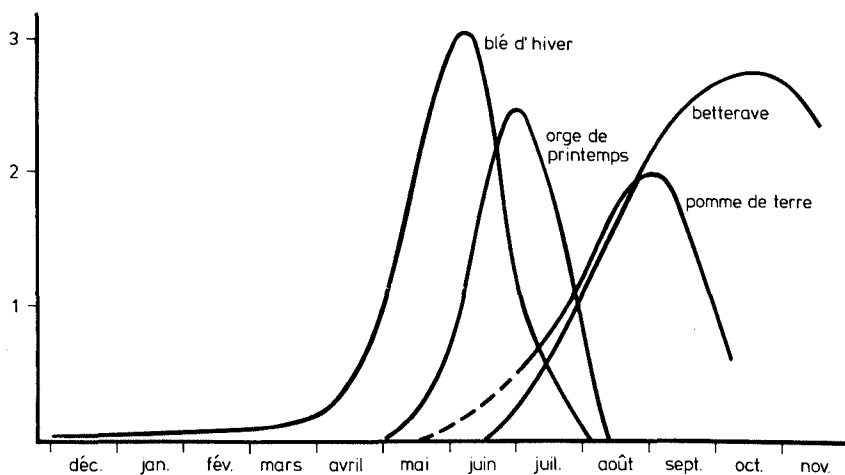


Figure 5.10. Le développement de la couche foliaire chez le blé d'hiver et quelques autres cultures au cours de l'année 1947.

piration, tableau 5.9). Le sorgho y ajoute encore sa résistance à un déficit hydrique temporaire, qui provoque un arrêt temporaire du développement de la plante.

Le maïs se cultive plus au sud, sous des climats à pluviométrie annuelle supérieure à 900 mm. Le maïs en effet (et le mil à chandelle aussi) connaît une période critique commençant dès la montaison et allant jusqu'au stade laiteux, pendant laquelle le manque d'eau fera fortement baisser le rendement. Quelques jours de flétrissement pendant cette période peuvent provoquer une chute de production de plus de 20%. Le développement racinaire du maïs étant relativement superficiel, il est plus rapide que chez les petits mils. Cela mène à des exigences plus sévères vis-à-vis de la pluviométrie: si la pluviométrie est faible, le risque de périodes sèches pendant la saison pluvieuse est plus élevé. Le succès des efforts d'introduction de cvs précoces de maïs dans les zones septentrionales du Cameroun sera surtout sous la dépendance de ce risque.

Le maïs et le mil à chandelle sont très sensibles à l'engorgement du sol par l'eau, le sorgho l'étant beaucoup moins.

5.3.2 Sols

On classe les céréales de préférence suivant leurs exigences minimales, plutôt qu'optimales: presque toutes les plantes de culture préfèrent 'un sol profond, bien meuble, bien drainé, sablo-limoneux, riche en éléments fertilisants, ayant un pH de 6-7'. C'est surtout leur tolérance à des conditions moins favorables qui les distingue les unes des autres.

Ce sont surtout le sorgho, le riz et le fonio qui sont cultivés sur les sols peu propres à d'autres cultures:

- Le sorgho est tolérant aux sols lourds et craquelés comme les vertisols (ou 'black cotton soils'), même s'ils sont inondés pendant de courtes périodes.
- Le riz inondé est cultivé sur des terrains autrement non utilisables pour l'agriculture, comme les sols très lourds et plus ou moins inondés pendant la saison des pluies, ou éventuellement avec irrigation additionnelle. Les bas-fonds et les marécages aux bords des rivières, inondés pendant la période de pluies, sont favorables aussi.
- Le fonio est souvent cultivé sur des sols pauvres, peu profonds et pierreux.

La tolérance des céréales à la salinité du sol diminue dans l'ordre suivant: orge-riz-avoine-blé-sorgho-maïs. Pour le pH on se reportera au tableau 5.9.

5.4 Agronomie

5.4.1 Multiplication, préparations de semis/plantation etc., association (tableau 5.10)

Multiplication La culture céréalière se fait à partir de semences.

Préparations de semis/plantation La plupart des céréales sont semées en lignes ou en poquets, le maïs et le mil à chandelle souvent sur billons. Les petits mils sont généralement semés à la volée à une densité assez élevée.

La formation d'un rhizome chez les céréales permet à la plantule d'arriver au niveau du sol. On peut adapter la profondeur du semis en quelque sorte aux conditions du sol. Dans les sols qui se dessèchent vite superficiellement, on peut semer plus profond, jusqu'à une profondeur de 10–12 cm au maximum, sous réserve que le sol ne soit pas trop lourd.

La date du semis dépend surtout de la distribution des pluies. Généralement on sèmera dès les premières pluies après avoir préparé le terrain dans les conditions favorables qui se présentent quand les premières pluies sont tombées. Souvent il sera avantageux d'effectuer une analyse statistique des données pluviométriques si elles existent.

Le repiquage est parfois pratiqué pour le sorgho et pour l'éleusine. Le sorgho mouskouari des grandes plaines du Nord-Cameroun en est un exemple. Les plants sont repiqués lorsque l'eau s'est retirée des plaines, inondées en saison pluvieuse. Ils sont alors repiqués dans des trous, remplis d'eau. Le développement dépend exclusivement de l'eau emmagasinée dans le sol.

La plus grande partie du riz dans le monde est du riz inondé, cultivé le plus souvent en casiers aménagés dans ce but. Les grains sont après un trempage préalable semés en pépinières, en général elles aussi inondées. Les plantules sont repiquées à leur emplacement définitif après 20–50 jours. Ce système s'est développé dans les régions très pluvieuses d'Asie, mais actuellement on le trouve souvent dans d'autres régions (p. ex. des régions arides où il donne sous irrigation des rendements élevés: Cameroun, Espagne). Là où le coût de main-d'oeuvre devient prohibitif, on adopte le semis direct (p. ex. par avion), ce qui exige une maîtrise poussée de l'eau.

Une alternative intéressante est la culture en terrain naturellement inondé, p. ex. dans les marécages. Une certaine maîtrise de l'eau est alors souvent indispensable. Le riz cultivé comme culture pluviale, semé en ligne, est en net progrès dans plusieurs pays africains.

Densité La production d'une plante dépend surtout des principaux facteurs limitants rencontrés. En zone de faible pluviométrie ce sera la quantité de pluie dans la saison culturale. Lorsque la quantité de pluie n'est pas limitante ce sera souvent la disponibilité en azote qui devient le facteur limitant. Si tous les facteurs de production, y inclus un entretien adéquat, sont satisfaisants ce sera l'ensoleillement qui déterminera le niveau potentiel de production. Dans les pays en voie de développement ce niveau potentiel est rarement atteint: d'autres facteurs limitants jouent un rôle important.

La densité optimale d'une culture dépend des facteurs limitants. En cas de manque d'eau ou de fertilité insuffisante, la densité optimale sera plus faible que si ces contraintes ne se posent pas: chaque plante doit pouvoir disposer d'un volume de terre suffisant pour satisfaire ses besoins en eau et en minéraux. Une culture trop dense pourra avoir pour résultat une chute de la production. Le tableau 5.11 montre des densités indicatives pour le maïs, en fonction des disponibilités en eau et de la fertilité du sol. Toutes les céréales tallantes peuvent compenser plus ou moins une densité trop faible étant donné leur capacité de tallage. Les cvs prolifiques de maïs s'adaptent par leur nombre d'épis par plante et la taille de l'épi, mais cette adaptabilité n'est pas suffisante

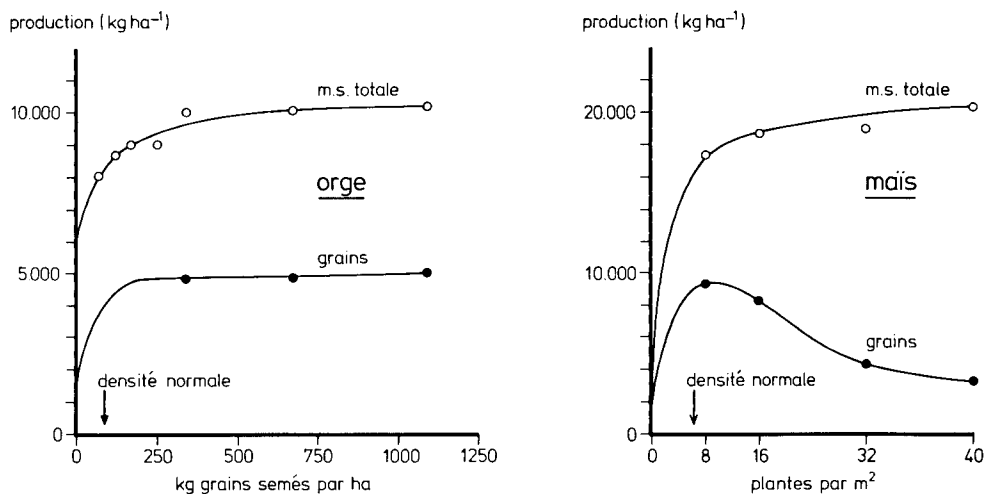


Figure 5.11. Production en matière sèche (m.s.) chez l'orge et le maïs à différentes densités de semis (d'après De Wit, 1968).

pour corriger une densité inadéquate.

Le maïs et les espèces à inflorescence terminale réagissent différemment vis-à-vis d'une densité au dessus de l'optimum (figure 5.11). Même à des densités excessivement élevées les espèces à inflorescence terminale produisent en général un épi. Le maïs, par contre, forme ses épis sur les branches latérales et celles-ci ne se constituent pas quand la densité est trop élevée. Toute la matière sèche est alors investie dans l'appareil végétatif.

Association Le maïs, le sorgho et les petits mils sont souvent semés en association avec d'autres plantes. Quelques exemples:

maïs + arachide	sorgho + mil à chandelle
maïs + haricots	sorgho + niébé
maïs + coton	sorgho + fonio
éleusine + pois d'Angole	sorgho + éleusine

Ce sont surtout les combinaisons de plantes ayant une différente durée de végétation qui sont intéressantes. Evidemment les plantes se font concurrence, mais après la récolte de l'espèce précoce, l'autre profite de plus d'espace et adapte sa croissance à cette meilleure situation à condition que son stade de développement ne soit pas avancé au point de rendre cette adaptation impossible.

Au Nord du Nigéria par exemple, c'est l'association sorgho-cycle long et mil à chandelle-cycle court qui offre les avantages signalés. En Inde c'est l'association éleusine

et pois d'Angole. Ce dernier se développe lentement en présence de l'éleusine, mais aussitôt que l'éleusine a été récoltée le pois d'Angole démarre et forme rapidement sa couverture foliaire. Le pois d'Angole étant résistant à la sécheresse quand il est bien établi, sa récolte peut être faite pendant la saison sèche.

L'un des autres avantages de la culture multiple de plantes à cycles différents est la meilleure protection du sol contre l'impact de la pluie. Il faut avoir d'excellentes raisons et une très bonne alternative avant d'essayer de modifier le système de la culture multiple traditionnelle du paysan.

5.4.2 Phytotechnie

Le développement initial de la plante a des conséquences importantes sur la production. Si le développement est sérieusement retardé à ce stade, le tallage sera réduit. En cas des céréales non tallées la formation de l'inflorescence se fera sur une plante mal développée, et les épis seront petits. Une fois établie, l'inflorescence n'est alors guère capable de grandir au-delà de la taille prédéterminée, car le nombre d'épilletts est déjà déterminé.

Sarclage & buttage Il est par conséquent nécessaire d'éviter une forte concurrence des mauvaises herbes pendant le stade initial de développement et d'effectuer des sarclages hâtifs. Les mauvaises herbes les plus difficiles à éliminer sont les Graminées, surtout lorsque au jeune stade, il est difficile de les distinguer de la plante utile (*Oryza rufipogon* (q.v.) et *Echinochloa crus-galli* chez le riz, *Eleusine africana* chez l'éleusine).

L'émission de racines de tallage par le maïs et le sorgho est stimulée par le buttage et cette opération améliore l'ancrage des plantes et les rend plus résistantes à la verse. La verse est souvent provoquée par une combinaison des facteurs suivants:

- semis très dense;
- fort apport d'azote;
- ensoleillement faible;
- orage, vents;
- cultivar à paille longue.

C'est surtout l'expérience locale qui sert de guide pour éviter la verse. Lorsqu'il s'agit de cvs à paille longue on utilise parfois le chlorure de chlorochinoline (CCC) qui raccourcit la paille en inhibant la croissance des entrenœuds basaux (1,5–2,0 kg de matière active par ha, pulvérisé au tallage). De cette façon on a réussi à obtenir une paille de 15–20% plus courte chez le blé et le riz. Une meilleure solution est évidemment l'utilisation de cvs à paille courte.

Irrigation On pratique la culture irriguée pour le maïs, le riz et le sorgho, et à un moindre degré pour le mil à chandelle. Le riz irrigué se cultive dans des champs inondés dans lesquels on maintient une lame d'eau constante, dont la profondeur dépend du stade de développement de la plante. Les autres espèces se cultivent à sec avec apports réguliers d'eau pour ramener le sol à la capacité au champ.

Le but de l'irrigation est, soit d'apporter un complément d'eau sous un régime pluviométrique déficitaire, soit de permettre en saison sèche une culture uniquement alimentée par l'eau d'irrigation.

Sous réserve que toutes les autres conditions de réalisation d'une bonne production soient réunies (entretien, fumure, cultivar), la productivité d'une culture de saison sèche sous irrigation s'avère plus élevée que celle de la culture pluviale. L'ensoleillement étant supérieur dans le premier cas il en résulte une production potentielle plus élevée. Le riz inondé se cultive successivement deux ou même trois fois par an dans plusieurs pays asiatiques. Or, c'est le riz de saison sèche qui s'avère souvent le plus productif, restant entendu que les autres conditions de culture sont favorables et que la maîtrise de l'eau est suffisante pour que l'alimentation en eau de la plante en saison sèche ne laisse rien à désirer. La production du maïs et du sorgho est la plus élevée dans les zones arides avec irrigation (comme p. ex. en Californie (Etats-Unis), Israël, Sud-Espagne).

La fréquence et la quantité des apports dépendent de plusieurs facteurs:

- la capacité d'emmagasinage du sol;
- le climat, qui influe sur le taux d'évapotranspiration;
- l'espèce, son enracinement et son taux de transpiration;
- le stade de développement de la plante.

La résistance à la sécheresse des espèces varie selon les différents stades de développement. Le maïs surtout et à un moindre degré le mil à chandelle, sont très sensibles à un déficit en eau dans la période entre la montaison et le stade pâteux des grains. Il faut que pendant ce dernier stade la réserve en eau du sol reste toujours supérieure à 60% de l'eau disponible comprise entre la capacité au champ (pF 2,0) et le point de flétrissement (pF 4,2).

Le sorgho est moins sensible puisque cette plante peut arrêter son développement si elle manque d'eau.

Fumure Comme orientation préliminaire en ce qui concerne les besoins en éléments fertilisants, on peut étudier le prélèvement de minéraux par unité de produit. Le tableau 5.12 contient quelques données à ce sujet. Ces chiffres ne-doivent pas être considérés comme absolus. Il faut en retenir les ordres de grandeur, l'importance relative de la potasse et le fait que plus de 75% de la potasse se trouve dans la paille qui souvent reste sur le champ et restitue la potasse au sol. L'azote et le phosphore par contre se trouvent pour une grande partie dans les grains et sont irrécupérables. Lorsqu'on brûle la paille on perd une partie des éléments nutritifs, notamment l'azote. La potasse et le phosphore sont dégagés d'autre part sous une forme immédiatement assimilable par la plante. Il faut que la distribution des cendres sur le terrain soit faite uniformément.

Là où les conditions phytosanitaires le permettent il est à préconiser de laisser autant de débris que possible sur le terrain: la paille aura un effet favorable sur la teneur du sol en matière organique.

En général, la réponse à la fumure dépend d'une part du cv., et d'autre part des

conditions sous lesquelles se fait la culture. La réponse sera d'autant plus forte que les autres conditions (pluviométrie, entretien, etc.) sont bonnes. Fumure sans entretien est largement futile.

1. *Azote*. En général, c'est surtout l'azote (N) qui manque dans les sols. Pour les cvs modernes la réponse par kg d'azote apporté est de l'ordre de 10–35 kg de grain, ceci jusqu'à un niveau d'azote de 50–75 kg ha⁻¹, les autres éléments nutritifs étant supposés correctement représentés. Aux Etats-Unis on pose comme chiffre approximatif que 1 kg d'azote apporte 27 kg de maïs. Plus le niveau d'apport d'azote s'élève, plus la réponse par kg décroît.

Les cvs céréaliers traditionnels répondent moins à la fumure azotée que les cvs modernes. Les premiers ne supportent que de faibles doses d'azote (jusqu'à 40–50 kg ha⁻¹) tandis que les derniers répondent à des doses plus élevées (jusqu'à 100–150 kg ha⁻¹). Les doses exactes seraient à vérifier sur place. En outre, la réponse par kg apporté est plus forte chez les cvs modernes que chez les autres. Cette réponse différente, montrée sur la figure 5.12, s'explique comme suit:

– les cvs modernes ayant un rapport grain/paille plus élevé que les cvs traditionnels,

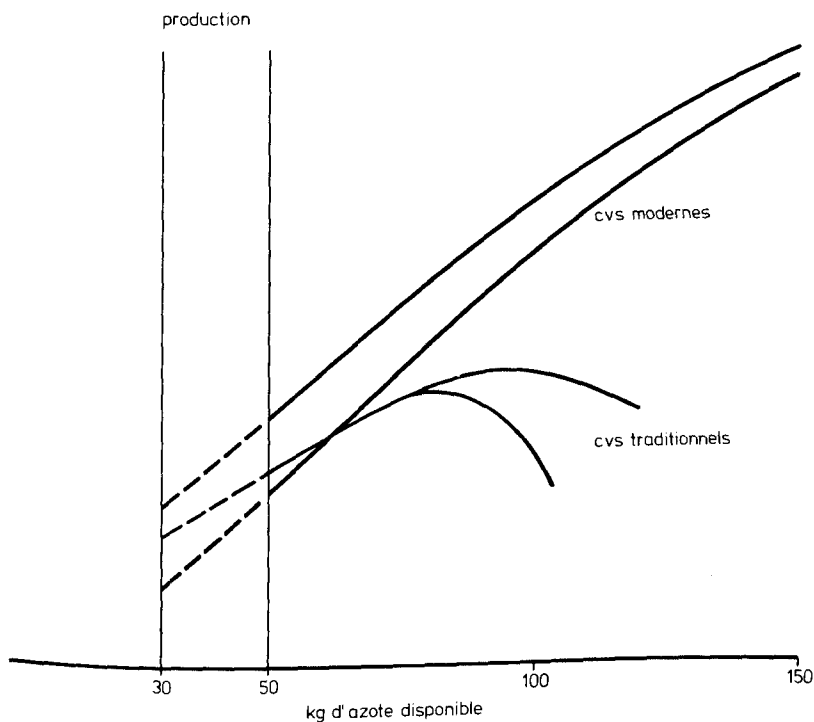


Figure 5.12. Relation schématique entre la disponibilité d'azote et la production des céréales. Le sol (sans engrais) apporte entre 30 et 50 kg ha⁻¹. L'excédent est apporté sous forme d'engrais.

ils investissent une plus grande partie de la matière sèche dans le produit utile, amenant une réponse plus forte par kg d'azote;

- les cvs modernes ont souvent une structure de l'appareil foliaire plus efficace pour l'utilisation de la lumière;
- les cvs modernes souvent nains sont plus résistants à la verse et supportent une dose plus élevée d'azote sans verser, contrairement aux cvs traditionnels.

L'action de la fumure azotée dépend du stade de développement de la plante:

- tallage: la production est prédéterminée à un large degré par l'intensité de tallage, qui à son tour est très sensible au niveau de la nutrition azotée; une fois le nombre de talles déterminé, la plasticité de la plante pour adapter la production au niveau nutritif est limitée;
- initiation paniculaire: la taille de l'épi, reflétée dans le nombre d'épillets, est aussi influencée par le niveau nutritif; le manque d'azote mène à de petites inflorescences; l'application d'azote favorise un rapport grain/paille plus élevé;
- floraison: une nutrition inadéquate a pour résultat des épillets moins développés;
- maturation: le niveau d'azote influence dans une certaine mesure le poids des grains et surtout leur teneur en protéine.

Il est souvent recommandable d'échelonner l'apport d'azote. De fortes doses précoces stimulent le tallage. Sur des sols légers et sous un régime de pluviométrie élevée on risque de perdre une fraction importante de l'azote par lessivage, ce dont résulte une déficience en azote au moment où le besoin en est le plus grand, c'est-à-dire aux alentours de la montaison. Le tallage excessif ne peut alors se traduire en grain: un haut pourcentage de talles herbacées reste sans inflorescence. De fortes précipitations et un sol léger sont des indications qu'un apport fractionné est à prendre en considération par exemple 2/3 au semis et 1/3 à l'initiation de l'inflorescence.

L'inclusion d'une culture de plantes légumineuses comme engrais vert dans la rotation peut avoir une arrière-action équivalant à 30–40 kg ha⁻¹ d'azote.

2. Phosphore. Le phosphore influence le développement général de la plante et détermine à un certain degré sa précocité. Le besoin en phosphore est plus ou moins proportionnel à la consommation d'azote. Comme l'azote, quelque 2/3–3/4 des besoins en phosphore sont absorbés jusqu'à la floraison.

L'apport de phosphate est souvent avantageux, surtout en combinaison avec de forts apports d'azote (interaction NP); les sols ferrallitiques, de faible teneur en matière organique, sont souvent carencés en phosphore. Bien que les quantités absorbées par la plante ne soient pas élevées, la fixation partielle du phosphate apporté oblige souvent à des apports relativement importants pour obtenir de hauts rendements. Au Cameroun (Wassendé) on a constaté qu'il faut un apport de P₂O₅ de 250 kg ha⁻¹ en première campagne (dose de fond) pour réaliser de bonnes récoltes de blé. La dose peut être diminuée dans les campagnes suivantes (doses d'entretien). Des recommandations générales pour le phosphate sont difficiles à donner. Il faut se baser sur des analyses du sol et sur des essais au champ. Les recommandations pour les doses d'entretien

de P_2O_5 varient entre 0 et 80 kg ha⁻¹.

3. *Potasse*. La potasse, faisant partie surtout de l'appareil végétatif de la plante, est absorbée à 100% jusqu'à la floraison. La potasse a une fonction importante dans le transport et l'accumulation des produits photosynthétiques. L'absorption de potasse est élevée mais une large partie reste sur le terrain avec la paille (sauf dans le cas de céréales fourragères!). La carence en potasse est moins fréquente que celle en phosphore.

Rotations Sur le plan des rotations peu de généralités se présentent. Comme l'azote est l'élément qui le plus souvent est l'élément limitant, une rotation avec des plantes légumineuses est favorable, soit comme engrais vert (*Crotalaria juncea* p. ex.), soit comme 'culture de production' (arachide, soja, pois d'Angole, haricots). Après une jachère arborée on peut sans inconvénient semer des céréales en tête de rotation. Dans la savane où la végétation climacique consiste surtout en Graminées, la décomposition des herbes enfouies amène une fixation temporaire de l'azote (taux d'humification élevé). Pour cette raison il est préférable de semer des céréales comme deuxième culture après le défrichement, précédée par exemple par des légumineuses ou des plantes à tubercules.

5.4.3 La culture céréalière dans les régions semi-arides

Le sorgho et les petits mils sont très cultivés dans les régions semi-arides tropicales et subtropicales qui sont caractérisées par un manque de précipitations suffisantes et de répartition fiable des pluies. La préparation du sol et le système de culture devront donc être axés sur l'utilisation maximale des pluies, autrement dit: une infiltration maximale de l'eau dans le sol et des pertes minimales par ruissellement superficiel et évaporation. Il convient par suite de prendre des mesures telles que: (1) garder le sol couvert de résidus de matière organique, (2) bien exécuter la préparation du sol, (3) faire la culture sur billons ou sur de petites buttes, et (4) apporter au sol des matières organiques. Une analyse des chiffres pluviométriques sur une longue période peut procurer de bonnes indications concernant l'époque optimale de semis et le cycle de croissance optimal des cultures pratiquées. Dans le choix de la culture, sa tolérance à la sécheresse et sa capacité de rétablissement après dégâts dus à la sécheresse jouent également un rôle important.

Si les précipitations ne sont pas trop faibles la possibilité se présente souvent de pratiquer la culture mixte, avec d'autres cultures telles que haricots, patate douce, carthame, etc. Ce dont il s'agit est d'obtenir une production maximale par unité de superficie et/ou par période de culture. Un système de culture comprenant 2 cultures ou plus sur le même champ ou se succédant directement, offre quelques avantages importants au paysan sous les tropiques, tels que répartition des risques, utilisation de la main-d'oeuvre présente, production vivrière, et lutte contre les mauvaises herbes, les maladies et les prédateurs. Les systèmes doivent être justifiables économiquement

et socialement et offrir au paysan des perspectives attrayantes.

Une bonne combinaison de cultures exige que l'on tienne compte préalablement de divers facteurs locaux tels que: (1) répartition des pluies, (2) durée de la saison de pluies, (3) propriétés du sol, et (4) quantité d'intrants dont peut disposer le paysan. Les cvs à cultiver doivent posséder les caractères souhaités en ce qui concerne durée de croissance, comportement, enracinement, besoins en lumière et en eau, etc.

Divers méthodes de culture ont été mis au point à ce sujet, tels que: culture mixte, culture intercalaire, culture relais, culture double, culture de repousses. La fumure au moyen d'engrais chimiques exige en outre une attention toute particulière dans ces systèmes pour en retirer un profit maximal.

5.4.4 *La riziculture*

La riziculture mérite d'être traitée de façon un peu plus approfondie, à cause de ses formes très diverses qui la différencient souvent nettement de la culture des autres céréales. Le tableau 5.13 donne un résumé des différents types de riziculture et de leurs principaux aspects caractéristiques. Quelques aspects sont repris plus en détail ci-dessous.

Le riz pluvial La préférence est donnée à un sol fertile, de bonne structure, de bonne capacité de rétention d'eau et ayant un pH entre 5 et 7. La pluviosité nécessaire est fonction de la durée du cycle, des propriétés des sols, etc., et se situe entre 600 et 1 200 mm (tableau 5.13). La culture de riz pluvial est d'ailleurs comparable à la culture des autres céréales.

Le riz aquatique On distingue plusieurs types de riz inondé, qui sont résumés dans le tableau 5.13.

1. *Sol.* Les sols lourds, peu perméables, ayant un pH de (4-) 5-7 (-8) sont acceptables.

2. *Eau.* Les besoins totaux en eau de la riziculture irriguée représentent une couche d'eau d'environ 140 à 200 cm. Cette quantité dépend entre autres des pertes dans les canaux et des fuites d'eau, du cycle de croissance, de la méthode culturale (semis ou repiquage), des pertes par percolation, etc. C'est surtout la préparation du sol sous eau qui demande beaucoup d'eau. La période la plus critique pour la pénurie en eau chez le riz va de l'époque de l'épiaison à la floraison. La consommation d'eau est souvent exprimée dans les projets d'irrigation en litres par seconde par hectare: pour le riz elle varie entre 1 et 3 litres.

3. *Processus dans les sols rizicoles inondés.* Le mise en eau et le labourage dans ces conditions fait partir l'air contenu dans le sol. Les micro-organismes aérobies sont remplacés par ceux des milieux anaérobies. Les disponibilités en de nombreux éléments se trouvent accrues. La décomposition anaérobie de la matière organique peut amener

la formation de substances toxiques pour le riz, qui peuvent freiner l'absorption des éléments nutritifs.

Les processus les plus importants qui se produisent sont les suivants:

- Disparition de l'air et de l'oxygène. L'oxygène existant dans le sol disparaît rapidement sous l'action des micro-organismes. L'aération du sol ne se fait plus, mais les racines sont alimentées en oxygène par les parties aériennes de la plante.

- Réduction du nitrate. Sous conditions aérobies, le nitrate se forme par minéralisation de l'azote organique. Ce nitrate disparaît très rapidement après la submersion du sol. La réduction (dénitrification) amène la formation de N_2O et de N_2 , qui s'échappent sous forme gazeuse. Ce processus peut avoir comme conséquence de très fortes pertes de N: en quelques jours, des pertes de N de parfois 40 à 80 kg ha⁻¹. De fortes pertes se produisent surtout lorsqu'il s'agit au départ d'un sol très desséché contenant beaucoup de matière organique.

- Réduction du manganèse. Ce processus va de pair avec une plus grande solubilité par suite de laquelle beaucoup de manganèse bivalent peut devenir disponible pour le riz. La culture est tolérante à de très hautes concentrations.

- Réduction du fer. Après que tous les nitrates et presque tout le manganèse actif ont été réduits, se produit alors la réduction du fer en composés ferreux. Une plus forte réduction (haute teneur en matière organique, puddling intensif et enfouissage de matière fraîche dans le sol ennoyé) favorise une plus haute concentration de fer ferreux, qui peut être toxique pour la culture. La solubilité du fer ferreux est sous la forte dépendance du pH (excès de fer auquel il faut s'attendre sur les sols acides où la réduction est très forte).

- Formation d'azote ammoniacal. L'azote ammoniacal est le produit final de la minéralisation de l'azote organique sous conditions anaérobies. La décomposition de la matière organique sous ces circonstances se fait lentement. Les micro-organismes (bactéries principalement) absorbant peu d'azote pour leur propre croissance, beaucoup plus d'azote sera disponible pour la culture en milieu réducteur que sous des conditions aérobies (facteur d'environ 2). Ceci est une indication de l'importance significative de la fumure organique pour le riz.

- Mobilisation de P et de K, Na, Ca, Mg et Si. Par suite de la réduction et de l'hydrolyse, les disponibilités en phosphates inorganiques deviennent en général plus grandes pour la culture. La concentration des autres éléments cités contenus dans la solution du sol augmente également. Pour un élément tel que K, la concentration peut parfois doubler, et des pertes par lessivage peuvent alors se produire sur les sols légers et perméables.

- Evolution du pH. Dans les sols acides, le pH a une nette tendance à évoluer vers la neutralité (par réduction de Mn, Fe et SO_4 et formation de NH_4). Dans les sols alcalins et calcaires, il ne se produit en général aucune forte modification du pH.

- Fixation de l'azote. A l'interface eau-sol les algues bleues peuvent provoquer une importante fixation d'azote. Dans la rhizosphère aussi il peut se produire une fixation d'azote.

4. *Préparation du sol sous eau et maladies physiologiques.* La préparation du sol effectuée sous eau agit fortement sur la structure et la perméabilité du sol et peut parfois provoquer la formation d'une couche imperméable sous la semelle de labour. Ce mode de préparation du sol est parfois la seule possibilité d'y effectuer une culture, en l'absence par exemple de force de traction suffisante pour pouvoir travailler le sol à l'état sec. Sous maladies physiologiques on entend les maladies qui ne sont pas causées par des micro-organismes ou des virus, qui ne sont pas des maladies de carence normales, mais sont la conséquence de perturbations dans la nutrition qui présentent un caractère complexe. Sous l'influence des phénomènes de réduction et d'un mauvais drainage interne, diverses substances toxiques peuvent se former qui freinent dans la plante l'absorption de ses éléments nutritifs. Un excès en certains produits de réduction (fer, H_2S) va de pair avec une carence en un ou plusieurs éléments minéraux (phosphate, potasse, zinc, par exemple) alors que quelques perturbations dans la nutrition peuvent être favorisées par de hauts apports d'azote.

5. *Bilan de l'azote dans les sols inondés et fumure.* Les processus biologiques et chimiques dans les rizières inondées sont d'une grande importance pour l'économie de l'azote dans le sol et ont une grosse influence sur le choix des engrais ainsi que leurs méthodes et époque d'apport optimales. Une alternance de conditions sèches et humides peut avoir pour conséquence de fortes pertes de N. La minéralisation de l'azote organique en milieu aérobie aboutit à la formation de nitrates, ceux-ci, après la mise en eau donnent par réduction des produits gazeux de N qui s'échappent. Par suite de la dénitrification et du lessivage, tout le nitrate disparaît pratiquement en quelques jours après la mise en eau. C'est pour ces raisons que les engrais nitrates ne conviennent pas dans les cultures sur sols inondés. La minéralisation de substances organiques en milieu réduit entraîne la formation d'ammoniac. Il se présente sous une forme stable dans un milieu réduit et est absorbé par le complexe adsorbant. Il est donc peu susceptible d'être lessivé.

Lors d'apport d'engrais, ce qui importe est que l'azote NH_4 parvienne le plus rapidement possible dans la zone réductrice. Par excès de fumure cela devient plus difficile étant donné que la nitrification peut se produire dans la petite couche superficielle du sol qui est oxydée. Si une rizière est temporairement en assec, l'oxydation de NH_4 peut alors avoir lieu et le nitrate formé est de nouveau sujet à des pertes après la remise en eau. La décomposition de la matière organique libère de fortes quantités d'azote NH_4 qui est assimilable par la plante. Certains micro-organismes fixent en outre l'azote atmosphérique.

Un enrichissement en azote peut avoir lieu dans les rizières inondées par apport au cours des pluies et/ou dans l'eau d'irrigation (2–5 kg ha⁻¹) et sous l'action de micro-organismes (bactéries, algues et algues bleues). Les estimations de la fixation d'azote par les micro-organismes varient de 20 à 50 kg ha⁻¹. Les exportations de l'azote contenue dans le sol se font par la plante, et par les pertes en N qui se produisent. Les pertes les plus importantes ont lieu par dénitrification, lessivage, pertes latérales dues à la couche d'eau sur la rizière et par volatilisation de l'ammoniac. Ce dernier cas

se rencontre surtout par épandage en surface des engrais azotés sur les sols avec un pH élevé, par de hautes températures, par de hautes doses de N, sur les sols légers de basse valeur cationique, et la volatilisation est plus forte par emploi d'urée que de sulfate d'ammoniaque.

5.5 Maladies et prédateurs

Toutes les céréales étant membres de la même famille, il y a similitude de maladies et de prédateurs entre les différentes espèces. Cet aspect est montré sur le tableau 5.14.

Pour le riz et le maïs ce sont parmi les prédateurs les borers qui sont les plus nuisibles. Les papillons déposent leurs oeufs sur les feuilles et les larves percent les feuilles enroulées pour arriver à la tige où elles creusent des galeries, cas du maïs, ou détruisent l'apex chez le riz. Le symptôme d'attaque est très caractéristique chez le riz en floraison: ça et là des panicules blanches sont devenues sèches par suite de la destruction de la base du chaume par les chenilles. Les dégâts peuvent être considérables. On traite aux produits chimiques à l'apparition des oeufs et avant que les larves ne commencent à forer des galeries.

Les oiseaux posent des problèmes en riziculture, surtout dans les projets où celle-ci est introduite en régions où elle n'est pas encore pratiquée. Les superficies plantées étant restreintes au début, les oiseaux s'abattent tous sur les quelques parcelles au moment où les panicules se sont formées et peuvent les ravager. Le gardiennage est indiqué.

Pour la majorité des maladies il existe différents degrés de résistance suivant les cvs. Un bon nombre de maladies sont transmises par les semences (charbon, piriculariose, helminthosporiose) ou infectent les jeunes plantes à partir du sol.

Le traitement des semences aux fongicides, ou de préférence avec un mélange de fongicides et d'insecticides (contre les ravageurs des plantules) est recommandé.

5.6 Récolte, rendement, stockage et transformation

5.6.1 Récolte

L'indication de maturité des céréales est le jaunissement des épis ou panicules. On n'enfonce l'ongle qu'avec difficulté dans le grain mûr et pour le maïs et le sorgho c'est devenu impossible.

Les espèces diffèrent dans leur tendance à disperser leurs graines à la maturité, et à ce sujet aussi les variations sont grandes entre les cultivars. Ce 'défaut' se rencontre chez les mils, le riz et le blé. Le maïs et le sorgho ne présentent pas de problème. Les mils étant souvent semés en mélange de cultivars, ils mûrissent sur une période étendue et nécessitent plusieurs passages de récolte. Pour le riz on coupe parfois les panicules et nécessitent plusieurs passages de récolte. Pour le riz on coupe parfois les panicules et nécessitent plusieurs passages de récolte. Pour le riz on coupe parfois les panicules et nécessitent plusieurs passages de récolte. Dans le cas de récolte mécanisée on préfère évidemment une maturité uniforme. Les méthodes de récolte, rangées par complexité croissante sont les suivantes:

- à la main, panicule par panicule (riz, mils, maïs);
- à la faucille;
- à la faucheuse attelée ou motorisée;
- à la moissonneuse-lieuse attelée ou motorisée;
- à la moissonneuse-batteuse.

La teneur en eau à maturité varie selon les espèces, allant de quelque 16% chez les mils bien mûrs à 30% chez le maïs, protégé par les spathes.

5.6.2 Rendement

Le tableau 5.2 montre quelques données sur les rendements indiquant le niveau général et la variabilité de rendement pour les différentes espèces.

5.6.3 Stockage

Pour un stockage sans danger il ne faut pas que les grains aient plus de 12–14% d'humidité. Quand la récolte a lieu dans la saison sèche on peut la laisser sécher sur le champ en moyettes ou sur pied (maïs), ou mettre à sécher en plein soleil. Le séchage au soleil fait fuir les insectes qui attaquent les produits stockés.

Les céréales sont stockées soit sans battage soit après battage. Il est important de stocker:

- à une teneur faible en eau (environ 13%);
- sans impuretés vertes (feuilles, mauvaises herbes);
- dans un magasin bien clos;
- sans insectes, sans rats.

Dans des conditions non favorables les grains s'échauffent, sont envahis de champignons (*Penicillium* et *Aspergillus*) et d'insectes des produits stockés, et perdent rapidement leur pouvoir de germination et leur qualité de consommation. Pour éviter les attaques de ces insectes on peut désinfecter le grenier et/ou les grains à stocker aux produits chimiques, de préférence des fumigants qui ne laissent pas de résidus, comme le méthylbromide.

Pour le maïs le stockage se fait généralement en cribs. Les meilleures dimensions à donner aux cribs sont:

- largeur 0,5–1 mètre;
- hauteur 3–4 mètres;
- longueur suivant le besoin.

Ce système ne convient que là où l'humidité moyenne de l'air ne dépasse pas 70–75%. A cette humidité de l'air la teneur moyenne en eau des grains céréaliers est de 14%.

5.6.4 Transformation

Plusieurs aspects de la transformation ont été traités dans le paragraphe 5.1.3. Quel-

ques observations sur l'usinage des céréales sont ajoutées ici.

Les grains sortis de la batteuse sont soumis à un traitement préalable à l'emballage pour le consommateur, ou au broyage pour la préparation de farine.

Le riz doit être décortiqué pour être dépouillé de ses glumelles. Après le décortilage on procède au blanchiment, au cours duquel l'embryon et une partie de la couche aleurique sont enlevés. Le produit, le riz blanc ordinaire, peut être soumis au polissage pour arriver au 'riz de qualité'. Ces traitements améliorent la conservabilité du riz, mais en même temps diminuent sa qualité nutritionnelle. Le paysan qui transforme lui-même son riz, se contente d'un décortilage à l'aide d'un mortier, selon ses besoins, et conserve alors la qualité nutritionnelle du produit.

A partir d'autres grains céréaliers on prépare surtout de la farine soit artisanalement, sans traitement préalable, soit industriellement après 'blanchiment' (blé, maïs, sorgho, mil à chandelle). Le pain blanc par exemple est préparé à partir de farine blanche de blé, sans embryons. Comme le riz, les autres grains perdent aussi une partie de leur valeur nutritionnelle par le blanchiment. Les sous-produits de l'usinage (les sons) ont une teneur élevée en protéine et en matière grasse et sont très recherchés pour l'alimentation du bétail.

5.7 Amélioration

L'amélioration du riz, du maïs et du blé a connu des succès spectaculaires pendant ces dernières décennies. A un degré moindre c'est aussi le cas pour le sorgho et le mil à chandelle, alors que pour les autres petits mils presque rien n'a encore été entrepris dans ce but.

Dans un programme de sélection concernant les céréales plusieurs objectifs sont à distinguer:

1. Résistance aux maladies et prédateurs.
2. Qualité du produit.
3. Résistance à la verse.
4. Meilleure distribution de la matière sèche.
5. Période optimale de croissance (p. ex. précocité).
6. Résistance à la sécheresse.
7. 'Productivité', 'adaptation locale'.

L'un des aspects particulièrement importants de la qualité des grains céréaliers est la composition de leur protéine. Chez plusieurs céréales (par exemple le maïs et le blé) on a trouvé des types ayant une haute teneur en lysine, ce qui améliore sensiblement la valeur biologique. Pour le maïs c'est le complexe de gènes appelé 'opaque 2' qui importe.

Les objectifs 1-5 sont relativement simples du point de vue génétique. Les aspects 'productivité' et résistance à la sécheresse sont déterminés par un grand nombre de gènes qui contribuent tous dans une certaine mesure aux résultats désirés. C'est pour cette raison que la sélection des cultivars de haute productivité est plus difficile que la sélection de types ayant des caractères bien définis et qui sont souvent dominés

par un nombre limité de gènes. Depuis longtemps on cherche des 'indicateurs physiologiques' d'une haute corrélation avec la productivité, comme par exemple la distribution de la matière sèche. A l'inspection d'une plante de sorgho dans certaines populations non sélectionnées on s'étonne du gaspillage que présente du point de vue économique une plante énorme, porteuse d'une toute petite panicule. C'est justement la réduction de la tige et des feuilles par rapport à l'appareil génératif qui caractérise les cvs très productifs des céréales issus d'une amélioration intensive en Europe et aux Etats-Unis (figure 5.13). La capacité de production de matière sèche totale n'a pas été beaucoup modifiée, tandis que la répartition de la matière sèche entre la paille et les grains a été améliorée.

A l'IRRI (International Rice Research Institute) dans les Philippines et au CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) au Mexique on a commencé dans les années 60, à chercher des 'types nains' de riz et de blé, avec le double avantage d'une meilleure répartition de la matière sèche et d'une plus grande résistance à la verse dans le cas d'une forte dose d'azote. La structure de l'appareil foliaire s'est avérée d'importance aussi: les feuilles érigées facilitent une meilleure utilisation de la lumière, à des densités foliaires élevées, de sorte que la production totale en matière sèche est augmentée. De ce programme a résulté la sélection des riz et des blés bien connus de la 'révolution verte'.

La technique d'amélioration la plus utilisée chez les espèces autogames est la sélection généalogique ou méthode pedigree (A: pure line breeding, pedigree breeding). On choisit parmi des cultivars existants des types aux caractères souhaités (productivité, résistance aux maladies et prédateurs, taille, qualité, par exemple). Normalement tous les caractères recherchés ne sont pas réunis dans un même cultivar. Deux cvs

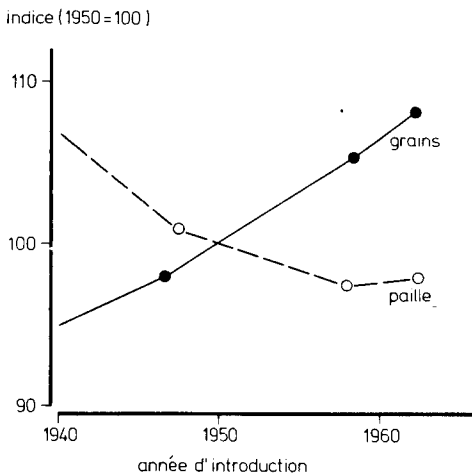


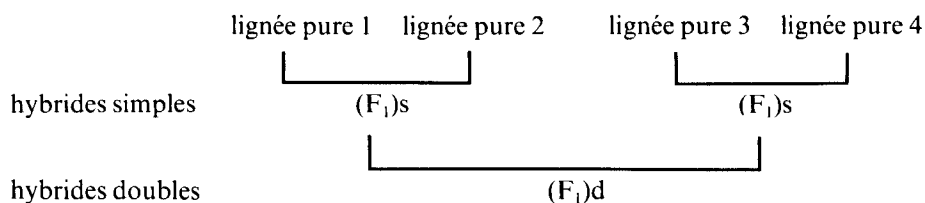
Figure 5.13. La production relative de grains et de paille de quelques cvs d'avoine, sélectionnés entre 1940 et 1962 et semés aux Pays-Bas en 1964 (d'après De Wit, 1968).

qui, ensemble, réunissent tous les caractères désirés sont croisés. Les plantes F_1 sont autofécondées et dans les générations suivantes on cherche des lignées pures qui réunissent tous les caractères recherchés. On peut aussi partir de populations locales hétérogènes au lieu de populations artificielles comme décrit ci-avant. Chez les espèces encore peu abordées en vue de leur amélioration (par exemple les petits mils) on pourrait obtenir des améliorations importantes en partant de ces populations locales (A: landraces).

Afin d'introduire dans un cultivar établi un caractère donné, on se sert du système de rétrocroisement (A: backcrossing). Pour les céréales allogames (maïs, sorgho, mil à chandelle) on a recours à d'autres méthodes d'amélioration:

Les cultivars hybrides Chez les espèces allogames, l'autofécondation mène rapidement à une importante dégénérescence. Le croisement de deux lignées, autofécondées pendant plusieurs générations, donne parfois un hybride (F_1) vigoureux, surpassant les deux parents originaux d'avant le processus d'autofécondation. Pour obtenir un cultivar hybride de ce genre, on autoféconde un certain nombre de plantes dans deux populations d'origine différente, ceci pendant plusieurs générations, tout en sélectionnant les types acceptables dans chaque génération. Après 5-7 générations d'autofécondation on croise 2 lignées pures (A: inbred lines) de différente origine. Les semences ainsi obtenues constituent le cultivar hybride.

Les semences hybrides sont récoltées sur des pieds-mères de peu de vigueur dont la production de semences est en conséquence faible. Pour diminuer le prix des semences hybrides, on utilise actuellement surtout les hybrides doubles (A: double-crosses): deux hybrides simples (A: single-crosses) sont combinés pour donner les hybrides doubles, basés alors sur quatre lignées pures:



Les hybrides doubles sont en général un peu moins uniformes que les hybrides simples. On connaît des cvs hybrides pour le maïs, le sorgho et le mil à chandelle. La descendance des hybrides (F_2) est très hétérogène et beaucoup moins productive que celle des F_1 . On sera donc obligé d'acheter de nouvelles semences chaque année. C'est surtout cet aspect qui a empêché l'adoption des maïs hybrides en agriculture de subsistance. Pour cette raison on a mis au point deux autres systèmes de sélection.

Les cultivars synthétiques Au lieu de deux ou quatre lignées autofécondées on en croise un plus grand nombre (8-12) de différente origine, dans toutes les combinaisons. Les graines qui en résultent sont mêlées pour constituer un cultivar synthétique. Par un choix judicieux des lignées autofécondées la population qui en résulte montre un

certain degré de vigueur hybride, qu'elle maintiendra pendant plusieurs générations. Les cvs synthétiques sont préférables aux hybrides pour l'agriculture de subsistance parce que le paysan peut ressemer plusieurs fois ses propres semences.

Les cultivars composites On suit la même méthode que pour les cvs synthétiques mais en partant de cultivars ou de populations existantes au lieu de lignées pures. Ce système est pratiqué au Cameroun pour le maïs à Dschang et Bambui. Tout d'abord on collecte des épis dans les populations paysannes. Une partie de chaque épi est semée. Les graines des meilleurs producteurs sont gardées pour constituer des 'cultivars composites de première génération'. Ensuite on cultive ce composite pendant deux saisons. En deuxième saison on exécute un certain nombre d'autofécondations et les épis intéressants sont semés à un demi-épi par ligne. Les autres moitiés des épis, qui ont donné des lignées favorables, sont mélangées pour constituer le cultivar composite définitif. Ces cultivars sont soumis à une sélection récurrente pendant plusieurs générations.

Les programmes d'amélioration sont souvent exécutés dans des conditions favorables de fumure, entretien etc. On s'est aperçu que le paysan des pays tropicaux est encore très éloigné de la gestion sophistiquée nécessaire pour utiliser les avantages des cultivars améliorés. Il faut se demander s'il ne vaudrait pas mieux consacrer plus d'attention à une sélection qui tienne compte des conditions marginales du paysan afin de produire des cultivars mieux adaptés à ses besoins.

S'agissant des cultivars dits 'de la révolution verte', ils ont souvent remplacé sur d'énormes surfaces les cultivars autochtones. Ce phénomène entraîne des risques graves. Si le cultivar dominant est sensible à une certaine maladie qui ne pouvait auparavant se développer explosivement par suite de la diversité des populations locales, on peut assister à des ravages désastreux. C'est pourquoi il est nécessaire de continuer l'effort de sélection afin de créer toute une gamme de cultivars provenant d'une source génétique assez large.

5.8 Production, commercialisation et tendances

Les productions mondiales sont données dans le tableau 5.2 ainsi que les principaux pays exportateurs. Le tableau 5.15 montre les volumes commercialisés des principales céréales.

Au cours des dernières années, l'assortiment mondial des céréales s'est considérablement modifié quant à sa composition. L'orge, le maïs et le blé ont fortement augmenté leur représentation; la production du riz s'est plus ou moins accrue en proportion de l'accroissement de la population mondiale. La production de l'avoine et des mils a proportionnellement beaucoup moins augmenté que la population mondiale, le seigle a régressé considérablement. Quelques causes de cette modification sont mentionnées ici:

– Le maïs et l'orge sont utilisés extensivement pour l'alimentation énergétique du bétail. La nette augmentation de la consommation de viande dans les pays industrialisés

a amené pour ces céréales un fort accroissement de la demande.

– La proportion du blé s’est accrue surtout par une plus forte demande en farine de froment dans les pays en voie de développement, qui ont satisfait cette demande soit par une augmentation de leur propre production (notamment Mexique, Inde et Pakistan) soit par l’importation.

– Le développement de cultivars, surtout de maïs et de blé, dont la productivité est beaucoup plus haute. Les cvs modernes du riz n’ont pas (encore) causé un même impact sur la production mondiale car leur adoption est lente dans l’agriculture de subsistance, en particulier sous des conditions marginales.

5.9 Caractéristiques particulières

Bien que les pays en voie de développement soient très dépendants des céréales pour la consommation humaine directe, la production et la consommation par tête d’habitant sont basses en comparaison de celles des pays industrialisés. Du point de vue historique il semble que l’amélioration du niveau de vie de l’homme soit associée à un accroissement de la consommation des produits d’origine animale. Il en résulte qu’une partie croissante des aliments de base (principalement céréales, mais aussi légumineuses à graines, et même poisson) est utilisée pour nourrir les animaux domestiques tels que bétail et volaille. La figure 5.14 montre l’utilisation des céréales pour l’alimentation humaine et animale dans les pays en voie de développement ainsi que dans les pays industrialisés.

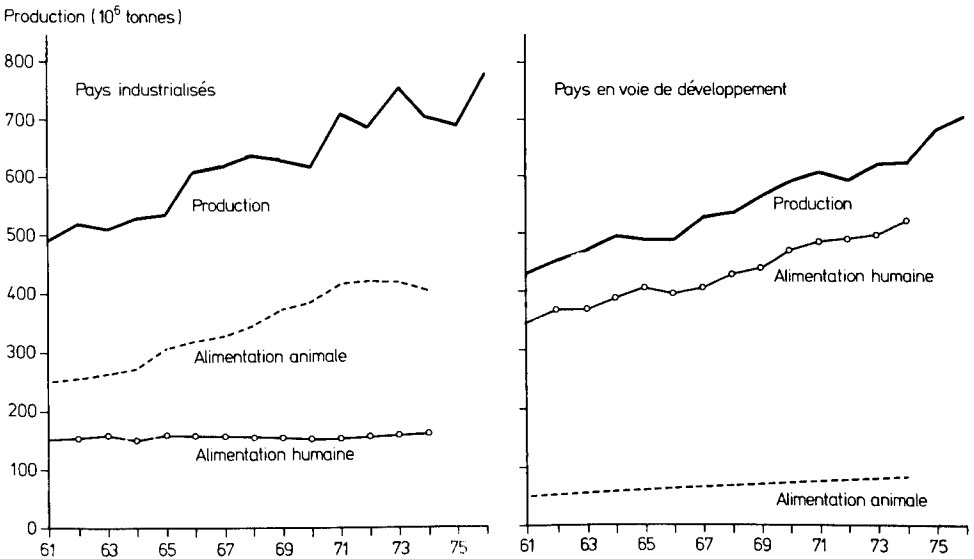


Figure 5.14. Production et utilisation des céréales pour l’alimentation humaine et animale dans les pays en voie de développement et les pays industrialisés, période 1961–1976 (d’après FAO, 1977).

5.10 Bibliographie

Ouvrages généraux

- Acland, J. D., 1975. East African Crops. Longman. Londen. FAO. Rome.
- Anonymus 1975. Séminaire Ouest-Africain sur le rôle des volontaires dans le stockage des graines au niveau de la ferme et du village. Office allemand de la Coopération Technique. Eschborn. République Fédérale d'Allemagne.
- Barloy, J. & B. Bouglé, 1964. Physiologie et Biologie des Graminées cultivées. Applications pratiques. Imp. Fertré. Rennes.
- Cobley, L. S. & W. M. Steele, 1976. An introduction to the botany of tropical crops. Longman. London.
- FAO, 1977. The fourth world food survey. Rome.
- FAO, 1979^a. Annuaire de la production. Vol. 32. Rome.
- FAO, 1979^b. Annuaire du commerce. Vol. 32. Rome.
- Geus, J. de, 1973. Fertilizer guide for the tropics and subtropics. Centre d'Etude de l'Azote. Zurich.
- Irvine, F. R., 1969. West African Crops. Oxford Univ. Press. London.
- Leonard, W. H. & J. H. Martin, 1963. Cereal Crops. Macmillan. New York.
- Metcalfe, D. S. & D. M. Elkins, 1980. Crop production. Macmillan. New York.
- Moule, J. C., 1980. Phytotechnie spéciale II Céréales. La Maison Rustique. Paris.
- Platt, B. S., 1971. Tables of representative values of foods commonly used in tropical countries. Medic. Res. Council; Spec. Rep. Ser. 302; Her Maj. Stat. Off. London.
- Poehlman, J. M., 1959. Breeding field crops. Henny Holt Company Inc. New York.
- Purseglove, J. W., 1972. Tropical crops. Monocotyledons I. Longman. London.
- Vries, C. A. de, J. D. Ferwerda & M. Flach, 1967. Choice of food crops in relation to actual and potential production in the tropics. Neth. J. Agric. Sci. 15(4): 241-248.
- Watson, D. J., 1971. Size, structure and activity of the productive system of crops. Dans: P. F. Wareing & J. P. Cooper, eds. Potential Crop production. Heinemann Educational Books. London.
- Webster, C. C. & P. N. Wilson, 1980. Agriculture in the Tropics. Longman. London.
- Williams, C. M., 1975. The agronomy of the major tropical crops. Oxford Univ. Press. Kuala Lumpur.
- Wit, C. T. de, 1968. Plant Production. Dans: Symposium on Agriculture and the world food supply. Misc. Pap. 3. Landbouwhogeschool. Wageningen.

Riz

- Angladette, A., 1966. Le riz. Maisonneuve & Larose. Paris.
- Grist, D. H., 1975. Rice. Longman. London.
- Have, H. ten, 1981. Natte rijstteelt. Lecture Notes. Agric. Univ. Wageningen.
- Hubert, P., ?. Le riz. Service de l'enseignement agricole de la République Malgache.
- Mayer, J. & R. Bonnefond, 1973. Les rizicultures paysannes. Améliorations possibles. SEAE. Paris.
- Mueller, K. E., 1970. Field problems of tropical rice. IRRI. Los Baños, The Philippines.
- Tanaka, A. & S. Yoshida, 1970. Nutritional disorders of the rice plant in Asia. Techn. Bull. no. 10. IRRI. The Philippines.

Maïs

- Abeele, M. van den & R. Vandenput, 1956. Les principales cultures du Congo Belge. 3^e éd. Ministère des Colonies. Bruxelles.
- Berger, J., 1962. Maize production and the manuring of maize. Centre d'étude de l'azote. Geneva.
- Häflinger, E., ed., 1979. Maize, Ciba-Geigy. Basle.
- Léon, Carlos de, 1978. Maize diseases, a guide for field identification. Information Bull. 11. CIMMYT. Mexico.

- Miracle, M. P., 1966. Maize in tropical Africa. Univ. of Wisconsin Press, Madison.
- Pierre, W. H., S. A. Aldrich & W. P. Martin, eds. 1966. Advances in Corn Production: principles and practices. Iowa State Univ. Press. Ames.
- Tardieu M. & J. Y. Praquin, 1972. L'amélioration du maïs dans les zones d'altitude du Cameroun. Agron. trop. 27 (4): 473-487.

Sorgho

- Curtis, D. L., 1965. Sorghum in West-Africa. Fld Crop Abstr. 18(3): 145-152.
- Dogget, H., 1970. Sorghum. Longman. London.
- Wall, J. S. & W. M. Ross, 1970. Sorghum production and utilisation. Avi Publishing Company. Westport.

Petits mils

- Bourke, D. O'D., 1963. The West African Millet. Crop and its improvement. Sols Afr. 8: 121-132.
- Ferraris, R., 1973. Pearl millet. Commonwealth Bureau of Pastures and Field crops. Hurley. Maidenhead. England. Review Series no. 1/1973.
- Marchal, A., 1950. Les Pénicillaires cultivés au Niger. Agron. trop. 5: 582-592.
- Rachie, K. O., 1975. The millets; importance, utilization and outlook. ICRISAT. Hyderabad.
- Rachie, K. O. & L. V. Peters, 1977. The Eleusines. A review of world literature. ICRISAT (India) & CIAT (Colombia).

5.11 Tableaux

Tableau 5.1. Noms, origine, répartition et utilisation des céréales principales.

Nom scientifique	Noms vernaculaires ¹	Origine	Répartition	Utilisation
Céréales majeures: <i>Avena sativa</i> L.	avoine (F); oats (A)	Asie Occidentale	pays à climats tempérés	alimentation du bétail; consommation humaine (bouillie)
<i>Hordeum vulgare</i> L.	orge (F); barley (A)	Asie Occidentale	pays à climats tempérés, sub-tropicaux et tropicaux d'altitude	consommation humaine (bière, boissons distillées); alimentation du bétail
<i>Oryza sativa</i> L. <i>O. glaberrima</i> Steud.	riz (F); rice (A)	Inde (<i>O. sativa</i>), Sénégal (<i>O. glaberrima</i>)	pays à climats méditerranéens, subtropicaux et tropicaux	consommation humaine (riz cuit à l'eau ou à la vapeur, riz gonflé, parched rice, flocons, boissons); alimentation du bétail
<i>Secale cereale</i> L.	seigle (F); rye (A)	Asie Occidentale	pays à climats tempérés	consommation humaine (préparation de pain, boissons distillées), alimentation du bétail (paille, tourteaux, son, etc.)
<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	sorgho, gros mil (F); sorghum (A)	Ethiopie?	pays à climats méditerranéens, subtropicaux et tropicaux (climats de savane)	consommation humaine (bouillie, galettes, pain sans levain, bière, jus sucré); alimentation du bétail
<i>Triticum aestivum</i> L.	blé, froment (F); wheat (A)	Asie Occidentale	pays à climats tempérés, sub-tropicaux et tropicaux d'altitude	consommation humaine (préparation de pain, bouillie, chapatis (Inde)); alimentation du bétail

Tableau 5.1. (suite).

Nom scientifique	Noms vernaculaires ¹	Origine	Répartition	Utilisation
<i>Zea mays</i> L.	maïs (F); maize, Indian corn (A); corn (Am)	Mexique	pays à climats tempérés, subtropicaux et tropicaux	consommation humaine (bouillie, grillé, couscous, bière); alimentation du bétail
Petits mils:				
<i>Digitaria exilis</i> Stapf	fonio (F); hungry rice (A)	Afrique Occidentale	Afrique Occidentale, climats secs	consommation humaine (bouillie, bière)
<i>Eleusine coracana</i> (L.) Gaertn.	éleusine (F); finger millet (A)	Ouganda	climats tropicaux (climats de savane)	consommation humaine (bouillie, bière)
<i>Eragrostis tef</i> (Zucc.) Trotter	teff (F, A)	Ethiopie	Ethiopie	consommation humaine (crêpe), fourrage
<i>Panicum miliaceum</i> L.	mil, millet (F); common millet (A)	Asie Centrale	pays à climats tempérés et subtropicaux	consommation humaine (cuit comme le riz, bouillie, pain), fourrage
<i>Pennisetum typhoides</i> (Burm. fil.) Stapf & Hubbard	mil à chandelle, mil pénicillaire, millet perlé (F); pearl millet bulrush millet (A)	Afrique Occidentale	pays à climats (sub-)tropicaux (climats de savane), en particulier Afrique, Inde	consommation humaine (cuit comme le riz, bouillie, galettes, pain sans levain, bière), fourrage
<i>Setaria italica</i> (L.) Beauv.	millet des oiseaux (F); foxtail millet (A)	Asie de l'Est	pays à climats (sub-)tropicaux et tempérés, en particulier Asie, Afrique du Nord, Japon	consommation humaine (cuit comme le riz, bière), fourrage

1. F = Français, A = Anglais, Am = Américain.

Tableau 5.2. Superficie, production, rendement et principaux pays producteurs & exportateurs de céréales (1977).

Espèce	Superficie mondiale ($\times 10^6$ ha)	Production mondiale ($\times 10^6$ tonnes)	Rendement (kg ha ⁻¹)		Principaux pays producteurs	Principaux pays exportateurs
			Afrique	moyenne mondiale maximum		
Céréales majeures						
<i>Avena sativa</i>	29,571	51,234	430	1 733	URSS, Etats-Unis, Canada, RFA	Australie, Canada, Finlande, Argentine
<i>Hordeum vulgare</i>	95,564	177,318	567	1 855	URSS, Chine, Canada, France	Canada, France, Australie, Royaume-Uni
<i>Oryza</i> spp.	144,092	370,592	1 381	2 572	Chine, Inde, Indonésie, Bangladesh	Etats-Unis, Chine, Thaïlande, Pakistan
<i>Secale cereale</i>	15,327	25,447	750	1 660	URSS, Pologne, RFA, RDA	Canada, Suède, Danemark
<i>Sorghum bicolor</i>	51,914	68,508	683	1 320	Etats-Unis, Inde, Argentine, Nigéria	
<i>Triticum aestivum</i>	231,624	385,736	658	1 665	URSS, Etats-Unis, Chine, Inde, Canada	Etats-Unis, Canada, Australie, France
<i>Zea mays</i>	118,615	348,461	988	2 938	Etats-Unis, Chine, Brésil, Afrique du Sud	Etats-Unis, Argentine, Afrique du Sud, Thaïlande
Petits mils	53,684	34,785	569	8	Chine, Inde, Nigéria, URSS	
Céréales, total	753,223	1 476,111				

Sources: FAO (1979^a, 1979^b).

Tableau 5.3. L'importance des céréales dans le monde (1977).

	Pays en voie de développement				Pays industrialisés		Monde	
	Afrique		Total		× 10 ³	%	× 10 ³	%
	× 10 ³	%	× 10 ³	%				
Superficie arable ¹ (ha)	181 294	12,4	790 808	54,1	671 209	45,9	1 462 017	100
Superficie céréalière (ha)	56 180	7,5	441 569	58,6	311 653	41,4	753 223	100
Production céréalière (tonnes)	42 895	2,9	705 599	47,8	770 513	52,2	1 476 111	100
Production par ha (tonnes)	0,764		1,598		2,472		1,960	
$\frac{\text{Superficie céréalière}}{\text{Superficie arable}} \times 100$		31,0		55,8		46,4		51,5

1. Superficie en cultures annuelles et pérennes et en jachère.

Source: FAO (1979^a).

Tableau 5.4. Voir p. 96.

Tableau 5.5. Valeur biologique et déficiences en acides aminés de la protéine de quelques céréales et de la protéine provenant d'autres sources.

Source	Valeur biologique	Acides aminés limitants
<i>Triticum aestivum</i>	67	lysine, méthionine
<i>Oryza sativa</i> riz pilé	85	lysine, méthionine, tryptophane
riz blanc	75	
<i>Zea mays</i>	54	tryptophane, lysine, cystine
<i>Hordeum vulgare</i>	64	lysine, méthionine
<i>Sorghum bicolor</i>	?	lysine, méthionine
<i>Pennisetum typhoides</i>	?	lysine, méthionine
<i>Eleusine coracana</i>	?	lysine
<i>Solanum tuberosum</i>	71	cystine, méthionine, tyrosine
<i>Ipomoea batatas</i>	72	méthionine
<i>Amaranthus</i> sp. (feuilles)	67	isoleucine
Lait de vache	90	cystine
Viande de boeuf	76	cystine
Oeufs de poule	96	
Gélatine	0	tryptophane

Sources diverses.

Tableau 5.4. Composition chimique de quelques céréales (par 100 g de partie comestible).

Espèce	Eau (g)	Energie		Pro- tèines (g)	Lipides (g)	Glucides (g)	Fibre (g)	Calcium (mg)	Fer (mg)	Vit. A. (U.I.)	Vit. B ₁ (mg)	Vit. B ₂ (mg)	Acide nicoti- nique (mg)	Vit. C (mg)
		(kJ)	(kcal)											
<i>Digitaria exilis</i>	10	1386	330	7,7	1,8	71	6,8	30	3,4	-	0,3	0,1	3,0	0
<i>Eleusine coracana</i>	12	1411	336	6,0	1,5	75	3,0	350	5	ø	0,3	0,1	1,4	0
<i>Eragrostis tef</i>	11	1449	345	8,5	2,2	73	2,2	110	90	-	0,50	0,1	2,0	0
<i>Oryza sativa</i> riz blanc	12	1478	352	7,0	0,5	80	0,2	5	1,0	ø	0,06	0,03	1,0	0
riz étuvé	12	1487	354	8,0	1,5	77	0,5	10	2,0	ø	0,25	0,05	2,0	0
<i>Pennisetum typhoides</i>	12	1525	363	11,0	5,0	69	2,0	25	3,0	ø	0,3	0,15	2,0	0
<i>Panicum miliaceum</i>	11	1491	355	10,0	2,5	73	2,0	20	5,0	ø	0,6	0,1	1,0	0
<i>Sorghum bicolor</i>	12	1491	355	10,4	3,4	71	2,0	32	4,5	ø	0,50	0,12	3,5	0
<i>Triticum aestivum</i>	13	1445	344	11,5	2,0	70	2,0	30	3,5	ø	0,4	0,1	5,0	0
<i>Zea mays</i>	12	1525	363	10,0	4,5	71	2,0	12	2,5	ø-600	0,35	0,13	2,0	0

-: données non disponibles ø: trace
Source: Platt (1971).

Tableau 5.6. Caractéristiques botaniques des principales céréales.

Espèce	Chromosomes (2n)	Caryopse	Tige	Force de tallage	Inflorescence	Fleurs par épillet ¹	Photopériodisme	Cycle photosynthétique	Fécondation ²	Durée en jours	
										période floraison-	cycle complet maturité
<i>Avena sativa</i>	42	vêtu	creuse	moyenne	panicule	2-3 (1-3)	JL	C ₃	auto	30-45	90-120
<i>Digitaria exilis</i>	54	vêtu	remplie	forte	panicule	2 (1)	JC	C ₄		30	90-130
<i>Eleusine coracana</i>	36	nu	remplie	assez forte	épi	6-12	JC	C ₄	auto (1%)	30	105-180
<i>Hordeum vulgare</i>	14	vêtu	creuse	assez forte	épi	1	JL ou neutre	C ₃	auto	30-45	90-120
<i>Oryza sativa</i>	24	vêtu	creuse	moyenne- forte	panicule	1	JC ou neutre	C ₃	auto (0-4,5%)	30-45	100-180
<i>Pennisetum typhoides</i>	14	vêtu	remplie	moyenne	panicule	♂:1 (1) ♀:1 (1)	JC	C ₄	allo	30	60-150
<i>Secale cereale</i>	14	nu	creuse	moyenne	épi	3 (2)	JL	C ₃	allo	30-45	90-120
<i>Sorghum bicolor</i>	20	vêtu	remplie	absente à faible	panicule	♀:2 (1) ♂:1-2 (0-1)	JC ou neutre	C ₄	intermédiaire	35-70	90-200
<i>Triticum aestivum</i>	42	nu	creuse	moyenne	épi	3-5 (2-4)	JL ou neutre	C ₃	auto	30-45	95-150
<i>Zea mays</i>	20	nu	remplie	absente	panicule (♂) épi (♀)	♂:2 (1) ♀:2 (1)	JC ou neutre	C ₄	allo (5-10%)	40-50	90-150

1. Les chiffres entre parenthèses sont le nombre de fleurs fertiles.

2. Les chiffres entre parenthèses donnent le pourcentage soit d'allofécondation, soit d'autofécondation.

Sources diverses.

Tableau 5.7. Quelques genres, tribus et sous-familles dans les Graminées.

Genre	Tribu	Sous-famille	Observations
<i>Avena</i> <i>Hordeum</i> <i>Secale</i> <i>Triticum</i>	Aveneae Triticeae	Festucoideae (Pooideae)	Sous-famille des céréales des régions tempérées. Les fleurons supérieurs de l'épillet ont tendance à disparaître, ils sont mâles, stériles ou absents; les fleurons inférieurs de l'épillet sont complets.
<i>Eragrostis</i> <i>Eleusine</i>	Eragrosteae Chlorideae	Eragrostoideae	
<i>Digitaria</i> <i>Echinochloa</i> <i>Panicum</i> <i>Pennisetum</i> <i>Setaria</i>	Panicaceae	Panicoideae	Sous-famille des céréales des savanes tropicales. Les fleurons inférieurs de l'épillet ont tendance à disparaître, ils sont mâles, stériles ou absents; les fleurons supérieurs de l'épillet sont complets. Les Andropogoneae et les Maydeae sont très voisines. Les épillets sont jumelés dans les deux tribus. Chez les Andropogoneae chaque paire représente les deux sexes: l'épillet sessile contient 1 fleuron complet, et l'épillet pédicellé contient des fleurons mâles ou rudimentaires. Chez les Maydeae les sexes sont séparés complètement, soit dans différents épillets dans la même inflorescence (larme-de-Job), soit dans différentes inflorescences (maïs).
<i>Saccharum</i> <i>Sorghum</i>	Andropogoneae		
<i>Coix</i> <i>Zea</i>	Maydeae		
<i>Oryza</i>	Oryzeae	Oryzoideae	

Source: Cobley & Steele (1976).

Tableau 5.8. Quelques groupes de cultivars de céréales.

Espèce	Type de grain ou d'inflorescence	Système de culture	Autres critères
<i>Oryza sativa</i>	grain: long ou court panicule: lâche ou compacte riz amylicé ou riz glutineux	riz pluvial (riz de montagne) riz de bassin (riz irrigué) riz flottant	riz nain riz à paille longue
<i>Sorghum bicolor</i>	épillets & panicule: - Bicolor - Guinea - Caudatum - Kafir - Durra mode d'utilisation: - sorgho grain - sorgho sucré - sorgho balai	sorgho semis direct (sorgho pluvial) sorgho repiqué	sorgho hybride sorgho non-hybride

Tableau 5.8. (suite).

Espèce	Type de grain ou d'inflorescence	Système de culture	Autres critères
<i>Triticum aestivum</i>	grain: dur ou tendre	blé d'hiver blé de printemps blé méditerranéen	blé nain blé à paille longue
<i>Zea mays</i>	grain: – maïs vitreux ('flint corn') – 'pop corn' – maïs denté ('dent corn') – maïs tendre ('soft' ou 'flour corn') – maïs sucré ('sweet corn')		maïs hybride maïs non hybride

Sources diverses.

Tableau 5.9. Voir p. 100.

Tableau 5.10. Voir p. 101.

Tableau 5.11. Maïs: densité indicative de plantes par ha en fonction de la disponibilité d'eau et de la fertilité du sol.

Fertilité du sol	Pluviométrie pendant le cycle du maïs (mm)		
	300-400	400-500	> 500
'Basse'	10000	15000	15000
'Moyenne'	12000	25000	30000
'Bonne'	15000	30000	> 50000

Source principale: De Geus (1973).

Tableau 5.12. Prélèvement d'éléments fertilisants en kg par tonne de grains récoltés de quelques céréales.

Éléments	Blé (France)			Riz (Philippines, IRRI)			Maïs (Etats-Unis)			Sorgho (Etats-Unis)		
	grains	paille	total	grains	paille	total	grains	paille	total	grains	paille	total
N	18,0	12,0	30,0	10,0	9,0	19,0	13,7	6,5	20,2	15,0	10,0	25,0
P	5,8	1,0	6,8	1,2	0,7	1,9	1,4	0,3	1,8	2,2	1,5	3,7
K	6,5	24,9	31,4	1,9	37,1	39,0	3,4	13,9	17,3	3,3	16,6	19,9

Sources: Barloy & Bouglé (1964); De Geus (1973).

Tableau 5.9. Données écologiques de quelques céréales.

Espèce	Altitude à l'équateur (en ?)	Température moyenne journalière (°C)		Précipitation (mm)		Coeffi- cient de transpira- tion	pH	
		tolérance	optimum	annuelle	cycle		tolérance	optimum
<i>Eleusine coracana</i>	1 000-2 000	?	22	350-1 250	> 350	290	?	?
<i>Oryza sativa</i>	0-1 000	20-38	25-30	> 1 000 (riz pluvial)	> 600	600-700	4,0-8,0	5,5-6,5
<i>Pennisetum typhoides</i>	0-1 600	20-35	25-30	> 275	> 275	250	?	?
<i>Sorghum bicolor</i>	0-2 400	20-35	25-30	375-1 000	> 375	270	5,0-9,0	6,0-7,0
<i>Triticum aestivum</i>	1 600-3 000	15-22	20	> 350	> 350	500	5,0-8,0	6,0-7,0
<i>Zea mays</i>	0-1 800	20-35	25-30	> 900	450-900	370	5,0-8,0	6,0-7,0

Sources diverses.

Tableau 5.10. Données sur le semis de quelques céréales.

Culture	Matériel	Méthode	Quantité de semences (kg ha ⁻¹)	Poids 1 000 grains (g)	Ecartement	Densité	Observations
<i>Digitaria exilis</i>	grain	à la volée	10-20	0.5	-	> 500 000	
<i>Eleusine coracana</i>	grain/plants	à la volée ou en ligne	5-20	2-2,5	7,5-25 cm entre les lignes	> 500 000	repiquage
<i>Hordeum vulgare</i>	grain	en ligne	50-150	40-50	20-25 cm entre les lignes	400 000-1 000 000	
<i>Oryza sativa</i>	grain/plantules	à la volée (avion) ou en lignes; repiquage	semis: 80-100(-150) repiquage: 30-50	20-35	semis: 20-25 cm entre les lignes	250 000-500 000	repiquage
<i>Pennisetum typhoides</i>	grain	en ligne	4-12	8-10	60-90 cm entre les lignes, 20-60 cm sur la ligne, ou plus dense	20 000-200 000	
<i>Sorghum bicolor</i>	grain/plantules	en ligne repiquage	5-15	14-40	60-90 cm entre les lignes, 20-60 cm sur la ligne	20 000-100 000	repiquage
<i>Triticum aestivum</i>	grain	en ligne	50-200	40-50	20-25 cm entre les lignes	400 000-1 000 000	
<i>Zea mays</i>	grain	en ligne	10-30	150-300	75-100 cm entre les lignes, 20-40 cm sur la ligne	10 000-70 000	

Sources diverses.

Table 5.13. Schéma des principaux types de riziculture et leurs caractéristiques.

Type de culture	Source d'eau principale		Préparation du sol	Repiquage ou semis	Maîtrise de l'eau	Exemples et termes de dénomination habituelle ¹
	1ère période ²	2ème période				
Culture entièrement en sec	pluies	pluies	parfois aucune; en sec	semis	sans	Culture itinérante (avec jachère arborée ou herbacée)
	pluies	pluies	en sec	semis	sans	Culture (semi) permanente (en rotation avec d'autres cultures). Riz pluvial, riz de plateau, riz de montagne (A: upland rice)
Formes intermédiaires entre culture sous eau et en sec	pluies	pluies et eau de surface (0-30 cm)	en sec	semis	partielle; avec diguettes	Méthode gogo ranceah en Indonésie
	pluies	pluies et eau de surface (0-30 cm)	en sec	semis	sans	- Riz pluvial en Inde, Ghana du Centre - Méthode boliland en Sierra Léone
Culture sous eau avec maîtrise totale de l'eau	pluies	principalement eau de surface (20-100 cm)	en sec	semis	partielle ou sans	- Riz dressé en Afrique de l'Ouest - Culture de crue
	pluies	principalement eau de surface (100-500 cm)	en sec	semis	partielle ou sans	- Riz (semi) flottant en Asie (A: floating rice, deep water rice) - Riz flottant en Afrique de l'Ouest - Culture de crue
Culture sous eau avec maîtrise totale de l'eau	eau d'irrigation	eau d'irrigation	entièrement en sec	semis	totale	Riz irrigué (A: irrigated rice)
	eau d'irrigation	eau d'irrigation	entièrement sous eau	repiquage ou semis	totale	Riz irrigué (A: irrigated rice)

Tableau 5.13 (suite).

Type de culture	Source d'eau principale		Préparation du sol	Repiquage ou semis	Maîtrise de l'eau	Exemples et termes de dénomination habituelle ¹
	1ère période ³	2ème période				
	eau d'irrigation	eau d'irrigation	en sec et sous eau	repiquage ou semis	totale	Riz irrigué (A: irrigated rice)
Culture sous eau avec maîtrise partielle de l'eau ou sans maîtrise	eau de surface pour submersion peu profonde	pluies et eau de surface (0-30 cm)	sous eau	repiquage ou semis	partielle, avec ou sans diguettes	- Riz pluvial en Inde (A: rainfed rice) - Riz (inondé) de mangrove en Afrique de l'Ouest (A: mangrove swamp rice) - Riz (inondé) de bas-fonds en Afrique de l'Ouest (A: inland swamp rice, valley swamp rice)
	eau de surface pour submersion peu profonde	pluies et eau de surface (20-100 cm)	sous eau	repiquage	partielle	Riz en eau profonde (A: deep flooded rice)
	eau de surface (40-70 cm)	eau de surface (20-70 cm)	aucune	repiquage 2 à 3 x	sans	- Riz à double repiquage en Vietnam, Indonésie (A: double transplanted rice) - Culture de décrue

1. Divers termes sont utilisés pour plus d'un type de riziculture.

2. Jusqu'à quelques semaines après le semis.

3. Jusqu'au moment de semis ou repiquage.

Source: Ten Have (1981).

Tableau 5.14. Incidence des maladies et prédateurs chez quelques céréales.

Espèce	Piricu- lariose	Helminthos- poriose	Charbon	Rouille	Borers	Insectes de stock- age	Oiseaux	Striga
<i>Eleusine coracana</i>	xx	x	-	-	-	-	-	x
<i>Oryza sativa</i>	xxx	xx	x	-	xxx	xxx	xxx	-
<i>Pennisetum typhoides</i>	x	x	x	x	xx	x	xxx	x
<i>Sorghum bicolor</i>	-	xx	xxx	x	xx	xxx	xxx	xx
<i>Triticum aestivum</i>	-	-	xx	xxx	x	xx	xx	-
<i>Zea mays</i>	-	xxx	x	xx	xxx	xx	x	-

Explication: xxx: grave, xx: moyenne, x: légère, -: insignifiante.

Sources diverses.

Tableau 5.15. Commercialisation des céréales dans le monde (1977).

Espèce	Production mondiale ($\times 10^6$ tonnes)	Exportation mondiale		Pays importateurs principaux
		($\times 10^6$ tonnes)	%	
<i>Hordeum vulgare</i>	177,318	12,973	7,3	Japon, RFA, Belgique, Pologne
<i>Oryza sativa</i>	370,592	10,870	3,0	Indonésie, Iran, Sri Lanka, Nigéria
<i>Triticum aestivum</i>	385,736	65,314	16,9	Chine, Japon, Royaume-Uni, Egypte
<i>Zea mays</i>	348,461	57,427	13,6	Japon, Pays Bas, Espagne, Royaume-Uni

Source: FAO (1979b).

6 La canne à sucre

H. J. W. Mutsaers

6.1 Introduction

6.1.1 Généralités

La canne à sucre est maintenant une des cultures les plus importantes du monde et fournit, avec la betterave, presque tous les besoins mondiaux en 'édulcorants'. La canne à sucre fournit 60–65% et la betterave 35–40% de la production mondiale de sucre centrifugé.

6.1.2 Espèces, noms, origine et répartition

Espèces, noms Un seul nom d'espèce ne peut être assigné à la canne à sucre de grande culture. Tous les cultivars importants sont des hybrides entre plusieurs espèces du genre *Saccharum*. Les cannes qui sont cultivées en milieu rural pour les propres besoins ('cannes à mâcher') sont en général des 'cannes nobles', appartenant à l'espèce *Saccharum officinarum*.

Origine et répartition L'utilisation de la canne à sucre pour la consommation humaine est très ancienne. La 'canne noble', originaire de la Nouvelle-Guinée est mâchée traditionnellement par les peuples de Mélanésie et fut répandue dans la région de l'Asie et de l'Océan Pacifique par les navigateurs anciens (Hawaii, Malaisie). Cette espèce est très bonne à mâcher étant donné sa teneur élevée en jus, son épiderme tendre et sa basse teneur en fibres.

L'origine de l'industrie sucrière ne fut pourtant pas basée sur cette espèce mais sur les espèces indiennes (de l'Inde): *S. barberi* et *S. sinense*. Généralement ces deux espèces sont considérées comme hybrides entre *S. officinarum* et *S. spontaneum*. Elles sont plus minces que la canne noble, contiennent moins de jus et plus de fibres, sont plus dures, mais résistent beaucoup mieux aux maladies. L'art d'extraction du jus et de son évaporation fut développé en Inde dans des temps très anciens. Les commerçants d'alors introduisirent la canne de l'Inde et l'art de la fabrication du sucre au Moyen-Orient et en Espagne (les Maures), d'où Columbus l'apporta au Nouveau Monde.

Au début, l'industrie sucrière en Amérique Latine (16ème siècle) fut basée sur un seul clone de *Saccharum barberi*, le 'Créole' ou 'Caña criolla', jusqu'à l'introduction des cannes nobles à la fin du 18ème siècle. C'est à partir de la Réunion, que la canne noble nommée 'Otaheite' ou 'Bourbon' fut introduite aux Caraïbes où elle remplaça

le 'Créole', par suite de sa productivité plus élevée.

Au cours du 19^{ème} siècle le 'Bourbon' fut de plus en plus attaqué par des maladies, surtout la gommose et la mosaïque, mais heureusement, vers le début du 20^{ème} siècle à Java et à Barbade on réalisa une amélioration importante du matériel végétal par rétrocroisement de *Saccharum sinense* avec *Saccharum officinarum*: la 'nobilisation', qui produisait un matériel de haute production et plus résistant aux principales maladies. L'un des premiers cultivars résultant de cette nobilisation, qui a sauvé l'industrie dans plusieurs pays, fut le POJ 2878 de Java (Indonésie) produit en 1925, et diffusé très rapidement dans le monde (des détails sur la création de ce cultivar sont donnés au paragraphe 6.7).

6.1.3 Importance économique, modes de consommation, préparation et utilisation

Importance économique Plusieurs pays dépendent pour une grande partie du sucre pour leurs échanges commerciaux avec l'étranger. C'est le cas notamment de Cuba, Saint-Domingue, l'île-Maurice, les Indes Occidentales. Le tableau 6.1 donne les chiffres des superficies et de la production de canne à sucre pour les pays producteurs les plus importants (en 1977).

Préparation et utilisation La transformation de la canne à l'usine (paragraphe 6.6.4) donne comme principal produit le sucrose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) cristallisé. La mélasse, le liquide visqueux qui reste après la cristallisation de la partie majeure du sucrose, peut être transformée en rhum ou en aliment pour le bétail. La bagasse, masse fibreuse qui reste après l'extraction du jus de canne, sert de combustible à l'usine, elle est suffisante pour tous les besoins en combustible de la campagne. La boue de filtre, résultant de la clarification du jus, peut être employée comme engrais.

6.1.4 Composition chimique et valeur nutritionnelle

Les différents produits de l'usine ont la composition suivante.

- Le sucre raffiné est presque à 100% du sucrose.
- La mélasse contient du sucrose, des monosaccharides (glucose et fructose), des substances azotées et des minéraux.
- La bagasse consiste principalement en cellulose.
- La boue de filtre est riche en potasse et en chaux.

La valeur nutritionnelle du sucre est de nature exclusivement énergétique. La mélasse, par sa haute teneur en sucre, substances azotées et minéraux, a une haute valeur nutritionnelle pour le bétail.

6.2 Botanique

6.2.1 Morphologie

La structure de la plante adulte est conforme au schéma général donné pour les céréales (paragraphe 5.2.1). La tige consiste en un nombre variable de noeuds et entrenoeuds, très courts à la base au niveau du sol, plus longs au milieu et se raccourcissant vers l'apex. La tige est remplie d'un parenchyme tendre, l'assise du sucre. Certains cultivars ont tendance à former des craquelures, parfois jusqu'au centre de la tige, ce qui est un caractère fort défavorable rendant la plante susceptible d'attaques de moisissures. L'épiderme est d'une dureté variable, selon les cultivars. Un épiderme très dur donne une protection contre les borers mais peut, en même temps, rendre difficile le broyage et causer des dégâts à l'usine. Les oeillets sont portés en deux rangées alternantes le long de la tige dans les aisselles des feuilles. A la base de la plante les yeux produisent des talles, plus haut, ils sont d'abord inhibés mais commencent à se développer après la floraison, ce qui est nuisible à la production. C'est pour cette raison que l'on préfère pour la culture des cultivars qui ne fleurissent pas. Après la coupe les yeux basaux se développent et forment la nouvelle touffe. Les loges radicales ne se développent qu'en cas de contact avec le sol. La figure 5.5 montre une touffe de canne schématisée.

Les feuilles consistent en gaines enveloppantes parfois pourvues d'une couche dense d'aiguilles et possèdent un limbe étalé. Les feuilles âgées se détachent souvent complètement de la tige ('self-trashing') ce qui est un caractère favorable pour la culture et évite la nécessité de brûler la canne avant la coupe.

Les racines des boutures ne fonctionnent que pendant la première phase du cycle végétatif et leur rôle est repris par les racines des talles, dès que celles-ci commencent à se développer. *Grosso modo*, les racines sont distribuées dans le sol comme suit:

0-0,25 m: 50% des racines

0-0,60 m: 90% des racines

Un faible pourcentage de racines peut atteindre une profondeur allant jusqu'à 4 m sous le sol. Après la coupe les racines meurent et sont remplacées par de nouvelles racines, issues des noeuds souterrains de l'ancienne souche.

L'inflorescence est une panicule composée, portant des épillets disposés par paires (caractéristique des *Andropogoneae*, comme le sorgho). La stérilité mâle est très commune, mais dépend du cultivar et des conditions climatiques. Par suite de la polypléidie compliquée, seul un pourcentage souvent très bas de fleurs donne des graines.

6.2.2 Taxonomie

Le genre *Saccharum* est un membre de la sous-famille des *Andropogoneae*. Dans quelques cas le croisement avec le sorgho a réussi. Presque tous les cultivars de la culture sont des hybrides complexes entre deux ou plusieurs espèces du genre *Saccharum*: *S. officinarum*, *S. spontaneum*, *S. barberi*, *S. sinense*, *S. robustum*. C'est pourquoi

la canne à sucre est toujours indiquée sous le nom '*Saccharum cvs*'.

Des systèmes de classification des cultivars existent; ils sont basés surtout sur des caractères végétatifs comme la forme de l'oeillette, la couleur de l'épiderme, les caractères de l'articulation entre gaine et limbe foliaire, la présence ou l'absence de poils sur un certain nombre de parties (p.ex. l'oeillette) etc.

6.2.3 Croissance et développement

Le développement est conforme au système général des Graminées. En culture, la canne est plantée en bouture à deux ou trois yeux. Les loges des racines se développent d'abord, puis l'oeil forme un rhizome court à entrenoeuds courts (figure 6.1). Les yeux souterrains du rhizome produisent des talles, qui, à leur tour, forment des talles secondaires et tertiaires. Contrairement aux céréales les entrenoeuds de la canne au dessus du plateau de tallage s'allongent et forment la tige avant l'initiation florale. Chez la plupart des cultivars commerciaux les feuilles âgées se détachent, de sorte que les tiges sont nues au-dessous d'un certain niveau.

Chez les cultivars qui sont capables de fleurir la floraison est influencée par la durée du jour, 12h¹⁵–12h⁴⁵ étant la durée inductive. La physiologie de la floraison est compliquée; son intensité varie beaucoup selon les cultivars, certains d'entre eux donnant des inflorescences partout entre 0–25° de latitude, d'autres ne fleurissant nulle part.

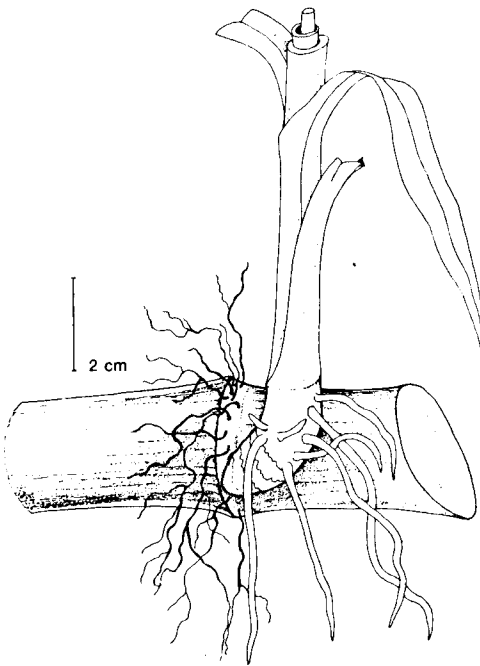


Figure 6.1. *Saccharum officinarum*: bouture avec rejet (d'après Rehm & Espig, 1976).

Sous certaines conditions plusieurs cultivars sont mâles-stériles ce qui est un caractère nécessaire pour le croisement contrôlé. Le nombre de graines viables est très variable entre les cultivars.

La canne à sucre est une plante à cycle photosynthétique C4.

6.2.4 *Cultivars*

Il existe un énorme choix de cultivars provenant de régions écologiques différentes. Certaines stations d'amélioration de canne produisent des cultivars d'une large adaptabilité comme Barbade (B), Natal-Coimbatore (NCo), d'autres stations produisent des cultivars adaptés à des conditions plus spécifiques comme Hawaii (H) (cultivars de 24 mois) ou Canal Point, Florida, Etats-Unis (CP) (intervention d'une période de basses températures, culture de 10 mois). Presque tous les cultivars modernes sont plus ou moins résistants à la mosaïque, maladie qui a menacé l'industrie au début du vingtième siècle, mais une attention continue s'impose.

Là où il n'existe pas de sélection variétale, comme par exemple au Cameroun, en Ethiopie et dans la plupart des pays où la culture est récente, ce sont surtout les cultivars en provenance de Barbade et de Natal-Coimbatore qui donnent les meilleurs résultats.

6.3 **Ecologie**

6.3.1 *Facteurs climatologiques*

Le climat idéal pour la canne est le suivant:

- Une longue saison aux températures élevées, à haut ensoleillement, et des disponibilités en eau illimitées. La consommation en eau de la canne par unité de matière sèche produite est 400-500 litres par kg de matière sèche.
- Pendant la maturation: une saison plus sèche et moins chaude, freinant le développement végétatif et stimulant l'accumulation de sucre.

Pour la culture pluviale les précipitations annuelles doivent être supérieures à 1 500 mm et la canne se cultive dans des régions dont la pluviométrie peut aller jusqu'à 2 500 mm.

La floraison est provoquée chez plusieurs cultivars par des jours courts, mais l'intensité de floraison est assez variable selon les autres conditions écologiques (température basse, humidité élevée p.ex. stimulent la floraison).

On constate que la région de M'bandjock (Cameroun) est marginale pour la production commerciale par suite de sa pluviométrie relativement basse d'environ 1 600 mm et de son ensoleillement limitant. La canne se cultive surtout entre 35 LN et LS.

6.3.2 *Sols*

La canne est une culture de sols lourds à haute fertilité mais on trouve aussi la culture sur d'autres sols. Les conditions pluviométriques sont en grande partie détermi-

nantes: la haute pluviométrie et les sols lourds exigent le drainage, les sols légers et la pluviométrie limitée exigent l'irrigation. La canne n'est pas exigeante quant au pH. De bonnes productions sont possibles entre pH 5–8. S'il est inférieur à 4,5 le pH devient fortement limitant et un apport de chaux est nécessaire pour le corriger.

Sous réserve d'une fumure minérale adéquate on peut considérer la culture de canne comme étant écologiquement favorable: la plante donne une couverture dense pendant plusieurs années, interrompue chaque année par la coupe assurément, mais rapidement rétablie par la repousse. Là où le brûlage n'est pas pratiqué il reste toujours une couche dense de paille de l'année précédente.

6.4 Agronomie

6.4.1 *Multiplication, préparations de semis/plantation etc., association*

Multiplication La canne à sucre se multiplie par boutures à deux ou trois oeillets. On prend les boutures d'un champ de 8–12 mois (cas de cannes vierges) ou de 6–8 mois (cas de cannes de repousse), c'est-à-dire bien avant la maturité. Le système optimal de multiplication est l'utilisation de pépinière.

La pépinière primaire est plantée de boutures qui ont été traitées à l'eau chaude contre les virus, surtout la 'ratoon stunting disease' (paragraphe 6.5) ainsi qu'aux produits fongicides. La pépinière est rigoureusement inspectée et les touffes attaquées par des maladies sont arrachées. Les boutures préparées dans cette pépinière passent dans la pépinière secondaire, souvent elles aussi après un traitement à l'eau chaude, et toujours après avoir été traitées aux fongicides. La deuxième pépinière fournit les boutures pour la plantation. Parfois on utilise encore une troisième pépinière pour la production des boutures de plantation. A tous les stades de pépinière la destruction des cannes malades est effectuée. Le rapport des superficies entre pépinières et plantation dans le cas de deux stades de pépinière est approximativement 1:10:100. On utilise des cannes saines, bien développées et on enlève les sommets et les parties basales.

Par suite de la disparition de la 'dominance apicale' les oeillets commencent à se développer dès que la bouture est en contact avec le sol humide et que les loges radiculaires ont développé des racines.

Préparations de semis/plantation Avant l'établissement d'une nouvelle plantation le sol est soigneusement débarrassé des souches d'arbres et les débris végétaux sont enlevés par un passage de charrue à disques lourds. Souvent il est nécessaire de faire un sous-solage pour briser le sous-sol tassé afin de favoriser l'entrée et le stockage d'eau et le cheminement des racines. Ce labour est répété chaque fois qu'on replante la plantation.

Avant la plantation on prépare des sillons au fond desquels on met les boutures, qui sont ensuite recouvertes de terre. Il existe des machines effectuant ces trois opérations en un seul passage.

Après la levée, on laboure encore une ou deux fois à la 'charrue à deux socs', qui

effectue sarclage et buttage à la fois. Le buttage améliore le tallage et l'enracinement des touffes. La plantation s'effectue au début de la saison de pluies. Le dispositif de plantation est généralement 120–180 × 30–50 cm.

6.4.2 Phytotechnie

Sarclage Le sarclage précoce est indispensable pour une bonne récolte; surtout dans le cas de canne vierge où la terre a été nue. L'emploi d'herbicides est général dans les pays industrialisés et notamment aux Etats-Unis.

Paillage Dans les repousses le paillage au moyen des feuilles détachées et des sommets est favorable tant pour la conservation de l'eau et la lutte contre les mauvaises herbes que pour la conservation optimale des éléments fertilisants existant dans la paille.

Ratooning On appelle ratooning la culture des repousses après la récolte. Le nombre de repousses est très variable par pays, allant de 2 à même 20 (Cuba). A Mbandjock (Cameroun) les prévisions sont de 6 à 7 repousses par cycle. A chaque repousse la base de la nouvelle touffe se forme à un niveau plus haut du sol, surtout si, lors de la récolte, les cannes ont été coupées à trop de hauteur. Après quelques années de repousse il est souvent préconisable d'exécuter une opération connue sous le nom de 'stubble shaving': les extrémités des chaumes (A: stubbles) sont coupées mécaniquement sous le sol et la prochaine repousse se forme à partir des bourgeons plus bas.

Irrigation Sous un climat aride les rendements les plus élevés sont réalisés à l'aide de l'irrigation. La fréquence des arrosages et les quantités d'eau à apporter à chacun d'eux dépendent du sol et du climat. L'irrigation est arrêtée vers la maturité afin que la canne accumule autant de sucre que possible.

Fumure Les besoins en minéraux fertilisants de la canne varient avec le climat, le type de sol, le cultivar, la durée du cycle, le système de culture (p. ex. le brûlage). Une indication préliminaire des besoins est fournie par les exportations d'éléments majeurs des différentes parties de la plante. Le tableau 6.2 contient des données qui se rapportent à la Louisiane (Etats-Unis).

Comme chez les céréales, les exportations de potasse sont très élevées mais, tandis que chez celles-ci la plus grande partie de la potasse reste sur le terrain dans la paille, chez la canne c'est presque la moitié qui est emportée hors du terrain dans la canne usinable. Après la transformation à l'usine, la plupart des éléments se retrouvent dans la bagasse qui est utilisée comme combustible, et dans le boue de filtre qui souvent est utilisée comme fumure.

La réponse la plus positive à la fumure est obtenue là où les conditions de culture sont optimales: ensoleillement élevé, disponibilité d'eau adéquate. Sous des conditions marginales des apports relativement faibles sont à préconiser: 50–100 kg N, 50–100

kg P₂O₅, 100–150 kg K₂O par ha. Sous des conditions favorables, les apports à préconiser sont beaucoup plus élevés: à Hawaii, où la canne n'est coupée qu'après 24 mois, on apporte jusqu'à 300–400 kg N, 280 kg P₂O₅ et 400–450 kg K₂O, par ha et par cycle. Il est évident que sur des sols riches alluviaux ou volcaniques, l'apport de potasse peut souvent être diminué mais des analyses de sol et des essais au champ sont nécessaires avant d'en décider.

En général tous les éléments fertilisants sont apportés au moment de la plantation ou après la coupe. L'apport fractionné d'azote est surtout préconisable dans le cas de sols légers et de pluviométrie élevée et là où le cycle de croissance est long, comme à Hawaii. Un apport trop tardif d'azote stimule le développement végétatif, mais est nuisible au rendement en sucre car la teneur en sucre du jus diminue alors.

Rotations Souvent on respecte une jachère entre deux cycles; en Guyane (Amérique du Sud) on inonde le terrain pendant 6–12 mois (jachère inondée). Dans beaucoup de pays une période de jachère ou une rotation n'est pas considérée nécessaire et le terrain est replanté immédiatement après la destruction des vieilles souches et le sous-solage.

6.5 Maladies et prédateurs

Maladies Ce sont surtout les maladies qui causent des dégâts considérables et qui, dans le passé, ont sérieusement menacé l'industrie jusqu'à l'arrivée de clones résistants ou tolérants. Les maladies les plus importantes sont les suivantes:

- *Fusarium moniliforme* Sheld. (Pokkah boeng). Malformation des jeunes feuilles et, à un stade avancé, pourriture des tiges. Cultivars résistants disponibles.
- *Ustilago scitaminea* Syd. (charbon). C'est une maladie potentiellement très dangereuse. Une fois la plantation infectée, un contrôle rigoureux et l'arrachage des pieds affectés sont impératifs. Plantation de boutures provenant de plantes non infectées. Résistance disponible.

Les autres maladies cryptogamiques peuvent atteindre des niveaux importants mais une culture selon de bonnes techniques sanitaires, issue de pépinières et jointe à la désinfection des boutures est généralement efficace contre beaucoup d'entre elles.

- *Xanthomonas vasculorum* (Cobb) Dows. (gommosse (F), gumming disease (A)). Stries translucides sur les feuilles. Les faisceaux de la tige sécrètent une gomme jaunâtre à la coupe. Résistance disponible.
- *Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dows. (échaudement des feuilles (F), leaf scold (A)). Stries longues sur les feuilles. Les faisceaux sont rouges à la coupe. Résistance disponible.
- Mosaïque. Les feuilles montrent des décolorations jaune-vert diffuses, les feuilles deviennent un peu translucides. Résistance disponible. Toutes les cannes nobles y sont très sensibles. La maladie est transmise par *Aphis maydis* Fitch.
- Ratoon Stunting Disease (R.S.D.) (rabougrissement des repousses). C'est actuellement la maladie la plus grave de la canne. Le seul symptôme externe est le rabougrisse-

ment de la canne, dans les repousses.

L'utilisation de pépinières établies à partir de matériel sain et traité à l'eau chaude (50 °C pendant 2 heures) est préconisé. Les couteaux, utilisés dans les pépinières doivent être désinfectés, car le virus est transmis facilement par le jus sortant des boutures coupées.

– Streak (Chlorotic Streak (A)). Maladie virale surtout africaine. Stries innombrables, blanchâtres, le long des feuilles. Le traitement par l'eau chaude (50 °C pendant 30 minutes) est efficace.

L'utilisation de pépinières à boutures traitées à l'eau chaude est impératif si RSD, streak ou charbon sont à craindre.

Prédateurs Les borers sont surtout des ravageurs importants de la canne. Les plus connus sont: *Diatraea saccharalis* Fabr. et *Chilo* spp. Ils déposent leurs oeufs sur les jeunes feuilles et les larves creusent des galeries dans la tige. La lutte contre les borers se fait biologiquement par l'introduction d'une population d'ennemis naturels comme *Apanteles* ou *Trichogramma* (Hymenoptera).

Une grande variété d'animaux attaquent la canne, les principaux d'entre eux étant les rats, que l'on combat par des appâts empoisonnés (endrine, warfarine, phosphore de zinc).

6.6 Récolte, rendement, stockage et transformation

6.6.1 Récolte

Bien qu'il existe maintenant des récolteuses de canne, la récolte est surtout exécutée à la main. On souhaite avoir une canne aussi mûre que possible, donnant le plus haut rendement par ha.

La maturité peut être exprimée en brix moyen, mesuré sur quelques différentes portions de la canne, généralement dans le tiers supérieur, sommité non comprise, et dans le tiers inférieur de la canne. Le brix est une mesure (en %) de la concentration des substances dissoutes dans le jus, dont la majorité consiste en sucrose. On peut aussi déterminer la maturité sur des échantillons de canne entière, écrasés dans un moulin de laboratoire. La maturité de la canne est influencée par le climat et la nutrition en eau et en minéraux; elle est favorisée par la sécheresse, le fort ensoleillement, les températures relativement basses et une nutrition azotée restreinte. Cette combinaison de facteurs favorise l'accumulation des sucres et freine la croissance végétative. Là où il y a une seule saison sèche, la maturité est optimale vers la fin de cette saison. A M'bandjock (Cameroun) ce sont les mois de février et mars. Malheureusement cette période de maturité optimale de deux mois étant courte elle ne permet pas de faire toute la récolte au meilleur moment, pour des raisons économiques. Généralement la campagne couvre 6 mois, du 15 novembre au 15 mai. Souvent la canne est brûlée avant la coupe afin de faciliter la manipulation. Il est impératif que la canne soit coupée dans les 48 heures au plus après le brûlis. Sinon l'extraction devient beaucoup plus

difficile le jus s'étant détérioré. Pour la même raison les cannes coupées doivent passer immédiatement à l'usine et pas plus tard que 48 heures après la coupe.

La tâche journalière raisonnable d'un ouvrier est 2,0–2,5 tonnes de canne par jour. Aux Caraïbes on réalise même 3–4 tonnes par jour après brûlis, à Mbandjock 1,7 tonne par jour.

6.6.2 Rendement

Les productions sont très variables suivant les pays. Le tableau 6.3 présente quelques chiffres. Les rendements en sucre varient de 9 à 13‰, les plus hauts se situant sous irrigation dans des régions de fort ensoleillement. A Mbandjock (Cameroun) le rendement est de 9‰.

6.6.3 Stockage

6.6.4 Transformation

A ce sujet on se contentera d'un résumé de la technologie de la sucrerie et de quelques données sur le rapport entre les différentes parties de la canne.

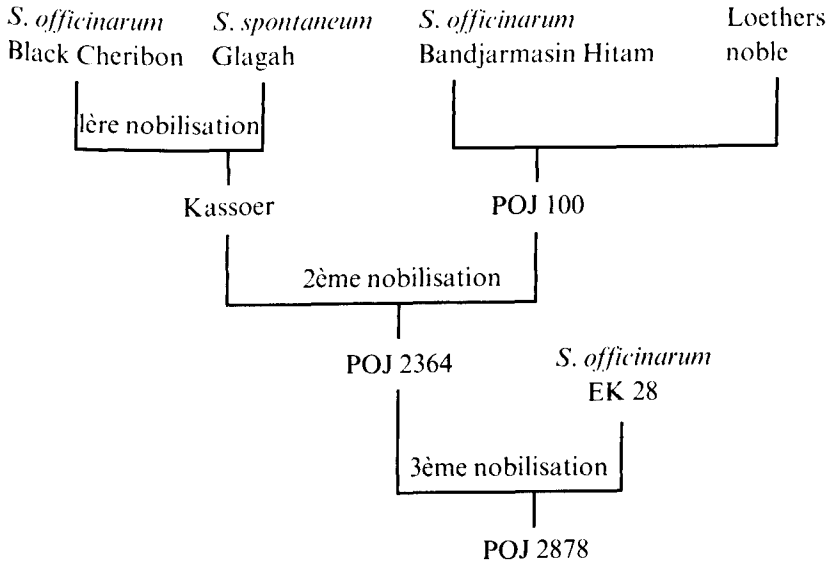
La canne usinable représente 50–60% du poids de la matière sèche de la plante. Dans les sommités, le trash, les racines et les souches, tout ce qui reste sur le champ, se trouvent 40–50% de la matière sèche. A l'arrivée à l'usine, la canne est lavée, puis coupée. La canne coupée entre dans une série de moulins où elle est successivement broyée plusieurs fois, à sec, au premier moulin, ensuite après un arrosage pour mieux en extraire le jus restant.

Le mécanisme d'extraction est le suivant. Au dernier moulin la masse est arrosée à l'eau pure, la solution très diluée qui en résulte sert à arroser la masse de l'avant-dernier moulin et ainsi de suite jusqu'au deuxième moulin. La solution, suffisamment concentrée alors est ensuite mélangée avec le jus extrait à sec dans le premier moulin, après quoi le transport se fait vers la clarification. La masse extraite est la bagasse qui sert de combustible à l'usine. Le jus est clarifié par l'addition de lait de chaux qui fait précipiter les impuretés, celles-ci sont décantées successivement. Les impuretés forment la boue de filtre. Le jus clair est évaporé graduellement et ensuite cuit sous vide pour effectuer la 'super-saturation'. La masse résultante (masse cuite), qui contient les cristaux de sucrose, passe dans des malaxeurs où les cristaux s'agrandissent de plus en plus. La masse cuite passe ensuite dans des centrifugeuses où la mélasse est séparée des cristaux. La mélasse contient en général 35% de sucrose et 15% de sucres simples.

Le rendement des usines modernes est d'à peu près 87% du sucre présent originellement dans la canne. Le pourcentage de sucrose par rapport au poids frais de la canne usinable étant de 11–16‰, le sucrose extrait se chiffre à 9–13% du poids frais.

6.7 Amélioration

A l'heure actuelle l'amélioration variétale de la canne consiste en la production de semences qui résultent de croisements soit intervariétaux soit inter-spécifiques puis en la sélection de types favorables qui sont propagés végétativement et testés pendant une série d'années. Pour assurer le croisement contrôlé il est nécessaire que l'un des parents soit mâle-stérile. L'histoire des cultivars modernes commence à Java à la fin du 19ème et au début du 20ème siècles avec la création du cultivar POJ 2878:



Un hybride naturel entre *S. officinarum* et *S. spontaneum*, le Kassoer, fut croisé avec une canne noble de sélection locale (POJ 100). Un type favorable d'entre la descendance de ce croisement (POJ 2364) fut ensuite croisé avec une autre canne noble (EK 28) et, dans la descendance de ce croisement une canne fut sélectionnée, qui était résistante aux maladies les plus importantes (p. ex. mosaïque) et montrait une production supérieure. C'était le POJ 2878 qui dans beaucoup de pays a sauvé l'industrie sucrière d'attaques de mosaïque qui auraient été désastreuses. Cette canne est maintenant presque partout remplacée par des sélections plus récentes, mais beaucoup d'entre elles incorporent du sang de POJ 2878. Actuellement, on exécute souvent des croisements entre des cultivars hybrides comme le POJ 2878, mais l'amélioration à partir des espèces *S. spontaneum*, *S. officinarum*, *S. barberi*, *S. sinense* et *S. robustum* continue toujours.

Les objectifs les plus importants de l'amélioration sont les suivants:

- résistance contre les maladies;
- productivité et qualité de jus;
- capacité de soutenir plusieurs années de repousse;
- habitus;
- précocité;
- absence de floraison.

6.8 Production, commercialisation et tendances

Le tableau 6.1 donne les chiffres de la production de canne à sucre dans les principaux pays producteurs en 1977. Les données sur les exportations et importations de sucre sont consignées sur le tableau 6.4.

L'industrie sucrière de tous les grands exportateurs de sucre, la France exceptée, est basée sur la canne à sucre. En Afrique l'industrie est en net progrès, de nouvelles plantations étant installées dans plusieurs pays, dont le Cameroun, la Zambie, le Malawi, le Kenya, le Nigéria et le Ghana.

6.9 Caractéristiques particulières

Un développement récent est la transformation du sucre de canne en alcool. Le Brésil surtout est en train de s'efforcer de développer la technique de cette transformation afin d'employer l'alcool comme combustible des moteurs de voiture.

6.10 Bibliographie

- Barnes, A. C., 1974. *The sugarcane*. 2nd edition. Leonard Hill. London.
- Clements, H. F., 1980. *Sugarcane crop lodging and crop control: principles and practices*. Pitman Publ. Ltd. London.
- Dillewijn, C. van, 1952. *Botany of sugarcane*. Waltham, Mass. *Chronica Botanica*.
- FAO, 1979^a. *Annuaire de la production*, vol. 32. Rome.
- FAO, 1979^b. *Annuaire du commerce*, vol. 32. Rome.
- Fauconnier, R. & D. Bassereau, 1970. *La canne à sucre*. Maisonneuve & Larose. Paris.
- Geus, J. G. de, 1973. *Fertilizer guide for the tropics and subtropics*. Centre d'Etude de l'Azote. Zurich.
- Humbert, R. P., 1968. *The growing of sugarcane*, 2nd ed. Elsevier. London.
- Martin, J. P., E. V. Abbott & G. H. Hughes, eds. 1961. *Sugarcane diseases of the world*. 2 vols. Elsevier. Amsterdam.
- Purseglove, J. W., 1972. *Tropical Crops. Monocotyledons I*. Longman. London: 214-256.
- Rehm, S. & G. Espig, 1976. *Die Kulturpflanzen der Tropen und Subtropen*. Ulmer. Stuttgart.
- Stevenson, G. C., 1965. *Genetics and breeding of sugarcane*. Longman. London.

6.11 Tableaux

Tableau 6.1. Production et superficie de canne à sucre (1977).

Pays	Production de canne (× 1000 tonnes)	Superficie (× 1000 ha)
Inde	153007	2866
Brésil	120171	2267
Cuba	57000	1246
Chine	46240 ¹	664
Mexique	31407	488
Etats-Unis	24340	307
Océanie	26541	350
Pakistan	29523	788
Philippines	23126	567
Indonésie	14330	210
Cameroun	467	40
Monde	735573	13342

1. Probablement fort surestimé.

Source: FAO (1979a).

Tableau 6.2. Exportation d'éléments majeurs (kg) par 100 tonnes de canne usinable, en Louisiane (Etats-Unis).

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S
Canne	72	42	147	12	20	27
Sommités et paille	115	32	152	68	32	16
Souches et racines	26	12	39	13	9	7
Total	213	86	338	93	61	50

Source: De Geus (1973).

Tableau 6.3. Production de canne dans quelques pays producteurs importants en 1977.

Pays	Production (tonne ha ⁻¹)	Remarques
Hawaï ¹	220,0	24 mois
Pérou	158,6	15 mois
Ethiopie	106,7	
Zimbabwe	108,7	
Egypte	83,0	
Indonésie	68,2	pas de repousses
Ecuador	68,7	
Maurice	73,4	
Australie	79,6	
Mexique	64,4	
Brésil	53,0	
Cuba	46,0	

1. Purseglove (1972).

Source: FAO (1979a).

Tableau 6.4. Importations et exportations de sucre (1977).

Pays	Exportations (tonnes)	Pays	Importations (tonnes)
Cuba	6 238 270	Etats-Unis	5 316 020
Australie	2 557 975	URSS	4 784 835
Brésil	2 508 956	Japon	2 701 336
Philippines	2 443 539	Royaume-Uni	1 370 449
France	1 775 942	Chine	1 677 000
Afrique du Sud	1 390 389	Canada	1 063 577
Saint-Domingue	1 101 389	Cameroun	141 644
Cameroun	56		
Monde	28 915 849	Monde	27 582 178

Source: FAO (1979b).

7 Les racines & tubercules

E. Westphal

7.1 Introduction

7.1.1 Généralités

Dans de nombreuses parties des zones forestières tropicales humides des civilisations se sont développées dans lesquelles les céréales n'ont pas joué un rôle important, et qui doivent leur survie à la production de tubercules et racines multipliés végétativement (par exemple 'la civilisation de l'igname' en Afrique de l'Ouest, les groupes ethniques vivant d'igname, taro, ou patate douce en Mélanésie et Polynésie).

Les sciences agronomiques s'étant largement développées en Europe Occidentale, elles ont subi la forte influence de la civilisation de ce continent. Les cultures de racines et tubercules à reproduction végétative ont été sans grande importance dans les régimes alimentaires traditionnels de l'Europe Occidentale, où les céréales formaient la nourriture de base carbohydratée, jusqu'à l'apparition de la pomme de terre, introduite au 16ème siècle. Un refus plus ou moins conscient des racines et tubercules et des civilisations étrangères auxquelles ils appartenaient dans l'esprit des européens ou des scientifiques formés en Europe, a contribué à établir une sorte de barrière pour la recherche sur les cultures de racines et tubercules, dont la multiplication est végétative.

Ces cultures n'ont encore subi pratiquement aucune amélioration par sélection et hybridation et l'on peut donc s'attendre qu'elles présentent de plus grandes potentialités d'amélioration dans le futur. En termes de production de joules par hectare par an, des tubercules tels que le manioc et la patate douce supportent très favorablement d'être comparées à la plupart des céréales tropicales, même si ces céréales sont cultivées dans les conditions les plus optimales. Dans les zones forestières tropicales humides, les céréales, à l'exception du riz inondé, ne sont pas favorisées du point de vue écologique, et les racines et tubercules s'y trouvent dans d'importantes proportions.

7.1.2 Espèces, noms, origine et répartition

Espèces, noms Les racines et tubercules tropicaux sont d'importants producteurs d'hydrates de carbone des basses terres tropicales et ont en général un haut degré d'adaptation écologique aux conditions tropicales humides. Parmi ces cultures, manioc, patate douce, igname, taro et tannia sont les principales, alors que la pomme de terre, qui a son origine dans les hautes terres tropicales a conquis une telle préémi-



Photographie 7.1. Tubercules sur le marché.

nence dans les régions tempérées qu'elle est devenue une culture mondiale plutôt qu'une simple culture tropicale.

Toutes les cultures de ce groupe ont en commun la présence d'organes souterrains qui stockent l'énergie sous forme d'hydrates de carbone comestibles (photographie 7.1).

Dans certaines parties de l'Asie du Sud-Est, le sagoutier (*Metroxylon rumphii*, *M. sagu*) est une importante source d'hydrates de carbone; le plantain (*Musa* spp.), autre producteur d'hydrates de carbone est traité dans le chapitre sur les fruits.

On se reportera au tableau 7.1 pour l'information générale sur les principaux racines et tubercules. D'autres racines et tubercules ou plantes utilisés (p.ex. au Cameroun), parmi lesquels certains ont quelque importance locale, sont donnés sur le tableau 7.2.

Origine et répartition Manioc, tannia, patate douce et pomme de terre sont originaires de l'Amérique tropicale, le taro de l'Asie du Sud-Est et l'igname d'Asie (*Dioscorea alata* p. ex.), d'Afrique (*D. cayenensis*, *D. dumetorum*, *D. rotundata* p. ex.) et des Caraïbes (*D. trifida*). Tannia et ignames sont cultivées dans les zones tropicales, le manioc se rencontre extensivement dans les régions tropicales et quelques régions subtropicales (Madagascar p. ex.), alors que le taro est également cultivé en dehors des régions tropicales (Japon, Egypte p. ex.). Les patates douces se trouvent dans les parties chaudes du monde (régions tropicales, Etats-Unis p. ex.). La pomme de terre est cultivée

dans le monde entier, mais spécialement en Europe; dans les régions tropicales on la trouve surtout au dessus de 1 000 m d'altitude.

L'extension en Afrique de la patate douce et des espèces asiatiques d'ignames qui semblent avoir été introduites à peu près en même temps que le manioc, a été initialement beaucoup plus rapide que celle du manioc. Ceci peut s'expliquer du fait de leur goût agréable sans préparation préalable, de leur facilité de stockage après la récolte, et de leur plasticité pour s'adapter aux systèmes de cultures traditionnels africains.

1. *Manioc*. Sous domestication, la sélection du manioc, a été axée sur de grandes racines, un port plus érigé et moins branchu, et sur la capacité de facile établissement à partir de boutures de tiges. On ne connaît pas de formes complètement exemptes de glucosides cyanogénétiques. Les traitements de fermentation et de chauffage des racines pour éliminer le toxique avant la consommation sont probablement de longue date. La méthode sud-américaine initiale de préparation du manioc n'a pas été adoptée dans une large mesure en Afrique. Dans cette technique, les racines de manioc sont pelées, râpées, et le produit est placé dans un manchon en osier au bout duquel un lourd poids est suspendu. La compression interne du manchon souple provoque une extraction rapide du jus qui contient la plupart des glucosides cyanogénétiques. La technique locale qui s'est développée en Afrique de l'Ouest pour le traitement des racines afin d'en faire un aliment non toxique avant qu'elles ne s'abiment, a facilité l'expansion du manioc dans les 19^{ème} et 20^{ème} siècles. Dans cette technique, la masse de racines pelées et râpées est mise dans des sacs de jute et de lourdes pierres placées sur les sacs en font sortir le liquide contenu dans la masse. La fermentation se fait ensuite et l'on obtient alors le 'gari'.

2. *Ignames*. La domestication de l'igname en Asie, Afrique et Amérique tropicale s'est faite tout à fait séparément, différentes espèces étant impliquées. En Asie, le cultigène *D. alata* semble avoir été le résultat de la sélection humaine sur des formes spontanées. Des deux principales espèces africaines, *D. rotundata*, un cultigène, semble avoir une origine hybride. Un des parents est l'espèce forestière *D. cayenensis*, adaptée aux courtes saisons sèches et ayant une dormance limitée des tubercules. L'autre doit être une espèce de savanes.

Dans tous les continents, les ignames sont des plantes domestiquées des régions tropicales équatoriales, diffusées dans l'espace et le temps, où les cultures se sont développées au cours d'un lent processus d'évolution largement répandu, vers la symbiose avec l'homme. Dans ce qu'on appelle les 'non-centres' (opposés aux centres de Vavilov, bien définis, et en dominance subtropicaux, où les cultures à graines ont été domestiquées) les ignames des régions tropicales, plutôt que celles des régions équatoriales, sont intrinsèquement les mieux adaptées à l'exploitation par l'homme. La saison sèche la plus prononcée est associée à la formation de gros tubercules à dormance plus longue. Les ignames sont donc des cultures de lisières de forêts et de savanes, plutôt que de zones plus humides.

3. *Solanum à tubercules*. La majorité des *Solanum* à tubercules sont originaires d'Amérique du Sud (jusqu'à 45° S) et la plupart sont des diploïdes. Les cultivars sont dérivés de quelques uns de ces diploïdes ($2n = 24$). Les tubercules spontanés des *Solanum* sont amers, et contiennent des quantités potentiellement toxiques d'alcaloïdes stéroïdes. Dans l'évolution de la culture, la sélection de clones moins amers et donc moins toxiques est essentielle pour la production de diploïdes exempts d'alcaloïdes. Il en est résulté au début de l'évolution de la pomme de terre la diffusion dans les hautes terres de l'Amérique du Sud de diploïdes, autotriploïdes et autotétraploïdes. La première introduction en Europe de la pomme de terre a été celle du type Andigena (autotétraploïdes cultivés, avec $2n = 48$). Ce type était mal adapté à l'Europe, tubérisait tardivement ou pas du tout sous jours longs. Cela a pris presque 200 ans avant que la pomme de terre devienne une culture importante en Europe, et vers la fin du 18ème siècle des clones adaptés aux jours longs avaient apparu. Ces types (groupe Tuberosum) différaient de leurs ancêtres Andigena non seulement par leur réponse à la photopériode, mais aussi par des tubercules plus gros et plus lisses, une résistance accrue aux maladies, etc. Le mildiou de la pomme de terre, dû à *Phytophthora infestans*, a imposé à partir de 1840 un nouveau facteur majeur de sélection; les nouveaux cultivars de pommes de terre ont été tous basés génétiquement sur les introductions d'Andigena complétées par des incorporations ultérieures. Il a été entrepris récemment d'élargir la base génétique de la sélection de la pomme de terre en se servant du groupe Andigena en vue de re-création du groupe Tuberosum, ce dont ont résulté les pommes de terre Neo-tuberosum. Une tendance à l'élargissement des possibilités de culture peut être notée, visant à l'adaptation aux basses latitudes d'altitude moyenne et même peut-être les basses terres tropicales. Le matériel de base provient jusqu'ici principalement de la souche Tuberosum des régions nord tempérées, mais les potentialités d'Andigena et de Neo-tuberosum peuvent s'avérer intéressantes dans ces circonstances.

7.1.3 Importance économique, modes de consommation, préparation et utilisation

Importance économique La production totale a été en 1977 d'environ 516 millions de tonnes, sur environ 47,5 millions d'hectares. La plupart des cultures de racines et tubercules sont destinées à l'autoconsommation, seule une faible partie apparaît dans le commerce international comme produit frais ou transformé (manioc et patate douce p. ex.). La pomme de terre est une exception, du moins en ce qui concerne la production dans les régions tempérées; un volume considérable se retrouve dans le commerce international. Les ignames sont plus spécialement cultivées en Afrique, le taro et le manioc sont trouvés dans toutes les régions tropicales, la patate douce est surtout cultivée en Asie, alors que les pommes de terre ont leur principale aire de production en Europe (URSS comprise). Voir en outre tableau 7.3.

Il ressort du tableau 7.4 que 56% de la production mondiale de tubercules sont produits dans les pays en voie de développement, sur environ 70% de la superficie mondiale en tubercules. Le tableau 7.4. montre aussi que la production par hectare est environ 2 fois plus forte dans les zones industrialisées que dans les pays en voie

de développement. Dans l'Afrique en voie de développement, le rendement atteint moins de la moitié du rendement dans les zones développées. (partiellement à cause de la culture associée). A l'échelon mondial, la superficie en tubercules représente à peu près 3% de la superficie des terres arables, alors que pour les céréales ce taux est de 51,5%.

Modes de consommation Les racines et tubercules tropicaux fournissent dans les régions tropicales et spécialement dans les basses terres tropicales humides, la nourriture de base de plus de 400 millions de personnes (République populaire de Chine non incluse). C'est en Afrique que ce groupe d'aliments a le plus d'importance, et dans ce continent, racines et tubercules fournissent presque le tiers de la nourriture totale.

Préparation et utilisation Les hydrates de carbone des organes où les réserves s'accumulent sont utilisés pour l'alimentation humaine (fécule, farine, etc.), l'alimentation du bétail et des buts industriels. Les jeunes feuilles de manioc, taro, tannia et patate douce sont mangées comme légume. Se reporter aussi au tableau 7.1.

Le *gari* est une nourriture à base de manioc, populaire en Afrique de l'Ouest. Il est produit par fermentation des racines pelées et râpées, dans des sacs de jute sur lesquels sont posés de lourdes pierres pour que le liquide contenu s'écoule. La farine de *gari* est alors passée au tamis, épandue pour sécher, et grillée jusqu'à ce que la farine devienne croquante. Le *gari* peut être conservé pendant des semaines et même des mois, et puis préparé et consommé de diverses façons. L'addition d'eau froide permet de le ramollir et de le manger avec des soupes ou ragoûts, et en le faisant tremper dans de l'eau bouillante, on peut en faire une pâte qui peut être roulée en boules ou bâtons mangés seuls ou avec divers additifs.

Le *foufou* est une appellation qui s'applique à tout aliment féculent trituré pour former une pâte gluante, et peut être préparé à partir d'ignames, manioc, plantains ou Aracées, soit seuls soit mélangés. On le mange généralement avec une soupe épaisse faite d'huile, viande ou poisson, légumes et épices. En Afrique de l'Ouest, les ignames sont généralement consommés sous forme de *foufou*, préparé en faisant bouillir les ignames pelées et coupées en morceaux, et en les triturant pour produire une pâte épaisse et glutineuse. Les racines fraîches de manioc, par exemple, sont trempées dans l'eau pendant 3-4 jours, après quoi elles sont pelées, pressées et triturées. Au lieu de manioc frais on peut aussi faire cette préparation à partir du 'kokonte' (farine obtenue par mouture de morceaux de racines séchés au soleil).

Le '*poi*'. A Hawaii et dans des parties de la Polynésie, les tubercules sont râpés et le magma ainsi obtenu est mis à fermenter pour produire le '*poi*', une sorte de pudding cuit à la vapeur fait de taro râpé et noix de coco.

7.1.4 Composition chimique et valeur nutritionnelle

Les racines et tubercules contiennent beaucoup de fécule, peu de protéines, presque aucune matière grasse, peu de vitamines et beaucoup d'eau. Ils produisent une forte

quantité d'énergie à l'hectare, mais leur bilan nutritionnel est moins favorable, particulièrement en ce qui concerne les protéines. En moyenne leur composition chimique est la suivante: eau 70%; protéines 0,5–2%; matières grasses 0,1–0,3%; hydrates de carbone 19–35%; soit 336–630 kJ (80–150 kcal) par 100 g de partie comestible. On se reportera au tableau 7.5 pour la composition chimique.

Dans les régions de forte pression démographique, la culture des racines et tubercules augmente, souvent aux dépens de celle des céréales. Ceci peut gravement influencer sur la situation nutritionnelle. L'emploi des racines et tubercules en tant que nourriture n'est pas à déconseiller, à condition qu'il leur soit ajouté des aliments complémentaires (par exemple des feuilles riches en protéines, telles que les feuilles de manioc).

En termes de production énergétique par hectare, des cultures telles que manioc et patates douces supportent très favorablement la comparaison avec la plupart des céréales tropicales, même si ces dernières sont faites sous les meilleures conditions (tableau 7.6). Non seulement les racines et tubercules font preuve d'une relativement haute efficacité dans la conversion de l'énergie solaire en énergie stockée sous forme d'hydrates de carbone comestibles, mais leur capacité de production de protéines est plus élevée qu'on le pense généralement (tableau 7.6). Le manioc, néanmoins, a une teneur en protéines extrêmement basse, et sa consommation en tant que nourriture de base en aliments carbohydratés s'associe communément à une déficience en protéines. Cette déficience n'implique pas nécessairement toutes les autres racines ou tubercules, quelques uns d'entre eux ayant des teneurs en protéines comparables à celles des céréales si le calcul est fait sur la base du poids sec.

Il ressort du tableau 7.6 que l'igname et la pomme de terre produisent nettement plus de protéines par unité de superficie sous culture sous les conditions ouest-africaines que des céréales telles que le riz ou le sorgho. Elles produisent aussi des protéines plus assimilables que certaines légumineuses ou graines oléagineuses telles que le soja ou le sésame.

Il existe cependant en ce qui concerne la plupart des racines et tubercules tropicaux peu d'information sur la valeur biologique de leurs protéines.

Quelques racines et tubercules contiennent des composés désagréables tels qu'alcaloïdes (ignames), raphides d'oxalate de calcium (taro, tannia) et acide cyanhydrique (manioc). La toxicité du manioc est due à des glucosides cyanogénétiques, principalement linamarine, qui hydrolysée sous l'action de l'enzyme linamarase libère du cyanure d'hydrogène. Chez le tannia et particulièrement dans quelques cultivars de taro, la teneur élevée d'oxalate de calcium sous forme de raphides limite leur valeur nutritionnelle. Ces raphides ont une action irritante sur les membranes muqueuses lors de leur ingestion. Les pratiques culinaires habituelles remédient du moins partiellement à cet inconvénient par une cuisson prolongée dans l'eau chaude (avec soda ou clous), suivie d'une trituration ou macération.

De nombreux membres de *Dioscorea* contiennent des quantités variables d'alcaloïdes, tanins, et saponines. Les alcaloïdes provoquent une paralysie générale des centres nerveux et doivent être éliminés par cuisson dans l'eau avant la consommation des tubercules. Les tubercules de quelques ignames spontanées contiennent des sapogéni-

nes stéroïdes. Celles-ci forment actuellement une source de diosgénine, qui est utilisée dans la fabrication des contraceptifs oraux, des hormones sexuelles et de la cortisone.

7.2 Botanique

7.2.1 Morphologie

Les plantes à racines et tubercules appartiennent à différentes familles et, du point de vue botanique, elles forment un groupe très hétérogène. Elles ont toutes en commun un organe souterrain pour le stockage de réserves alimentaires et dans lequel sont emmagasinés les produits photosynthétiques, en tant qu'amidon surtout. Cette réserve de nourriture peut avoir un but défini pour la plante en question: comme nourriture de secours (manioc), pour la multiplication végétative (patate douce, pomme de terre), pour la floraison (taro, tannia), ou pour subsister pendant la saison sèche (igname).

Dans le cas du manioc, ces organes de stockage sont des renflements sur les racines adventives, sans bourgeons, et ne peuvent pas être utilisés pour la multiplication végétative. Le taro et le tannia ont un corne avec cormelles (rhizome tubérisé), qui est une tige souterraine renflée, solide et courte, généralement érigée et tuniquee, annuelle, avec celle de l'année suivante au sommet ou près de l'ancienne. Plusieurs caractéristiques du tubercule de l'igname tendent à faire penser qu'il ne s'agit pas d'un rhizome tubéreux au sens classique comme le serait celui de la pomme de terre ou du cocoyam. Le tubercule de l'igname n'est probablement ni une racine ni un rhizome tubéreux. C'est, plutôt, une structure qui se forme à partir de l'hypocotyle-la zone de transition entre la tige et la racine: il se peut que ce soit une excroissance latérale venant de la région de l'hypocotyle de l'axe de la plante. Le tubercule de la pomme de terre, avec à sa surface des bourgeons ou 'yeux' disposés suivant une hélice, est un grossissement de l'extrémité d'un stolon. Les patates douces ont un tubercule racinaire, garni de bourgeons disposés linéairement, qui peut être utilisé pour la multiplication végétative, ainsi qu'il en est des rhizomes tubéreux du taro, tannia, igname et pomme de terre.

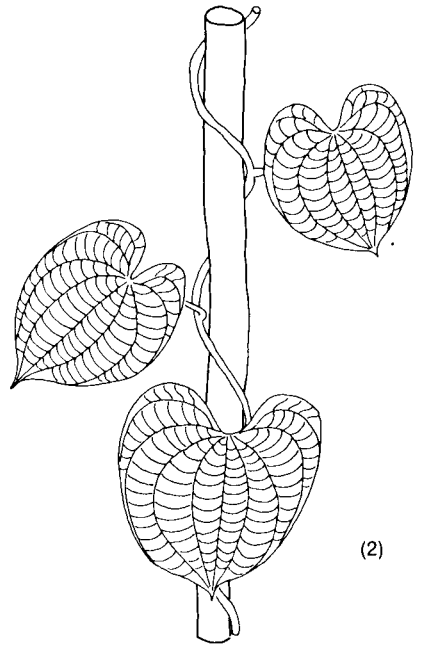
On se reportera en outre au tableau 7.7, aux figures 7.1 et 7.2 et aux photographies 7.2-7.8.

7.2.2 Taxonomie

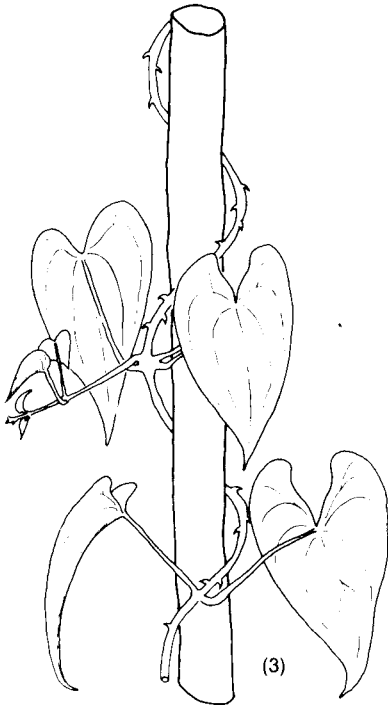
Colocasia esculenta La taxonomie des cvs de *Colocasia* avec tubercules comestibles est confuse. Certains auteurs reconnaissent 2 espèces: *C. esculenta* et *C. antiquorum*, mais d'autres distinguent deux variétés botaniques dans *C. esculenta*, à savoir la var. *esculenta* et la var. *antiquorum*. Parfois le nom de *C. antiquorum* est utilisé pour l'espèce et plusieurs variétés botaniques sont distinguées sur la base des caractéristiques végétales. Les cvs comestibles de *Colocasia* sont multipliés végétativement et montrent une considérable variation. Tant qu'ils n'ont pas été rassemblés et étudiés à nouveau, il semble préférable au stade actuel de reconnaître seulement une espèce polymorphe,



(1)



(2)



(3)



(4)

Figure 7.1. Quelques espèces d'igname. (1) *Dioscorea alata*; (2) *D. bulbifera*; (3) *D. cayenensis*; (4) *D. trifida* (d'après Messiaen, 1975).

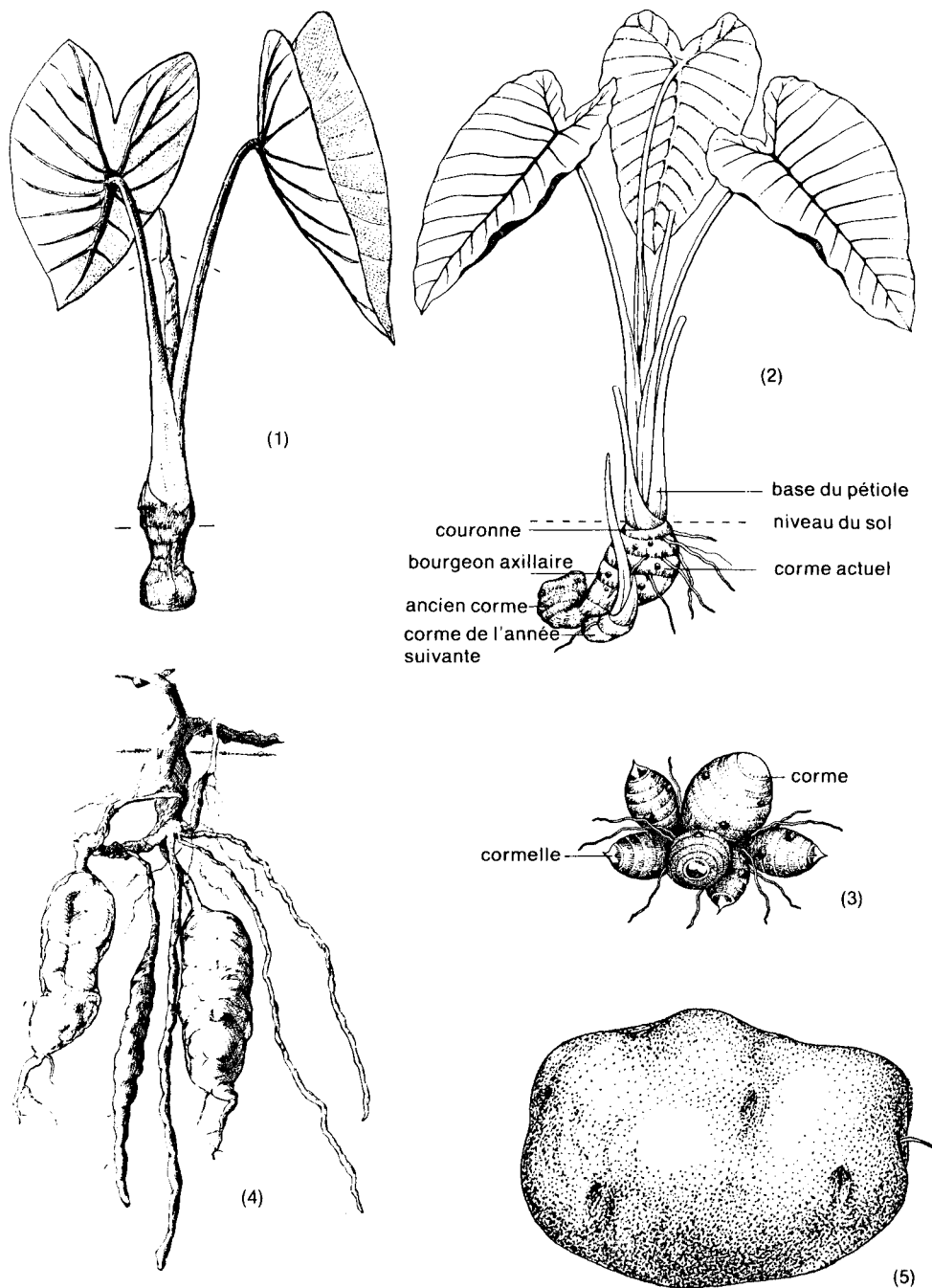


Figure 7.2. Autres racines & tubercules: (i) *Colocasia esculenta*: taro; (2) *Xanthosoma sagittifolium*: tannia; (3) idem; (4) *Ipomoea batatas*: patate douce; (5) *Solanum tuberosum*: pomme de terre (d'après Acland, 1975; Pans manual nr. 4, 1978).



Photographie 7.2. *Colocasia esculenta*: taro.



Photographie 7.3. *Dioscorea alata*: tubercule de l'igname.



Photographie 7.4. *Dioscorea dumetorum*: tubercules de l'igname amère.



Photographie 7.5. *Ipomoea batatas*: patate douce.



Photographie 7.6. *Dioscorea bulbifera*:
tubercules aériens de l'igname.



Photographie 7.7. *Manihot esculenta*:
racines du manioc.



Photographie 7.8. *Coleus esculentus*: racines du rizga.

à savoir *C. esculenta*. Dasheen et eddoe semblent être distincts agronomiquement, par la forme aussi de leurs cormes et, chez les cvs qui fleurissent, par la longueur de l'apex stérile du spadice.

Dioscorea spp. Le genre *Dioscorea* contient à peu près 600 espèces, dont seules quelques unes ont une importance comme source de nourriture. Les espèces les plus importantes économiquement sont *D. rotundata*, *D. alata*, *D. cayenensis*, *D. esculenta*, *D. dumetorum*, *D. bulbifera*, *D. trifida*, *D. opposita* (Chinese yam), *D. japonica* et *D. hispida* (Asiatic bitter yam). Du point de vue taxonomique, le genre *Dioscorea* se subdivise en plusieurs sections, la section *Enantiophyllum* étant celle qui contient la plupart des espèces d'igname économiquement importantes (*D. rotundata*, *D. alata*, *D. cayenensis*, *D. opposita* et *D. japonica*). Cette section est caractérisée par le fait que les tiges s'enroulent en se dirigeant vers la droite (dextrorse) si on regarde l'hélice de l'extérieur et de bas en haut en partant du sol. D'autres espèces telles que *D. dumetorum*, *D. hispida*, *D. bulbifera*, *D. esculenta* et *D. trifida* s'enroulent en se dirigeant vers la gauche (sinistrorse).

Au Cameroun les espèces cultivées les plus importantes sont *D. alata*, *D. bulbifera*, *D. cayenensis*, *D. dumetorum*, et *D. rotundata*. On peut donner la clef de détermination suivante pour les distinguer:

- 1a Feuilles composées, 3-foliolées, tomenteuses, foliole centrale ovale, folioles latérales parfois bilobées; tige hirsute, épineuse, avec enroulement senestre; fruits oblongs, 4 × 2 cm; tubercules seuls ou en groupes, à chair amère. *D. dumetorum*
- 1b Feuilles simples. 2
- 2a Tiges ailées, quadrangulaires; feuilles ovales, cordées, glabres; tubercule en général seul et très large, variable en taille, forme et couleur. *D. alata*
- 2b Tiges non ailées 3
- 3a Tiges à enroulement senestre autour d'un tuteur, feuilles largement ovales, cordées; bulbilles polygonales, parfois lobées (formes africaines), ou arrondies et semblables à des pommes de terre (formes asiatiques). *D. bulbifera*
- 3b Tiges à enroulement dextre autour d'un tuteur, épineuses surtout en début de croissance; feuilles ovales, cordées; tubercules à chair blanche ou jaune.
. *D. cayenensis/D. rotundata*

D. cayenensis/D. rotundata Beaucoup d'auteurs maintiennent une séparation entre les deux taxa au niveau de l'espèce:

D. cayenensis: tubercules généralement à chair jaune, à granules d'amidon petits et triangulaires, feuilles plus arrondies, tiges plus épineuses, cycle végétatif plus long (12 mois), période courte de dormance, adapté aux régions forestières.

D. rotundata: tubercules généralement à chair blanche, à granules d'amidon grands et ovoïdes, feuilles plus allongées, cycle végétatif plus court (8 mois), période prononcée de dormance, adapté aux régions de savanes.

Si les deux groupes d'ignames apparaissent maintenant comme des ensembles bien

individualisés, il n'existe cependant aucune barrière génétique entre eux; il est donc peu réel de les considérer comme des espèces distinctes.

Xanthosoma sagittifolium La taxonomie des espèces porteuses de tubercules comestibles est très confuse. Plusieurs espèces ont été distinguées dans le passé. Des cvs des types comestibles de *Xanthosoma* sont connus depuis les temps anciens et se sont répandus dans le monde tropical. La plante se multiplie végétativement et il existe une énorme variation quant à la forme de la feuille et les autres caractéristiques. Tant que de nouvelles études taxonomiques critiques n'ont pas été faites, il semble préférable de réunir la plupart des cvs en seule espèce polymorphe, *X. sagittifolium*, ainsi que le font communément les agronomes.

7.2.3 Croissance et développement

En général, il peut être distingué dans le cycle de croissance des plantes à tubercules les phases suivantes:

- Etablissement. Les parties de plantes utilisées pour la multiplication s'établissent.
- Développement de l'appareil photosynthétique. Les plantes établies développent leur pleine superficie foliaire. A un stade précoce déjà du développement de la plante prend place l'initiation de l'organe de stockage.
- Développement de l'organe de stockage. Pendant la formation et le maintien de leur pleine superficie foliaire, les plantes commencent à développer leur organe récepteur et à accumuler l'amidon.
- Achèvement de l'organe de stockage. La superficie foliaire totale diminue lorsque le renflement du tubercule est achevé, et l'accumulation d'amidon se ralentit.

Une comparaison des divers stades de développement ainsi que leur durée est donnée sur le tableau 7.8. Il convient de remarquer que ces données ne sont pas généralisables pour les cultures indiquées mais représentent seulement un cv. spécial. La période de croissance des diverses cultures de plantes à tubercules varie en longueur d'environ 3 mois pour la pomme de terre à 12 mois pour le manioc. Les différences majeures entre les cycles de croissance des différentes cultures de plantes à tubercules se produisent sur la base des caractéristiques suivantes: 1) longueur générale de la période de croissance de la culture, et 2) moment, durée, et amplitude de la croissance des pousses et tubercules.

Toutes les plantes à tubercules se multipliant végétativement, un facteur écologique de toute importance qui restreint la croissance initiale des pousses est la disponibilité d'eau pour la culture lors de la germination. Toutefois, le poids du matériel de plantation, particulièrement chez la pomme de terre et l'igname, est un facteur très important pour l'obtention d'une croissance précoce. Les différences en croissance initiale entre les espèces sont considérables. Le temps que met une culture pour atteindre un LAI de 1 varie par exemple de 4 semaines pour la pomme de terre cultivée sous conditions tropicales, à 17 semaines chez *Dioscorea trifida*. Voir aussi tableau 7.9 à ce sujet.

L'initiation du tubercule et son développement initial prennent place pendant la

période de croissance initiale (jusqu'à LAI = 1). Cependant, les facteurs qui stimulent la croissance précoce des pousses (entre autres de hautes disponibilités en azote et eau, et les jours longs) inhibent généralement l'initiation du tubercule et la croissance précoce du tubercule. Chez les espèces chez lesquelles la croissance du tubercule n'a pas lieu pendant la croissance initiale de la culture malgré l'initiation des tubercules, l'organe récepteur aérien concurrence avec succès l'organe récepteur souterrain pour retarder le renflement du tubercule.

Quelques caractéristiques typiques associées à une production et distribution d'assimilats incluent: (1) développement précoce et rapide de la superficie foliaire jusqu'à LAI = 1 pour une interception effective de la lumière pendant la croissance initiale; (2) développement de la superficie foliaire jusqu'à un maximum de LAI de 3-4, et lent renouvellement des feuilles après que le LAI maximum a été atteint; (3) lente régression de la superficie foliaire pendant la senescence des feuilles, étant donné que cette période coïncide souvent avec les taux maximaux de tubérisation. Une autre caractéristique est l'initiation et le développement cellulaires précoces des tubercules afin de créer un organe récepteur actif pour l'accumulation des assimilats.

Dans les plantes à tubercules, la tige a les fonctions suivantes: (1) support, exposition et présentation des feuilles; (2) transport des assimilats des feuilles vers les tubercules; (3) stockage dans les cormes des Aracées (*Colocasia*, *Xanthosoma*) et dans le rhizome tubéreux de l'igname; (4) genèse et/ou point d'attache des tubercules chez la patate douce, la pomme de terre et le manioc.

Floraison De graves problèmes de floraison se posent pour l'hybridation chez les Aracées, la patate douce et certaines ignames. La suggestion a été proposée que la capacité de floraison est inversement reliée à la capacité de tubérisation, par exemple chez l'igname et le manioc. Bien que cette proposition n'ait pas été expérimentalement confirmée, il est connu que l'inhibition de la tubérisation mène à une floraison améliorée chez la pomme de terre.

Les ignames sont normalement dioïques, avec des fleurs mâles et femelles produites sur des plantes différentes. On a parfois rapporté des cas de monoecie. De nombreux cvs d'ignames ne fleurissent pas du tout. Parmi les principales espèces, seules *Dioscorea dumetorum*, *D. bulbifera* et *D. trifida* fleurissent et produisent régulièrement des graines. *D. cayenensis* produit seulement des fleurs mâles, et *D. alata* produit très rarement des fleurs et des graines. Pour *D. rotundata*, il existe toute une gamme de comportements de floraison selon le cv. Chez le manioc, la floraison est fréquente et régulière pour quelques cvs, mais rare ou non existante dans d'autres. Le manioc est monoïque et dans chaque inflorescence les fleurs femelles s'ouvrent d'abord, alors que les fleurs mâles ne s'ouvrent qu'environ une semaine plus tard. Chez la patate douce, les fleurs sont ouvertes et réceptives pendant seulement une période très courte ce qui rend relativement élevée la fréquence des non-pollinisations. De plus, des complexes d'incompatibilité existent qui réduisent les chances de fécondation et de production de graines. La floraison est rare chez les Aracées comestibles.

Par conséquent l'amélioration de la production de fleurs aux fins d'amélioration

génétique doit nécessairement se faire chez les plantes à tubercules par une meilleure compréhension de la biologie reproductive de ces espèces.

Répartition de la matière sèche Il a été montré que pendant une longue période, et peut-être pendant la période totale de stockage chez le manioc, la distribution de la matière sèche dans les organes principaux (racines tubéreuses, tiges ou pousses) est constante. Il s'ensuit de cette conclusion que la relation entre poids des pousses et poids des racines tubéreuses est linéaire. Un modèle assez simple a été mis au point pour décrire la distribution de la matière sèche dans les racines tubéreuses du manioc. Ce modèle est basé sur le postulat que la relation entre poids des racines tubéreuses y et poids total x peut être exprimée par la régression linéaire $y = bx - a$ (figure 7.3). Dans cette relation, la grandeur du coefficient de régression b – étant l'efficacité de production de racines tubéreuses – est quantitativement de grande importance puisqu'il représente la portion de la matière sèche qui est dirigée vers l'organe de stockage. Dans cette équation de régression, y représente les racines tubéreuses; autrement dit, seules sont prises en considération les plantes d'au moins quelques mois qui ont des racines épaissies. Le poids initial apparent de la plante, au moment où commence la production de racines tubéreuses est représenté par c sur l'axe x et peut être calculé comme étant $c = a/b$, dans lequel a est représenté sur l'axe y .

Le mode régulier de répartition de la matière sèche chez le manioc à partir du moment où se fait le développement de l'organe de stockage pourrait être le même pour la patate douce et la pomme de terre. Il n'apparaît toutefois pas clairement de quelle façon des conditions écologiques défavorables influenceront sur la répartition: il se peut

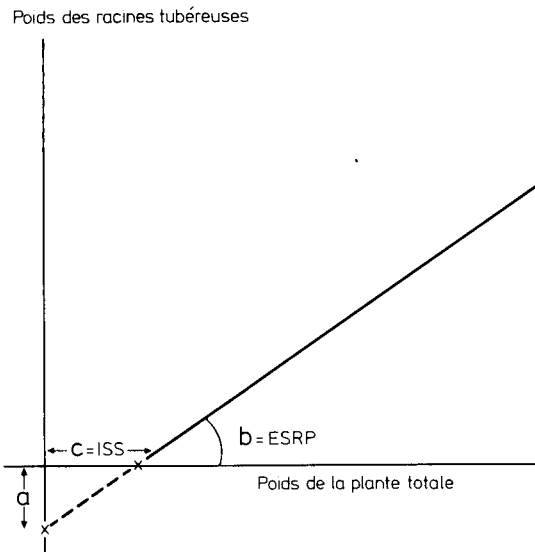


Diagramme de la relation entre le poids sec de toute la plante x et le poids sec des racines tubéreuses y , qui peut s'exprimer par: $y = bx - a$. Le coefficient de régression b = efficacité de production de racines tubéreuses = ESRP. ISS = poids initial atteint par la plante lorsque commence la production de racines tubéreuses.

Figure 7.3. Modèle de distribution de la matière sèche chez le manioc (d'après Boerboom, 1978).

qu'elles aient aussi bien une influence sur la rapidité de production de matière sèche que sur la répartition de la matière sèche.

Mode de croissance Le mode de croissance est brièvement esquissé ci-dessous pour quelques plantes à tubercules.

1. *Aracées: les 'cocoyams'*. Le période qui suit la plantation est caractérisée par une rapide croissance en pousses. Cette augmentation se continue pendant environ 6 mois après la plantation; après quoi la croissance des pousses (feuilles surtout) régresse ainsi que le poids sec total des pousses. Pendant toute la durée de vie des cocoyams il se produit un renouvellement continu des feuilles, les anciennes mourant alors que de nouvelles apparaissent. La formation du corme commence lorsque la plante a environ trois mois d'âge. La croissance du corme et des cormelles est lente au début, mais augmente pendant la dernière partie du cycle, lorsque régresse la croissance des pousses. Ce mode général de croissance reste valable pour le taro et pour le tannia.

2. *Dioscorea spp.: ignames. D. rotundata* sera pris comme exemple: la croissance de la plante pendant les six premières semaines consiste entièrement en développement d'un abondant système racinaire et en élongation de la tige. La croissance en feuilles est négligeable à ce stade. L'expansion foliaire commence vers la sixième semaine. A la dixième semaine le dais de feuillage est complètement formé, et à la treizième semaine il ne se produit plus que peu ou pas d'augmentation de la superficie foliaire. La croissance de la tige se poursuit, mais diminue à la treizième semaine; la croissance des racines se continue jusqu'à la dixième semaine. L'initiation des tubercules prend place la dixième ou onzième semaine. Chez les espèces qui produisent des fleurs, la floraison commence à peu près à ce moment. L'accroissement du renflement des tubercules continue presque jusqu'à la fin de la saison. La sénescence des pousses commence et s'accompagne d'une diminution du poids en matière sèche du tubercule. Après la sénescence des pousses, le tubercule entre dans une période de dormance, et normalement ne germera à nouveau que deux ou trois mois plus tard. Les ignames autres que *D. rotundata* passent également par les même phases de croissance, mais la durée exacte de chaque phase variera. Le tubercule de l'igname se développe à partir d'une structure massive ressemblant à un corme, placé à la base de la tige et formé peu après le début de la germination. C'est sur cette structure que prennent naissance les racines absorbantes et ensuite le tubercule. Après la récolte, le corme peut rester attaché au tubercule. Après une période de dormance, la germination se fera généralement à partir du corme, mais si le corme a été enlevé, la germination se fera en partant de la couronne du tubercule près du précédent point d'attachement au corme.

3. *Ipomoea batatas: patate douce*. Après la plantation de boutures de tiges, des racines fibreuses se développent en grand nombre et la croissance des pousses n'est que modérée. Plus tardivement, les pousses croissent fortement, augmentant considérablement la superficie foliaire, et l'initiation des tubercules a lieu. Finalement, lorsque le renfle-

ment des tubercules se produit, la croissance de pousses et racines fibreuses devient restreinte. La superficie foliaire totale reste d'abord constante, puis décline graduellement ensuite. Il semble que la durée des stades successifs de développement varie selon le cv. et selon les conditions écologiques. Sous des conditions tropicales, l'initiation des tubercules commence déjà quatre semaines après la plantation, pour atteindre son maximum dans les quatre à sept semaines après la plantation. Il se produit très peu d'initiation de tubercules après sept semaines, de sorte que le nombre final de tubercules est plus ou moins déterminé à ce moment. Le reste de la saison est consacré au renflement des tubercules.

4. *Manihot esculenta: manioc*. Les boutures plantées sous des conditions favorables germent et produisent des racines adventives en une semaine. Dans les semaines suivantes, pousse et système racinaire se développent. La superficie foliaire approche de son maximum en quatre à cinq mois. La floraison peut commencer déjà quelques semaines après la plantation, en fonction du cv. et du milieu, et elle continuera de façon intermittente pendant le reste de la vie de la plante. La formation de tubercules peut commencer quelque sept semaines après la plantation. Le processus de tubérisation implique le déclenchement d'un épaissement secondaire dans quelques racines adventives jusqu'alors fibreuses de nature. Les racines se gonflent et rapidement la majeure partie du renflement de la racine est occupée par la matière qui forme la chair du tubercule. Chez la plupart des cvs, le nombre de racines adventives qui se développent en tubercules est restreint, et au delà des six à neuf premiers mois suivant la plantation il ne se formera plus de racines tubéreuses. Généralement, moins de dix racines fibreuses par plante deviennent tubéreuses, mais continuent leur fonction d'absorption nutritive. A l'inverse des tubercules d'igname, patate douce, ou cocoyam, la racine tubéreuse du manioc ne présente ni bourgeons ni yeux et il ne s'en développera aucun sur quelque partie que ce soit du tubercule.

7.2.4 *Cultivars*

Chaque espèce possède de nombreux cultivars qu'on s'est efforcé de grouper d'après certains caractères. De plus amples informations à ce sujet sont données sur le tableau 7.7.

7.3 **Ecologie**

7.3.1 *Facteurs climatologiques (tableau 7.10)*

Manioc, taro, tannia, igname, patate douce et pomme de terre sont cultivés dans les régions de climat tropical; manioc, taro, quelques ignames, patate douce et pomme de terre s'étendent jusqu'aux régions subtropicales. Le taro, quelques ignames, et la patate douce s'étendent aussi aux climats chauds tempérés, alors que la pomme de terre est spécialement cultivée dans les climats tempérés.

Photopériode Les plantes à tubercules sont pour la plupart confinées aux conditions de jours courts des régions tropicales, sous lesquelles la tubérisation se produit facilement. Des constatations de l'influence des jours courts sur la stimulation de la tubérisation ont été rapportées pour le manioc, les ignames, le taro et la pomme de terre. Chez le manioc, la tubérisation est réduite par longueurs de jours de plus de 12 heures. La plante est donc cultivée avec le plus de succès entre les latitudes 15° N et 15° S. Chez l'igname, des longueurs de jour similaires sont favorables à la tubérisation, bien que *Dioscorea opposita* dont la culture plus au nord atteint même la Corée (35° N), produise des tubercules sous de plus grandes longueurs de jour. La pomme de terre est née sous des conditions de jours courts et en général, les cvs indigènes sud-américains donnent des rendements raisonnables par longueur de jour de 12–13 heures. Néanmoins, il y a de nombreux cvs de régions tempérées qui tubériseront sous de plus grandes longueurs de jour. Les cvs à cycle court cultivés dans les régions tempérées demandent une longueur de jour de 15–16 heures, alors que les cvs à cycle long de ces régions auront un rendement raisonnable sous conditions de jours longs et courts. De même que la floraison, la formation de tubercules chez la patate douce est favorisée aussi par des conditions de jours courts.

Température Peu de travail a été fait concernant les effets de la température sur les plantes à tubercules tropicales, mais les fourchettes de température varient considérablement selon les diverses espèces. Sauf pour *Dioscorea japonica* et *D. opposita*, elles ne peuvent supporter les gelées nocturnes. Leur croissance est fortement réduite à des températures en dessous de 20 °C. Les cocoyams sont des plantes de climat chaud et demandent des températures journalières moyennes au dessus de 21 °C. Elles ne peuvent pas bien supporter les gelées nocturnes. A de plus grandes altitudes, le taro exige au moins une période de 6–7 mois exempte de gelées. Le manioc croît le mieux dans les basses terres humides tropicales. Il ne peut supporter les gelées nocturnes à aucun moment de sa période active de croissance. La patate douce est essentiellement une plante de climat chaud et vient le mieux à des températures d'environ 24 °C. La plante est abîmée par la gelée nocturne et ce fait restreint sa culture dans les régions tempérées aux zones qui ont une période exempte de gelée de 4–6 mois au minimum. Même lorsque la période exempte de gelée est suffisamment longue, il reste nécessaire que les températures soient relativement élevées pendant une grande partie de cette période. Il a été établi que de basses températures nocturnes (20 °C) augmentent le poids du tubercule.

La pomme de terre a des besoins spécifiques en température et les rendements maximaux sont généralement obtenus quand la température moyenne au cours de la saison de croissance se situe entre 15–18 °C, mais ceci peut être modifié par la longueur de jour et l'intensité de lumière. Bien que demandant une saison de croissance qui soit fraîche, les plantes sont très sensibles aux gelées nocturnes, particulièrement pendant les premiers stades de la croissance. Des températures journalières au dessus de 21 °C ont un effet nuisible sur les rendements, mais les températures nocturnes sont plus critiques et des nuits fraîches d'une moyenne de 10–14 °C sont indispensables. La for-

mation de tubercules est retardée si la température du sol s'élève à plus de 20 °C.

Eau L'approvisionnement en eau est particulièrement important pour la germination et l'établissement de toutes les plantes à tubercules par suite des méthodes de multiplication végétative utilisées dans la culture. Chez le taro, des rendements plus élevés sont obtenus sous conditions de rizières de terres basses que sous conditions de culture à sec en montagne. Le tannia aussi a de hauts besoins en eau pour les rendements les plus élevés mais n'exige pas les conditions de rizières inondées. Pour que les rendements en igname soient optimaux, une humidité adéquate entre la 14^{ème} et la 20^{ème} semaine de croissance est de toute importance. Chez la patate douce les besoins en eau sont de l'ordre de 500–1000 mm par an, mais la culture peut tolérer de longues périodes de sécheresse, bien que les rendements soient très réduits si la pénurie en eau se place 50–60 jours après la plantation, c'est-à-dire, lorsque commence le renflement du tubercule. Sous conditions de fortes précipitations, les sols gorgés d'eau inhibent chez la patate douce l'initiation des tubercules et leur croissance. Sauf à la plantation, le manioc peut supporter des périodes prolongées de sécheresse. Quand les disponibilités en eau sont basses, la plante de manioc cesse de croître et perd quelques unes de ses feuilles les plus anciennes, réduisant ainsi la surface totale de transpiration. Lorsque l'humidité est de nouveau amplement à disposition la plante reprend rapidement sa croissance et produit de nouvelles feuilles. Ce comportement fait du manioc une culture très appréciable là où les pluies sont faibles ou incertaines, ou les deux (300–500 mm). Les besoins en eau optimaux sont toutefois de 1000–1500 mm de précipitations bien réparties dans le temps. Bien que les besoins en eau de la pomme de terre soient modestes (500–700 mm) par comparaison avec les autres plantes à tubercules tropicales, l'approvisionnement en eau doit être régulièrement réparti, la plante étant très intolérante à des périodes, même courtes, de sécheresse.

7.3.2 Sols

Chez les plantes dont l'organe de rendement doit croître dans le milieu résistant que peut former le sol, les conditions physiques du sol sont d'importantes exigences pour un haut rendement en tubercules. Toutefois la relation entre propriétés physiques des sols et tubérisation a été fort peu étudiée. Généralement, les plantes à tubercules donnent des rendements plus élevés sur les limons légers, mais elles peuvent être cultivées sur des sols plus lourds sous réserve de pratiques culturales adéquates. La réponse de la tubérisation aux conditions hydriques du sol est aussi un aspect important. Chez le taro, la tubérisation est indifférente ou encouragée par de fortes teneurs en eau, alors que pour le manioc, l'igname, la patate douce, le tannia et la pomme de terre les conditions d'engorgement en eau réduisent initiation et développement.

Les ignames ne peuvent pas tolérer l'engorgement du sol en eau dans quelque degré qu'il se produise, il est donc impératif que le sol soit bien drainé. Le meilleur sol pour le manioc est un sol limono-sableux léger de fertilité moyenne. Un bon drainage est important. Sur les argiles ou les sols mal drainés, la croissance des racines est médiocre.

Les sols graveleux ou pierreux tendent à gêner la pénétration des racines et ne conviennent donc pas, non plus que les sols salins. La patate douce croît le mieux sur les sols limono-sableux et vient mal sur les sols argileux. Elle est sensible à l'alcalinité et à la salinité du sol, et un bon drainage est essentiel. Les types dasheen de taro viennent le mieux quand le sol est lourd et a une forte capacité de rétention d'eau. Les types eddoe de taro préfèrent les sols limoneux bien drainés qui ont un haut niveau de nappe phréatique. Pour les deux types de taro, la submersion et l'engorgement du sol sont bien tolérés, et sont même préférés par certains cvs. Contrairement au taro, le tannia ne peut tolérer l'engorgement du sol en eau; il croît le mieux sur les sols profonds, bien drainés. La pomme de terre peut être cultivée sur tous les types de sol sauf les argiles lourdes gorgées d'eau. Voir également le tableau 7.10 pour pH etc.

7.4 Agronomie

7.4.1 Multiplication, préparations de semis/plantation etc., association

Multiplication Le matériel de plantation utilisé pour la multiplication végétative inclut les boutures de tige (manioc, patate douce), les tubercules soit entiers soit en morceaux (taro, tannia, igname, patate douce, pomme de terre), ainsi que les tubercules aériens ou les bulbilles (quelques ignames).

1. *Système Mukibat pour le manioc.* Ce système d'un intérêt particulier est employé à Java (Indonésie) pour augmenter la production de tubercules du manioc au moyen de greffage. Il est basé sur le greffage (parfois greffage d'yeux) de *Manihot glaziovii* sur un porte-greffe de manioc. Sur un morceau de tige suffisamment ligneuse de manioc (porte-greffe), de 20–30 cm de longueur, un scion de *M. glaziovii* est greffé, de 10–15 cm de longueur, avec au moins 3 yeux et d'exactly le même diamètre que le porte-greffe (environ 2–4 cm de diamètre). Au bout de 8 jours, des bourgeons commencent à pousser. Les pousses sur le porte-greffe sont enlevées. Quand les bourgeons sur les scions ont atteint environ 2 cm de long, les boutures greffées peuvent être plantées dans le champ. Ce système donne pour quelques cvs des rendements qui dépassent de plus de 100% ceux du manioc ordinaire.

2. *Pépinières spécialisées d'ignames.* De nombreux cultivateurs en Afrique de l'Ouest ne se fient pas à leur propre récolte de l'année précédente pour leur matériel de plantation, mais achètent de petits tubercules entiers qui ont été spécialement produits aux fins de plantation. Ces petits tubercules sont produits en plantant dans le champ au faible écartement de 25 × 25 cm entre eux des éclats d'ignames de 50–80 g obtenus en coupant en petits morceaux de plus gros tubercules. A la fin de la saison agricole les tubercules produits sont récoltés. Les éclats utilisés étant très petits, les tubercules récoltés ont un poids de l'ordre de 200 à 500 g. Ils peuvent être vendus et utilisés comme matériel de plantation pour la production d'ignames comestibles la saison sui-

vante. Plusieurs cultivateurs dans les régions de culture de l'igname se spécialisent dans la production de ces petits tubercules entiers pour les vendre à d'autres cultivateurs comme matériel de plantation. Ce système de production délibérée de petits tubercules entiers pendant une saison aux fins de plantation la saison suivante est basée sur le fait que ces tubercules entiers donnent un meilleur rendement que les éclats de gros tubercules.

3. *Lits de semis de patate douce.* Dans les régions subtropicales et tempérées, où la période sans culture est soit trop longue soit trop rude pour qu'une parcelle de pépinières de plants de patate douce soit conservée, la production de germes de tubercules est recommandée. La méthode implique la production de germes par des tubercules placés dans des lits de semis. Les tubercules sont plantés proches les uns des autres, couverts de terre, et régulièrement arrosés. Dans les régions tempérées, les lits sont chauffés étant donné qu'une température de 21 °C est nécessaire pour une bonne germination. Afin de maximiser la production de germes, les tubercules employés doivent être coupés transversalement en 2–3 morceaux, pour que la dominance proximale soit minimisée. Les tubercules peuvent aussi être traités chimiquement et soumis aussi à de plus hautes températures avant la plantation. Chaque tubercule produit un certain nombre d'éclats qui atteignent 20–30 cm en 4–6 semaines et sont alors arrachés et transplantés dans le champ. Les éclats ne se développant pas tous à la même vitesse leur arrachage doit se faire par intermittence. Pour la plantation de 1 ha, un lit de semis d'environ 35 m² est nécessaire.

Préparations de semis/plantation Les plantes sont plantées en plat (manioc, taro, tannia, igname), sur des billons (manioc, tannia, igname, patate douce, pomme de terre), dans des trous (igname), sur des buttes (igname, patate douce) ou sur des lits surélevés (igname), dont le hauteur varie entre (5–) 8–12 (–25) cm. Les écartements entre les plantes sont des plus variables, comme il en est des densités de plantation. On se reportera au tableau 7.11 à ce sujet.

– **Buttage** dans la culture d'igname. La plantation d'ignames sur des buttes est une pratique commune en agriculture traditionnelle. Le sol de surface est rassemblé en tas plus ou moins coniques à différents endroits dans un champ. La taille des buttes, la distance entre elles, et le nombre de plantes sur chaque butte varient d'un endroit à l'autre. Dans la plupart des régions à ignames des buttes d'environ 50 cm de hauteur sont courantes, et 1–2 éclats sont placés dans chaque butte. Elles offrent une terre meuble, excellente pour la pénétration des tubercules, particulièrement quand elles sont hautes. C'est par la plantation en buttes que l'on peut obtenir les plus forts rendements de tubercules par plante et des tubercules dont la forme est la plus régulière. Deuxièmement le sol de surface du champ entier étant rassemblé, les buttes consistent en sol fertile et la plupart des racines d'ignames se trouvent ainsi dans cette zone. Troisièmement, le buttage facilite la récolte. Et enfin, le buttage peut avoir son utilité dans certains champs pour la maîtrise des eaux. Son inconvénient majeur est de ne pas pouvoir être mécanisé, et il est en outre une opération fastidieuse et fatigante.

Association La plupart des cultures à racines & tubercules tropicales peuvent être associées aux céréales (maïs et manioc), aux légumineuses à graines (haricot commun et manioc) ou aux cultures de rente (cacaoyer et tannia), etc. Le manioc sera pris comme exemple.

En Amérique Latine, environ 40% du manioc est cultivé en culture associée, et en Afrique à peu près la moitié du manioc se trouve dans des systèmes de culture associée. Dans le sud du Nigéria, il est souvent cultivé en association avec des cultures de base telles qu'igname, cocoyam, maïs, et avec des cultures secondaires (telles que gombo, melons, légumes-feuilles, haricots). Le manioc et les cultures qui lui sont associées sont aussi cultivés avec des palmiers à huile, des hévéas et des cacaoyers. A l'exception du Libéria et de la Sierra Leone, où le manioc est cultivé en association avec le riz, les systèmes de culture associée du manioc sont similaires en Afrique de l'Ouest et du Centre quant aux techniques de production, diversité de cultures et dominance du manioc en fin de séquence de culture. Au Cameroun équatorial, manioc et tannia sont associés au ngôn (*Cucumeropsis manni*) et au bananier plantain dans l'association dite 'ngôn et associés' alors que l'association avec maïs, arachides et bananier plantain est pratiquée dans l'association dite ' arachides et associées' (figure 7.4).

Les caractéristiques du manioc dans les systèmes indigènes de culture comprennent: rendement élevé en unité de temps et de surface en comparaison avec les autres cultures, longue saison de plantation (8 mois) permettant une plus grande flexibilité dans les calendriers des travaux, et bonnes possibilités de stockage dans le sol. De plus, il est bien adapté à une large gamme de conditions écologiques, et est apprécié pour sa tolérance à la sécheresse et ses possibilités de culture dans des sols suboptimaux. Etant tolérant à la sécheresse et ses possibilités de culture dans des sols suboptimaux. Etant une culture de cycle long (9-18 mois), le manioc convient aux associations avec des cultures de cycle court (2-5 mois) telles que maïs, arachide, niébé, melons et légumes-feuilles. Ces cultures arrivent à maturité quand le manioc atteint tout juste son développement maximal en superficie foliaire et commence à accroître rapidement son taux de tubérisation.

Les rendements des divers systèmes d'association sont les plus hauts quand il y a un décalage de compétition entre les périodes pendant lesquelles les cultures concernées ont le maximum d'exigences vis-à-vis des ressources écologiques. Le manioc offre également des possibilités d'association aux stades plus avancés de sa croissance, quand diminue sa capacité d'interception de la lumière. Selon le cultivar et les facteurs climatiques il peut alors être possible d'introduire une seconde culture à ce moment. Une culture associée de cycle court (par ex. haricot grimpant) plantée à ce stade avancé du manioc peut être arrivée à maturité et être récoltée avant le manioc, ou simultanément avec lui.

7.4.2 Phytotechnie .

Epoque de plantation Dans les régions tropicales, le principal élément qui détermine la date de plantation est la disponibilité de l'eau. Si des moyens d'irrigation sont disponibles, la plantation peut se faire à n'importe quel moment de l'année. Généralement

3 ^{ème} année												Observations
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
												Après défrichage ngôn, macabo, plantain et manioc sont plantés. L'année suivante macabo et manioc sont récoltés et plus tard plantain. Le champ peut être partiellement replanté. Dans la 3 ^{ème} année on récolte seulement, et le champ tombe en jachère (Guyer, 1977).
												Après la récolte de l'igname le champ est planté en arachide & associées, ou laissé en jachère (Guyer, 1977).
												Après la récolte de l'arachide et du maïs le champ reste occupé par les tubercules et le plantain. Des endroits libres sont plantés en macabo et manioc, et parfois en maïs. La récolte des tubercules commence après 9 mois pour le macabo blanc, et après 12 mois pour les autres tubercules. Ils peuvent être replantés pour une dernière récolte un an plus tard. Les plantains mûrissent après 1½ an ou plus tard. L'occupation est d'environ 2 ans (Mutsaers et al., 1978).

Légende: voir p. 142

au moment où les autres cultures associées sont presque prêtes à être récoltées.

Une pratique courante dans la production d'ignames est de planter les ignames soit pendant la saison sèche soit à l'apparition de la saison des pluies. La plantation en saison sèche a pour avantage de donner un rendement précoce, mais cet avantage est faible par rapport à la plantation en saison des pluies faite suffisamment tôt. Dans l'ensemble, il est préférable dans la culture de l'igname de planter au début de la saison des pluies. La plantation doit être faite lorsque les pluies sont encore irrégulières, afin que l'émergence se produise au moment où la saison des pluies s'est bien établie.

Sarclage La concurrence des mauvaises herbes est un problème important pendant les premiers stades de croissance de toutes les plantes à tubercules. Pour le manioc, deux sarclages sont nécessaires dans les 2-3 premiers mois suivant la plantation, avant que le feuillage ait entièrement couvert le sol. Après formation du dais foliaire, le sol est si parfaitement ombragé que les mauvaises herbes ne peuvent plus se développer.

Les patates douces couvrent rapidement le sol deux mois environ après la plantation et suppriment une grande partie des herbes qui n'ont pas été tuées pendant le défrichage. Si les pommes de terre sont plantées à un écartement correct, elles couvrent rapidement le sol et suppriment les mauvaises herbes; le sarclage ne devrait pas être nécessaire au delà des 6 premières semaines si les plantes sont de bonne venue. Les cocoyams sont particulièrement sujettes aux mauvaises herbes pendant les 3-4 premiers mois, quand le dais foliaire est encore clairsemé, et plus tard dans la saison quand les feuilles nouvelles deviennent progressivement plus petites et que, même si la fermeture du couvert avait été complète à la mi-saison, elle cesse d'être totale. Par conséquent la lutte contre les mauvaises herbes chez les cocoyams est la plus critique à deux stades distincts: pendant la croissance végétative précoce, et pendant la période d'accumulation d'amidon et de maturation. Pour le taro cultivé sous irrigation, l'inondation elle-même pourvoit dans une certaine mesure à la lutte contre les mauvaises herbes.

Le sarclage est de toute importance dans la culture de l'igname et doit être effectué plusieurs fois dans les 2-3 premiers mois qui suivent la plantation. Si la lutte contre les mauvaises herbes est faite pour l'igname au moyen d'herbicides de pré-émergence, le niveau de dormance des éclats plantés devient important. Il a été suggéré d'employer des tubercules ayant subi un long stockage (dont l'émergence sera rapide) comme matériel de plantation si l'utilisation d'herbicides de pré-émergence est envisagée.

Tuteurage Dans la culture de l'igname, le tuteurage est essentiel si on veut obtenir de bons rendements. Lorsque des tuteurs sont utilisés, qui peuvent être des bambous, des bâtons ou des tuteurs vivants, ils doivent au moins avoir 2 m de hauteur. Les tiges de maïs et de sorgho sont parfois employées, mais elles sont moins efficaces. Il existe différentes méthodes de tuteurage utilisées: tuteurage individuel, tuteurage pyramidal et en treillis. Malgré ses avantages, le tuteurage est d'une exécution laborieuse qui exige une moyenne d'environ 60 hommes-jours ha⁻¹ pour la préparation des tuteurs et le tuteurage des plantes. En outre, non seulement le tuteurage est difficile à mécaniser, mais aussi il s'oppose à la mécanisation des autres aspects de la production d'ignames (la récolte par exemple). De plus, les tuteurs conventionnels deviennent plus difficiles à obtenir et plus coûteux. La solution finale du problème du tuteurage serait de mettre au point des cvs d'ignames pouvant pousser sans aucun tuteur.

Paillage Peu après sa plantation, l'igname doit recevoir un paillage pour le protéger contre la chaleur excessive et le dessèchement. Ceci est particulièrement important étant donné que l'igname exige en général un long délai entre sa plantation et son émergence, et que les périodes qui suivent immédiatement la plantation, en saison sèche comme en saison des pluies, sont généralement les périodes les plus chaudes de l'année. Le besoin de paillage est si crucial que si le paillage n'est pas effectué, il en résulte d'énormes réductions de rendement, surtout pour les plantations de saison sèche. Le paillage le plus communément utilisé consiste en une couche de Graminées sèches.

Fumure Les plantes à tubercules prélèvent dans le sol des quantités considérables d'éléments fertilisants, même si on les compare aux céréales (tableau 5.12). Leur exigence en potassium, spécialement, atteint un haut niveau. Les relations entre les moyennes des prélèvements par culture (en tonne de matière sèche de produit) sont indiquées sur le tableau 7.12. On a constaté qu'environ 35% de N et 65% de P et de K sont accumulés dans l'organe de stockage (sur la base de matière sèche). Le reste des éléments fertilisants est immobilisé dans les autres parties de la plante.

Quelques cultures telles que la pomme de terre, l'igname et dans une moindre mesure la patate douce réagissent favorablement aux matières organiques en quantités adéquates. Peu d'information est disponible quant à la quantité et le moment d'application de la fumure, spécialement en ce qui concerne le manioc, le taro, le macabo et l'igname.

Le maintien de la fertilité des sols cultivés en manioc est un problème qui s'aggrave avec l'accroissement démographique. Si on ne recourt pas à la pratique de rotation des cultures, engrais verts, paillage, ou quelque forme de fumure, il deviendra bientôt difficile d'obtenir de bons rendements dans les zones appauvries par une culture excessive de manioc.

– Mycorhizes et absorption d'éléments fertilisants chez le manioc. Le manioc prélève du sol de fortes quantités de réserves d'éléments fertilisants quand une fumure adéquate n'est pas appliquée. L'enfouissement dans le champ des feuilles et des tiges réduit considérablement le prélèvement des éléments fertilisants et la quantité de fumure à appliquer. On sait que le manioc peut pousser sur des sols infertiles et très acides, et que souvent sa réponse à la fumure est insignifiante même dans les sols qui ont des niveaux plutôt bas d'éléments fertilisants disponibles pour la plante. On le considère également comme plante utilisant les ressources restantes du sol, à cultiver en fin de rotation, avant que la parcelle dépouillée de ses éléments fertilisants retourne à la jachère. Il apparaît maintenant que le manioc est sous la haute dépendance d'une association avec une mycorhize pour l'absorption de phosphore à partir de sols à bas niveau de P. La mycorhize, plus précisément la mycorhize endotrophe arbusculaire-vésiculaire (VAM), est une symbiose d'un champignon avec les racines des plantes. Elle forme des vésicules et des arbuscules dans les cellules de l'écorce de la racine, à partir desquels se développent les filaments de mycelium qui après avoir traversé les espaces intercellulaires sortent de la racine et se répandent dans le sol environnant. Le champignon utilise les hydrates de carbone excrétés par les racines, et à son tour absorbe les éléments fertilisants de la solution du sol, qu'il transmet à la plante. Le principal effet bénéfique de la mycorhize semble être une exploration plus intensive d'un certain volume de sol. Ceci revêt une importance spéciale chez les plantes qui ont un système racinaire grossier, comme c'est le cas du manioc, et particulièrement en ce qui concerne l'absorption de phosphore. Néanmoins, pour atteindre le potentiel maximal de production, une fumure adéquate reste nécessaire. Le phosphore est le macro-élément fertilisant le plus important pour l'obtention d'un accroissement des rendements.

Irrigation Elle peut être pratiquée chez la plupart des cultures lorsque la pluviométrie est insuffisante (surtout chez le taro et la patate douce). A Hawaïi, la culture du taro a été entièrement organisée sur des principes modernes avec un fort degré de mécanisation. Le système consiste à faire pousser des cvs sélectionnés, sur des rizières inondées, d'une façon étroitement analogue aux techniques de culture du riz inondé.

Mécanisation La production de pomme de terre et de patate douce a été entièrement mécanisée dans certaines parties du monde. La mécanisation de la culture de patate douce a été entièrement mécanisée aux Etats-Unis, mais ne s'est faite que dans une modeste mesure dans les régions tropicales. La plantation de manioc a été mécanisée avec succès dans diverses parties du monde (Brésil, Mexique, par exemple). La récolte du manioc cependant a été particulièrement difficile à mécaniser, en partie à cause du très abondant feuillage sur les plantes, et en partie à cause de l'étalement en largeur des racines tubéreuses (sur 120 cm ou plus) et de leur profondeur de pénétration (45–60 cm).

La solution aux exigences en main-d'oeuvre que requiert la production de cocoyam est une mécanisation accrue, en inventant des machines pour la plantation et la récolte. Pour la culture d'ignames, il est notoirement connu que comparée aux autres cultures de tubercules effectuées manuellement, ses exigences en main-d'oeuvre sont très élevées (défrichage, plantation, tuteurage, sarclage, paillage, récolte unique ou double). La plupart de ces tâches sont actuellement effectuées à la main ou au moyen d'outils manuels. Le problème est que quelques unes de ces tâches sont spécialisées et peu aptes à la mécanisation, telles que le tuteurage et la récolte. La préparation mécanisée du sol et la plantation sont déjà possibles, ainsi que l'est la lutte contre les mauvaises herbes au moyen d'herbicides de pré-émergence. La plantation sur des buttes et la préparation de claies couvertes sera éventuellement supprimée par suite des hauts coûts de main-d'oeuvre qu'elles impliquent. La solution finale du problème que posent les exigences en temps de travaux pour la production d'ignames consiste à combiner mécanisation et introduction de pratiques culturelles améliorées.

Rotations

1. *Cocoyams*. A Hawaïi, le taro est cultivé sur des champs inondés pendant plusieurs années sans interruption. Occasionnellement, le champ est mis à sec, on plante des tomates, concombres ou poivrons, et, après la récolte des légumes, le champ est de nouveau utilisé pour la culture de taro inondé. Les cocoyams devraient probablement de préférence ne pas succéder à l'igname ou au manioc, ces dernières cultures provoquant un fort appauvrissement du sol en éléments fertilisants et ayant exactement comme le taro un système racinaire qui se développe à peu de profondeur. Des cocoyams cultivés après le niébé ou d'autres légumineuses à enracinement profond viendront probablement mieux.

2. *Ignames*. Dans le système traditionnel de culture semi-permanente avec jachère, l'igname est cultivée généralement pendant la première saison qui suit le défrichage

du terrain. Invariablement, l'igname est cultivée en association avec une ou plusieurs cultures de cycle plus court (Cucurbitacées, maïs, gombo, par exemple), qui peut être plantée juste avant ou juste après l'igname. La culture de cycle court est récoltée vers le milieu de la saison, et peu après, le manioc est planté pour la remplacer. Après la récolte de l'igname, le manioc est laissé sur le champ. Certaines innovations ou pratiques dans la production d'igname peuvent rendre possible de raccourcir le cycle de croissance de l'igname et par suite permettre une autre culture pendant la saison. Parmi les pratiques de ce genre on peut citer la plantation en saison des pluies, et l'utilisation d'éclats prégermés comme matériel de plantation. Pour le Sud-Est du Nigéria, une rotation de ce type au cours d'une saison serait l'igname, suivie du niébé.

3. *Patate douce*. La patate douce est cultivée dans des rotations de diverses sortes dans le monde. En Sierra Leone, par exemple, elle alterne souvent avec le riz inondé ou le fonio (*Digitaria exilis*). Là, comme à Zanzibar, il a été constaté que le riz vient bien après la patate douce. Un des principaux avantages de la patate douce dans une rotation est son aptitude à étouffer les mauvaises herbes et à les maîtriser. Dans de nombreuses parties des régions tropicales humides deux cultures de patates douces par an sont possibles.

4. *Manioc*. En agriculture traditionnelle, le manioc est généralement la dernière culture dans une rotation avant que le champ retourne à la jachère. En agriculture plus moderne, où la monoculture est pratiquée, le manioc peut occuper n'importe quelle place dans la rotation. Il n'est généralement pas planté immédiatement après des légumineuses, parce que le haut niveau d'azote peut provoquer une répartition moins favorable de la matière sèche entre parties aériennes et souterraines, mais aussi parce que d'autres cultures, telles que des céréales, peuvent profiter davantage du haut niveau d'azote. Le manioc, donc, peut succéder à une culture de céréales (maïs, riz) faite elle-même après une culture de légumineuses (haricot commun, niébé). Un autre fait à prendre en considération dans une rotation incluant le manioc est que sa culture (sauf les cvs de cycle très court) occupe le champ pendant une saison et demie. Etant donné ce fait, on peut pendant la première saison établir une culture rapide de maïs précoce avant de planter le manioc, ou, au milieu de la seconde saison, mettre en place une culture de niébé ou d'autre légumineuse de cycle court quand le manioc a été récolté.

7.5 Maladies et prédateurs

Le tableau 7.13 donne une énumération de l'incidence des maladies et prédateurs les plus importants des différentes plantes à racines et tubercules.

Les maladies bactériennes présentent une (moyenne) importance dans la culture du manioc et de la pomme de terre, alors que les maladies fongiques y sont graves, particulièrement dans la culture de la pomme de terre. Le manioc, la patate douce et la pomme de terre notamment sont sensibles aux virus. Chez la patate douce et le manioc des maladies à mycoplasmes ont été rapportées.

Les insectes nuisibles sont plus ou moins nombreux dans la plupart des cultures, mais ils recherchent en particulier le manioc. Les nématodes attaquent surtout l'igname, la patate douce, et particulièrement la pomme de terre.

Les pourritures d'origine fongique ou prédatrice peuvent dans les produits stockés provoquer des dégâts considérables, notamment chez l'igname. Au cours de la période de culture ainsi qu'après le stockage, les tubercules peuvent être attaqués par des rongeurs et autres mammifères (porcs sauvages par exemple).

Pour les données sur les maladies et prédateurs des principales cultures à racines et tubercules, on se reportera au tableau 7.14.

L'ampleur des pertes après la récolte varie fortement, mais sur une base globale et selon une estimation conservatrice elle atteint 25% de la production. Les pertes après récolte peuvent être réduites par divers moyens physiques et chimiques, et aussi en utilisant le produit immédiatement après la récolte en évitant ainsi d'avoir à le stocker (paragraphe 7.6.3). L'attaque par les microorganismes est probablement la cause la plus importante des pertes après récolte dans les cultures à tubercules, bien que des dégâts physiques et physiologiques du produit récolté le prédisposent aux attaques pathogènes. De nombreux pathogènes fongiques, notamment, sont des parasites des blessures après récolte et sont seulement capables d'attaquer les organes de stockage aux endroits endommagés. Les insectes nuisibles ne sont généralement pas à l'origine de graves pertes pendant le stockage et la manutention des tubercules frais. La principale exception étant le charançon de la patate douce (*Cylas* spp.). Outre les insectes nuisibles, des pertes considérables peuvent être causées par les rongeurs, particulièrement les rats, et d'autres prédateurs tels que singes et porcs.

En dehors des mesures spécifiques de la lutte après récolte, les pertes après récolte peuvent aussi être influencées par certains facteurs antérieurs à la récolte. C'est ainsi par exemple que les cvs peuvent différer dans leurs diverses caractéristiques de stockage (par exemple longueur de la période de dormance, résistance aux maladies), et leurs méthodes culturales ainsi que l'époque et la méthode de récolte peuvent avoir une forte influence sur la condition du produit au moment où il est récolté. Certains prédateurs et maladies qui attaquent les organes de stockage avant la récolte peuvent le mieux être maîtrisés sur les champs. Toutes les plantes à tubercules étant multipliées végétativement, l'emploi de plants propres et sains est essentiel, ainsi que le sont les rotations culturales et les mesures de quarantaine.

7.6 Récolte, rendement, stockage et transformation

7.6.1 Récolte

Le moment de la récolte se situe lorsque les feuilles virent au jaune ou se fanent, comme c'est le cas dans les cultures telles qu'igname, taro, macabo, patate douce et pomme de terre (3)–5–10(12) mois après la plantation. En fonction du cultivar, la récolte du manioc se place de 8 à 16 mois après la plantation. Les travaux de récolte sont effectués le plus souvent manuellement. La récolte mécanisée a été mise au point

particulièrement pour les patates douces et les pommes de terre dans les régions tempérées, mais dans les régions tropicales néanmoins la récolte mécanisée est pratiquée dans une certaine mesure pour les macabo, taro, manioc et pomme de terre. Les tubercules aériens des ignames sont cueillis à la main.

Les tubercules de manioc, patate douce, cocoyams et igname peuvent être récoltés selon les besoins ainsi qu'il sera brièvement décrit ci-dessous.

Manioc En culture paysanne, les parcelles de manioc sont rarement récoltées dans leur totalité en une fois. La principale raison est que, lorsqu'elles ont été récoltées, les racines tubéreuses s'abîment vite. C'est pourquoi le paysan récolte seulement ce dont il a besoin pour le moment. Dans un certain sens, cela permet à la racine tubéreuse de manioc de se 'stocker' elle-même tout en continuant à vivre dans le sol. Le mieux est de récolter le manioc au moment où les racines tubéreuses sont assez âgées pour avoir accumulé suffisamment d'amidon, mais pas assez âgées pour être devenues très ligneuses ou fibreuses. Lors de la récolte, chaque tubercule est soigneusement coupé en conservant le mince matériau ligneux encore attaché à la racine tubéreuse.

Patate douce En culture paysanne, la patate douce est souvent récoltée lorsqu'on en a besoin, et il n'y a pas d'époque fixée pour la récolte. Un des inconvénients majeurs de cette méthode est que de nombreux tubercules ont perdu de leur qualité au moment où ils sont récoltés. De plus, lorsque la récolte est par trop retardée, les dégâts dus au charançon de la patate douce ont tendance à s'accroître. Une autre forme de récolte partielle de patate douce se présente lorsque la plante est cultivée comme culture pérenne et que les tubercules sont individuellement prélevés sur la plante selon les besoins. Cette méthode de récolte est commune dans les hautes terres de Papouasie-Nouvelle Guinée. Elle est sous la forte dépendance du buttage des tiges et de la production de tubercules aux noeuds. Les tubercules sont facilement endommagés et très susceptibles aux pourritures fongiques. Si on ne fait pas très attention à éviter toute blessure mécanique, de très lourdes pertes ont beaucoup de chances de se produire.

Cocoyams Tant pour le taro que le macabo, de graves détériorations ne se produisent pas si la récolte est laissée dans le sol quelques semaines après la maturité. Dans une certaine mesure, donc, la récolte peut être faite à la convenance du cultivateur. Pour le taro pluvial ainsi que le macabo, la récolte doit être prévue pendant la saison sèche, ou du moins par temps sec. Néanmoins, si des pluies tombent après la maturité, ou si la récolte est trop longtemps ajournée, la croissance peut recommencer, le résultat étant la production de nouvelles racines qui rendent la récolte plus difficile. La reprise de croissance se fait aussi aux dépens des matières nutritives stockées dans le corne et les cormelles. Parfois le corne entier du cocoyam n'est pas récolté dans sa totalité: on enlève la terre autour de la base de la tige principale et on déterre les cormellès et les cormes secondaires, en laissant le corne principal ou une part de ce corne pour que la croissance continue et qu'une nouvelle production soit assurée. Lorsque cette nouvelle production arrive à maturité, on emploie la même méthode de récolte. De

cette façon, la plante est cultivée comme pérenne et est soumise à de multiples récoltes. Cette pratique est plus communément utilisée pour le macabo que pour le taro. Elle prévaut surtout dans les régions où les pluies tombent pendant toute l'année. La pratique de récoltes multiples chez le cocoyam est, dans une certaine mesure, analogue à la double récolte chez l'igname.

Igname Il existe deux pratiques générales en ce qui concerne la récolte. Dans l'une d'elles, chaque plante est récoltée deux fois (double récolte), dans l'autre seulement une fois (récolte unique). Dans la récolte unique, la plante est récoltée quand le jaunissement des feuilles apparaît sur une grande échelle. Elle peut être faite à tout moment entre un mois avant la sénescence et 1–2 mois après la sénescence. Les tubercules laissés dans le sol longtemps après la sénescence des parties aériennes de la plante peuvent subir un début de détérioration. Dans la double récolte, la première récolte est faite à la mi-saison, environ 4–5 mois après l'émergence. Le cultivateur enlève la terre autour du tubercule pour le libérer du sol, en prenant soin de ne pas abîmer les racines. Le tubercule est ensuite détaché de la plante juste en dessous de son attache au corme. La terre enlevée est ensuite remplacée sur les racines, et la plante alors commence à former une retubérisation autour de la blessure causée par la première récolte. A la fin de la saison on procède à la seconde récolte. La double récolte est le plus communément pratiquée pour la production de *D. rotundata*, et à un moindre degré pour celle de *D. cayenensis* et *D. alata*. *D. esculenta* ne donne jamais lieu à une double récolte.

La première récolte effectuée en double récolte permet à la culture d'être portée sur le marché très tôt dans la saison. La seconde donne un excellent matériel de plantation, de bonne qualité quant à sa conservation. Les inconvénients de la double récolte sont: elle exige plus du double de travail et d'effort pour la récolte que la récolte unique; elle est beaucoup plus difficile à mécaniser; la qualité alimentaire de chaque récolte est moindre, la première récolte contenant invariablement de nombreux tubercules non à maturité, alors que la seconde récolte donne un produit le plus souvent dur, fibreux et sans saveur; et le choix du moment auquel il convient d'effectuer la première récolte introduit des incertitudes que le cultivateur est à même ou non de résoudre. Enfin, la double récolte, ainsi, qu'on l'a montré pour *D. rotundata*. (figure 7.5), ne donne pas un rendement total significativement plus élevé que la récolte unique. La double récolte ne prolonge pas non plus la vie des plantes. Le rendement sur la saison entière est moindre si la première récolte a été faite deux mois avant la sénescence que si elle est faite un mois avant, ou après.

Il semble probable que les inconvénients de la double récolte ne lui permettront pas de sortir du domaine de l'agriculture traditionnelle. Ses hautes exigences en main-d'oeuvre et l'improbabilité de sa mécanisation totale tendent à la disqualifier comme pratique dans l'avenir. Le développement et la mise à disposition d'autres sources de matériel de plantation (éclats prégermés, production délibérée de tubercules entiers, etc.) ne peut qu'accélérer l'extinction de la double récolte.

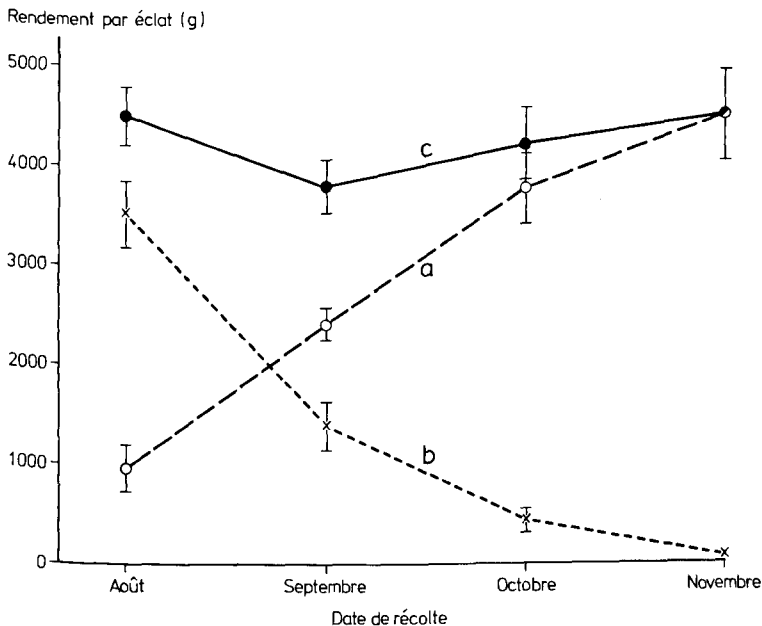


Figure 7.5. Effet de la date de la première récolte sur le rendement de la seconde récolte de l'igname. Plus tardive est la première récolte (a), plus bas est le rendement de la seconde (b). (c) indique le rendement combiné de la première et de la seconde récolte (d'après Onwueme, 1978).

7.6.2 Rendement

Les rendements sont indiqués sur le tableau 7.3. Les rendements moyens varient de 5 à 14 tonnes ha⁻¹, alors que des rendements atteignant 100 tonnes ha⁻¹ ou plus ont été obtenus expérimentalement pour le manioc et le taro. En règle générale, les plantes à racines & tubercules ont un plus haut potentiel de production que les céréales. De plus, dans les expérimentations, les céréales (riz et maïs par exemple) sont déjà proches de leurs rendements potentiels, mais les plantes à tubercules en sont loin. Une beaucoup plus grande attention en matière d'amélioration et de sélection devrait être apportée aux cultures de tubercules en ce qui concerne une plus haute production et une teneur plus élevée en protéine. L'énorme écart entre les rendements maximaux obtenus dans les stations de recherche et les rendements mondiaux moyens montre qu'un secours immédiat n'est pas à attendre de la sélection génétique mais surtout de meilleures pratiques culturales. Même sans ces éventuelles améliorations, les tubercules les plus cultivés dans les régions tropicales (manioc et patate douce) supportent favorablement la comparaison avec la plupart des céréales (figure 4.1).

7.6.3 Stockage

Toutes les cultures de racines & tubercules ont de hautes teneurs en eau (55–85%) et leur activité métabolique se continue après la récolte. Les problèmes que pose leur technologie d'après la récolte sont donc fondamentalement différents de ceux des cultures de base plus familières et moins périssables telles que les grains. Les cultures tropicales de racines & tubercules, à l'exception du manioc, sont en général stockées à l'état frais. Outre son 'stockage' à l'état frais, le manioc est souvent transformé pour donner toute une variété de produits déshydratés qui ont de plus grandes possibilités de stockage étant donné qu'ils sont en principe inertes.

Au cours de la manutention et du stockage des tubercules frais, les pertes sont dues à des causes physiques, physiologiques, ou pathologiques, ou à diverses combinaisons des trois. Des pertes très considérables peuvent résulter directement d'une manutention brutale, et des dommages physiques peuvent également résulter d'une exposition à des températures extrêmes tant basses que hautes. La plupart des cultures de tubercules produits sous les tropiques, mais particulièrement l'igname et la patate douce, sont sujettes à des dégâts dus au froid à des températures en dessous de 10–12°C. Ces endommagements par le froid se manifestent généralement par une décoloration interne et une désagrégation des tissus, par une sensibilité accrue à la pourriture et une qualité culinaire déficiente. Les tubercules exposés à de très hautes températures telles que celles dues à l'exposition en plein soleil, souffrent d'endommagements de type identique.

Des pertes métaboliques telles que flétrissement et perte de matière sèche due à la respiration, se produisent toujours. Des pertes physiologiques additionnelles, dans tous les cas à l'exception du manioc, peuvent se produire, provoquées par la poussée des germes. Les germes commencent généralement à apparaître après une période naturelle de dormance qui peut considérablement varier selon les cvs et qui est également influencée par le milieu de stockage et la condition du produit. Les modifications physiologiques dans la qualité de toutes les cultures de tubercules sont fréquemment dues aux modifications dans l'équilibre amidon-sucre, sur lequel peut influencer la température dans le lieu de stockage. En général, le stockage à de basses températures augmente la teneur en sucre, édulcorant ainsi le tubercule. Les micro-organismes causent probablement les plus fortes pertes après récolte chez les cultures de tubercules, bien que les endommagements tant physiques que physiologiques puissent prédisposer le produit aux invasions pathogènes. De nombreux pathogènes fongiques après la récolte sont les parasites qui se développent sur les blessures et ils ne sont capables d'attaquer les organes de stockage qu'aux endroits blessés. Les insectes parasites ne sont généralement pas à l'origine de graves pertes dans le stockage et la manutention de tubercules frais, sauf s'il s'agit de la patate douce et, à un moindre degré, de l'igname. Des pertes considérables peuvent être causées par les rongeurs (rats) et autres prédateurs tels que porcs et singes (voir aussi tableaux 7.13 et 7.14).

L'ampleur des pertes après récolte causées par les facteurs précités varie fortement – mais sur une base globale, une estimation conservatrice la situe à 25% du produit

qui a été stocké (tableau 7.15).

De bonnes méthodes de stockage pour les cultures de racines & tubercules sont essentielles pour réduire les pertes de nourriture. Les meilleurs résultats sont obtenus quand le stockage est fait après une récolte soignée ayant causé aussi peu que possible de dommages mécaniques. Les tubercules doivent être alors traités ('curing') sans retard (pour les conditions optimales de 'curing', voir le tableau 7.16). Les tubercules stockés doivent être conservés à une température aussi fraîche que possible, mais pas assez basse pour provoquer des endommagements par le froid. La ventilation est nécessaire pour la respiration des tubercules. Dans tous les cas, l'ombre est indispensable. Le thiabendazole est recommandé pour la lutte contre la croissance fongique. Ce composé est non seulement efficace, mais il n'est pas dangereux pour la consommation humaine des tubercules traités. Pour un stockage de courte durée, et en tant qu'aide à une facile commercialisation, il est souvent possible de garder les tubercules en bon état dans des sacs de polyéthylène bien fermés, ou de les conserver empaquetés dans des matériaux humides tels que tourbe, sciure ou coïr. On devrait aussi prendre davantage en considération les transformations simples auxquelles se prêtent racines et tubercules, et la production de produits déshydratés dont les potentialités de conservation sont plus grandes.

Pour l'information concernant le potentiel de stockage et les méthodes traditionnelles et modernes de stockage de quelques tubercules tropicaux on se reportera au tableau 7.17.

7.6.4 Transformation

Localement, de nombreuses manières de transformation des produits périssables sont connues, et ont été utilisées des temps anciens jusqu'à maintenant. Dans les régions tempérées, des formes modernes de transformation ont été mises au point pour la patate douce et la pomme de terre, et dans les régions tropicales des méthodes modernes sont parfois appliquées au manioc (amidon, tapioca).

Par suite de la rapide détérioration des racines tubéreuses du manioc après la récolte, les tubercules récoltés doivent être transformés aussi rapidement que possible. Tout retard impliquera un abaissement de la qualité du produit final. De nombreux produits déshydratés, y compris cossettes et granulés, farine, amidon, tapioca et flocons ainsi que gari, sont produits à partir des tubercules de manioc selon des procédés variés dans les différentes régions, en fonction des besoins locaux ou de l'exportation ainsi que des besoins, goûts et traditions. Les principes sous-jacents à ces opérations pourraient également être appliqués au stockage de produits déshydratés provenant de tout autre culture de tubercules. Sous réserve de précautions adéquates pour éviter l'infestation par les insectes et la réabsorption d'humidité, les produits bien préparés et déshydratés de manioc ont de bonnes qualités de conservation et peuvent fréquemment être simplement stockés pendant des périodes de 12 mois ou plus. Les principaux produits (en conserve, déshydratés) obtenus par transformation sont indiqués sur le tableau 7.18 pour les principaux tubercules.

7.7 Amélioration

Les cultures tropicales de racines & tubercules n'ont pratiquement fait l'objet d'aucune tentative d'amélioration par sélection et hybridation. Récemment, néanmoins, les institutions internationales de recherche s'attaquent sérieusement aux problèmes du manioc (Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombie, International Institute of Tropical Agriculture (IITA) au Nigeria), de l'igname (IITA), de la pomme de terre (Centro Internacional de la Papa (CIP) au Pérou, et de la patate douce (IITA; Asian Vegetable Research and Development Centre (AVRDC) à Taiwan). Il conviendrait en effet de porter davantage l'attention sur l'exploitation du potentiel génétique présent dans ces cultures vivrières, sans laisser de côté pour cela les pratiques culturales, techniques de stockage et mécanisation incluses.

Cocoyams A part un tri préliminaire des cvs dans quelques rares régions (Trinidad par exemple) peu de travail scientifique a été fait sur l'amélioration du taro et du macabo. Collection systématique, évaluation et distribution de cvs d'élite sur la base de variabilité existante, sont souhaitables. La variabilité peut encore être accrue et des cvs supérieurs mis en point lorsque les processus de floraison, fructification et méthodes d'hybridation et de sélection auront été convenablement étudiés. L'hybridation provoquée, toutefois, reste extrêmement difficile. Il conviendrait aussi de consacrer suffisamment d'attention aux améliorations agronomiques et à l'emploi approprié de fertilisants.

Igname Pour l'igname le premier problème à surmonter en matière d'amélioration génétique est l'absence de données satisfaisantes et d'amples collections d'espèces et de cultivars. La plupart des clones ont une localisation déterminée et ne sont connus que par leurs noms vernaculaires. La collection et l'évaluation des cultivars existants est un préliminaire essentiel pour un travail efficace sur l'amélioration de l'igname en tant que plante cultivée. La question reste ouverte néanmoins de savoir si le développement de souches d'ignames de hauts rendements aura quelque effet important sur les aspects économiques de la production, à moins que des techniques culturales plus efficaces ne soient également mises au point. Une recherche étendue est nécessaire, non seulement dans le domaine agronomique, mais aussi sur le plan économique, et en relation avec la récolte mécanisée et la manutention après récolte. L'amélioration génétique de l'igname est difficile par suite de la basse fertilité de nombreux cultivars parmi les plus désirables, de la nature dioïque de la plante, et du fait que la plupart des formes cultivées sont polyploïdes. Cependant, des graines provenant de bons cvs de *Dioscorea rotundata* ont germé avec succès, donnant des plantes qui fleurissent. La production et l'amélioration de l'igname avanceront plus vite quand le paysan pourra cultiver l'igname sur son propre champ à partir de graines.

Patate douce La plupart des patates douces sont très hétérogènes et montrent une large gamme de variation. Presque tous les cvs sont auto-stériles et il existe aussi entre

quelques uns d'entre eux une incompatibilité de croisement totale ou partielle. La grenaison n'est donc jamais abondante et les graines germent seulement après avoir été scarifiées. Jusqu'ici le travail de sélection génétique a été effectué en majeure partie dans les régions tempérées.

Il est douteux que les cvs mis au point seront à la fois adaptés aux pays en développement des régions tropicales et y seront acceptables. L'accent a été très nettement mis aux Etats-Unis sur les cvs à chair orange (haute teneur en vitamine A), mais dans la majeure partie de la zone forestière tropicale il n'y a pas de problème de carence en vitamine A, et les types à chair orange, qui ne sont pas familiers, n'ont pas nécessairement un avantage sur les cvs à chair blanche, si ce n'est qu'ils peuvent produire une quantité nettement plus grande d'hydrates de carbone. Bien que quelque recherche sur la culture sous conditions tropicales ait été entreprise à Trinidad, en Ouganda et dans divers territoires du Pacifique, les efforts en vue du développement de la production de patate douce doivent en outre tenir pleinement compte des conditions sociales, économiques et techniques du pays concerné.

De plus, étant donné l'assez fort degré de développement de la patate douce en tant que culture, et les industries dont elle est à la base, des possibilités se présentent tout spécialement pour le transfert vers les pays en développement des technologies avancées des Etats-Unis et du Japon. Toutefois, un transfert de ce genre doit se faire avec beaucoup de prudence par suite des fortes différences écologiques. Sous les tropiques, la patate douce est en dominance une culture pratiquée dans une agriculture de subsistance, par des paysans sans accès aux technologies de haut niveau. Quelques uns des facteurs limitants les plus importants pour la production de patate douce sous ces conditions sont: (1) des rendements bas, et irréguliers; (2) une demande incertaine sur le marché; et (3) de hauts intrants en main-d'oeuvre pour la production.

Manioc Plusieurs méthodes ont été employées pour essayer d'améliorer le manioc. De très nombreux cvs, ayant des caractéristiques différentes, sont cultivés simultanément dans diverses parties du monde, et même dans une même localité. L'introduction de cvs d'autres localités ou pays a donc été l'une des principales méthodes d'amélioration du manioc. Dans de nombreuses régions, même une simple sélection parmi les cultivars localement utilisés mènera à une culture plus fréquente des cultivars les meilleurs et à un déclin relatif de ceux dont les caractéristiques sont indésirables. L'hybridation suivie de sélection parmi les descendances est une autre méthode qui a son utilité. Par chance, le manioc fleurit assez facilement. De plus, les fleurs sont idéales pour la pollinisation croisée naturelle ou artificielle, les fleurs mâles et femelles étant séparées et arrivant à maturité à des moments différents. Le processus d'hybridation avec d'autres espèces de *Manihot*, suivie de rétro-croisement et de sélection, a été utilisé pour incorporer la résistance aux maladies dans divers cvs. Le but de l'amélioration génétique du manioc est d'obtenir des cvs qui aient un haut rendement, soient résistants aux principales maladies et prédateurs, adaptables à une large gamme de conditions écologiques, et possédant des caractéristiques de haute qualité. C'est sur ces objectifs que les efforts internationaux sont concentrés.

Pomme de terre Les conditions auxquelles la pomme de terre est soumise dans les basses terres tropicales sont assez différentes de celles que présentent les aires habituelles de sa culture. L'objectif est de développer des clones tolérants à la chaleur, en tant que potentiel pour élargir les possibilités de la culture de la pomme de terre dans les chaudes basses terres tropicales humides et sèches. Ce sont donc les caractéristiques concernant l'adaptation sur lesquelles l'accent devra davantage être mis pendant les premiers stades de sélection, plutôt que sur certains caractères agronomiques. Les essais de culture de pomme de terre dans les basses terres tropicales se sont bornés dans le passé à l'utilisation de cvs du groupe Tuberosum. Pour la sélection future, le matériel Neo-tuberosum s'avérera peut-être avoir une meilleure réponse par suite de sa plus large base génétique. Outre l'élargissement de la diversité génétique obtenue en combinant des plasmas germinatifs il faut arriver à un niveau convenable de résistance aux maladies. La maturité précoce est importante pour l'adaptation tropicale. La précocité obtenue par des moyens génétiques peut être augmentée dans une certaine mesure en utilisant quelque pré-conditionnement des tubercules avant la plantation.

Etant donné les difficultés de la culture de la pomme de terre sous les tropiques, il a été suggéré qu'il conviendrait mieux en Afrique de l'Ouest de concentrer le travail de recherche sur les cultures de racines & tubercules de basses terres tropicales qui y sont déjà traditionnelles, ou du moins bien établies, plutôt que sur la pomme de terre. La plupart de ces cultures indigènes ont des avantages en matière de rendement, adaptation et facilité de culture, et elles sont déjà la nourriture de base familière à la plupart des gens. La pomme de terre n'a pas, du point de vue nutritionnel, une nette supériorité sur la plupart des plantes à racines indigènes (excepté peut-être dans le spectre des acides aminés de sa fraction protéinique), bien qu'une certaine valeur de prestige lui soit communément reconnue et qu'elle tende pour cette raison à être populaire, spécialement dans les groupes à revenus élevés.

Pour les objectifs spécifiques de l'amélioration des plantes tropicales à racines et tubercules, on se reportera au tableau 7.19.

7.8 Production, commercialisation et tendances

Les productions mondiales sont données sur le tableau 7.3, ainsi que les principaux pays exportateurs.

La production totale en 1977 s'est élevée à environ 516 millions de tonnes. La plupart des cultures à racines & tubercules sont pratiquées en dominance dans des buts domestiques (manioc, taro, macabo, igname et patate douce). On dispose de peu d'information sur la production et la commercialisation des taro, macabo, et igname. Les chiffres de production concernent en général le cocoyam (= taro) et ils incluent le taro et probablement d'autres cultures tropicales de racines telles que macabo et également igname, du fait de l'acception très large donnée au terme 'yam' dans de nombreux pays tropicaux. Les exportations d'ignames portent sur de faibles quantités: quelque 6000 tonnes ou plus sont importées par le Royaume-Uni, provenant de l'Afrique de l'Ouest et des Caraïbes.

Très rares sont les statistiques disponibles en matière de commerce international de patates douces (à l'état frais ou transformé). Trinidad et Tobago exportent de fortes quantités de patates douces. Le surplus de la production de manioc entre dans le commerce international en tant que cossettes, racines séchées, granulés, farine, amidon et tapioca. Le principal pays exportateur est la Thaïlande, le Brésil venant au second rang loin derrière. Les pays importateurs les plus importants sont l'Europe Occidentale (Allemagne fédérale et Benelux en particulier) et les Etats-Unis.

Un tonnage considérable de pommes de terre entre sur le marché international, notamment en tant que 'plants' de pomme de terre, et il existe en Europe un commerce important en pommes de terre précoces. Les pommes de terre de consommation ou d'usage industriel sont surtout exportées par les Pays-Bas.

Les principaux pays importateurs de pommes de terre pour la consommation ou l'usage industriel sont l'Allemagne fédérale, le Royaume-Uni et la France.

7.9 Caractéristiques particulières

Le manioc semble avoir tendance à remplacer dans une certaine mesure ignames, cocoyams et patates douces. La pomme de terre jouit d'une popularité croissante, et en Afrique de l'Ouest la production du macabo tend à augmenter du fait de sa résistance au mildiou, comparé au taro.

Les caractéristiques particulières à noter pour les cultures prises séparément sont les suivantes.

Colocasia esculenta Le développement de nouveaux procédés de transformation pourrait stimuler l'intérêt porté au taro, et dans ce contexte, les possibilités d'utiliser le 'poi' pour le traitement de certaines allergies méritent d'être mentionnées.

Dioscorea spp. Même en Afrique de l'Ouest, où une nette préférence est accordée à l'igname comme nourriture de base, ce tubercule devient une denrée de plus en plus chère étant donné les hautes exigences en main-d'oeuvre, la forte quantité de matériel de plantation nécessaire et le bas rendement moyen. Par suite de leur coût, les ignames sont partiellement remplacées par le manioc, et dans certaines régions urbaines par le riz et le pain de froment. On envisage un recul de la production future d'igname si des méthodes de culture mécanisée satisfaisantes ne peuvent être mises au point ainsi qu'un programme intensif de recherche pour l'amélioration des cvs existants et pour l'obtention de types à haut rendement et à enracinement peu profond pouvant être stockés et ayant des qualités culinaires satisfaisantes.

Ipomoea batatas Tant la nature périssable des tubercules de la patate douce que les relativement bas rendements généralement obtenus et les hauts coûts de production ont été d'importants facteurs limitants pour l'exploitation commerciale de la culture. La mécanisation totale de la plantation comme de la récolte réduirait considérablement les coûts de production lors de culture pratiquée sur une grande échelle. Dans

la plupart des régions tropicales, la patate douce est considérée comme une culture de moindre importance ou secondaire. Cependant, la patate douce peut produire plus d'hydrates de carbone par hectare en quatre mois que ne le peut l'igname en sept ou huit mois; et elle demande très peu de travail et de soins. L'introduction de la mécanisation de cette culture dans les régions tropicales pourrait augmenter considérablement la production obtenue. De plus, les fortes potentialités d'utilisation de la teneur des feuilles en protéine n'ont pas été exploitées jusqu'ici.

Manihot esculenta Le manioc produit, par hectare et sous des conditions relativement sèches, plus d'amidon que n'importe quelle autre culture de tubercules ou de céréales. Il est probable que la production augmentera dans les régions tropicales les moins humides, là surtout où la topographie est plane et la mécanisation faisable, et il se peut qu'il se substitue dans une certaine mesure aux ignames, cocoyams et patate douce dans les régimes alimentaires locaux.

On peut s'attendre que l'accroissement de l'urbanisation dans les régions tropicales mène à l'augmentation de la production en plantations modernes, tout particulièrement là où des unités locales de transformation ont besoin d'approvisionnement. Il en résultera une mécanisation accrue de la production de la culture, bien que la récolte mécanisée pose des problèmes que seule peut résoudre la sélection de nouveaux cultivars à haut rendement et avec des racines tubéreuses plus compactes.

Peut-être le plus grand potentiel pour le manioc en tant que culture agro-industrielle se situe-t-il dans la production d'amidon, étant donné que son principal composant est l'amidon, qui peut être facilement transformé par voie chimique. L'amidon du manioc peut sans difficulté être transformé pour donner soit de l'alcool industriel (96%), ou de l'alcool absolu, qui peut être utilisé comme solvant ou substitut du fuel. L'importance de la culture du manioc à ce point de vue s'est trouvée rehaussée par les changements récents des prix mondiaux de l'énergie.

Dans nombre de ses usages, l'amidon de manioc doit faire face à la concurrence de l'amidon de maïs en particulier; et l'établissement d'unités de transformation dépend en tout premier lieu pour son succès d'un approvisionnement de matière brute assuré tout au cours de l'année et d'une fourniture adéquate d'eau sans impuretés.

Solanum tuberosum La pomme de terre voit sa popularité grandir dans les pays tropicaux, où la demande est souvent satisfaite par des importations en provenance de régions plus tempérées.

La réussite d'une culture de pomme de terre sous les tropiques sera déterminée à la fois par les conditions de conservation des tubercules-mères et par les températures après la plantation. Tout à fait rationnelle au dessus de 1 500 m d'altitude, la production de pommes de terre de consommation faite à grande échelle ne peut être tentée en plaine que si on dispose de 4-5 mois pendant lesquels la température moyenne est inférieure à 20 °C: c'est le cas, par exemple, des plaines du nord de l'Inde. Il sera possible en Inde de pratiquer une première multiplication des plants sous pluie en montagne, et de replanter en décembre-janvier en plaine sous irrigation. Les 450 000

hectares de cultures de pomme de terre dans les plaines indiennes subtropicales ont cependant demandé plus de plants que les collines himalayennes ne pouvaient en fournir, et seuls environ 20% des besoins sont couverts. Il a été démontré que pour multiplier en plaine sans risques de dégénérescence, on pouvait profiter des mois sans pucerons qui suivent la saison des pluies d'été, en plantant en septembre-octobre. La récolte se fait fin décembre-début janvier, alors que les infestations de *Myzus persicae* ne débutent qu'à la mi-janvier. Mais les plants récoltés fin décembre sont encore trop dormants pour être replantés en janvier. Il faudrait donc pour que l'opération soit réalisable conserver ces plants jusqu'à l'année suivante en chambre froide à 4 °C. Les cvs utilisés ont été sélectionnés en Inde et adaptés aux conditions de jour court des plaines. Ce système nécessite toutefois un effort de planification considérable, et de gros investissements pour les chambres froides.

Dans de nombreux pays industrialisés, des quantités croissantes de pommes de terre sont transformées avant d'être vendues au consommateur, et la production de tubercules répondant aux exigences requises par la transformation du point de vue taille, composition, cultivar etc., prend une importance capitale.

Xanthosoma sagittifolium Ces dernières années la production de macabo tend à s'accroître dans certaines régions de l'Afrique de l'Ouest, par suite de la résistance de la culture au mildiou dû à *Phytophthora* si on la compare au taro. Le macabo se prête particulièrement bien à l'association avec d'autres cultures. Bien que la qualité du macabo soit considérée inférieure à celle du taro, il est plus facile à cultiver. Il est peut-être mieux adapté à de médiocres conditions agronomiques que le taro. Le macabo devient important dans les zones où le cacaoyer et le caféier ont été introduits, du fait que les gens n'ont plus suffisamment de temps pour les cultures vivrières traditionnelles. Il est largement utilisé aussi comme ombrage lors de l'implantation de cacaoyères en Afrique de l'Ouest et dans les Caraïbes.

Culture énergétique Il est possible au moyen de fermentation d'obtenir de l'éthanol à partir d'amidon et de sucre. L'éthanol peut, sans importantes modifications du moteur, être mélangé à l'essence automobile dans une proportion atteignant 1:4, il est non polluant, et a une teneur énergétique pratiquement identique à celle de l'essence. Le bilan énergétique de la production d'éthanol à partir du manioc est, dans l'état actuel de la technologie, légèrement négatif. La quantité d'énergie requise dans la phase industrielle du processus de production (distillation par exemple) peut être fortement réduite en appliquant des procédés qui exigent moins d'énergie. Un accroissement de la quantité d'énergie utilisée dans le processus agricole de la production, néanmoins, semble prévisible par suite de mécanisation, rotation etc.

Si le manioc sert de matière première pour la production d'alcool, un grand nombre de problèmes peuvent se présenter:

– Etant donné les difficultés de stockage du manioc frais, un approvisionnement continu et régulier de manioc est nécessaire pour que la distillerie puisse fonctionner toute l'année à sa pleine capacité.

- La fertilité chimique des sols sur lesquels le manioc est cultivé peut être maintenue à niveau au moyen d'une fumure suffisante. Néanmoins, pour la fertilité physique du sol, des rotations et peut-être des cultures associées seront nécessaires.
- Par suite de considérations phytosanitaires, rotation et peut-être culture associée sont indispensables.
- Par culture faite sous des conditions marginales et avec des intrants minimaux, il ne faut pas s'attendre à pouvoir obtenir de façon continue de bons rendements.

7.10 Bibliographie

Ouvrages généraux

- Acland, J. D., 1975. East African crops. Longman, London & FAO, Rome.
- Chevalier, A., 1946. Un légume tropical à répandre: la petite pomme de terre d'Afrique (*Coleus rotundifolius*). *Revue int. Bot. appl. Agric. trop.* 26 (285-286): 296-300.
- Cobley, L. S. & W. M. Steele, 1976. An introduction to the botany of tropical crops. 2nd. ed. Longman. London: 111-130.
- Cock, J., R. G. Macintyre & M. Graham, eds, 1977. Proceedings of the Fourth Symposium of the International Society for Tropical Root Crops, held at CIAT, Cali, Colombia, 1-7 August 1976. International Development Research Centre. Ottawa.
- Coursey, D. G., 1977. The status of root crops: a culture-historical perspective. *J. Root Crops* 2 (1): 1-9.
- Coursey, D. G. & R. H. Booth, 1977. Root and tuber crops. Dans: C. L. A. Leakey & J. B. Wills, eds. Food crops of the lowland tropics. Oxford Univ. Press. London: 73-96.
- FAO, 1974. Annuaire de la production. vol. 27. Rome.
- FAO, 1979a. Annuaire de la production. vol. 32. Rome.
- FAO, 1979b. Annuaire du commerce. vol. 32. Rome.
- Flach, M., (1979). Ecological competition among the main moisture rich starchy staples in the tropics and subtropics. Paper presented to the 5th International Root Crops Symposium in Manila. Agric. Univ. Wageningen.
- Gade, D. W., 1966. Achira, the edible canna – its cultivation and use in the Peruvian Andes. *Econ. Bot.* 20 (4): 407-415.
- Irvine, F. R., 1974. West African crops. Oxford Univ. Press. London: 153-189.
- Josset, G., 1973. Racines et tubercules, République Unie du Cameroun. Ministère de l'Agriculture. Yaoundé.
- Kay, D. E., 1973. Crop and Product Digest. No. 2 Root crops. Trop. Prod. Inst. London.
- Linnemann, A. R. 1981. Preservation of certain tropical root and tuber crops. *Abstracts on Trop. Agric.* 7 (1): 9-20.
- Messiaen, C. -M., 1975. Le potager tropical. 3 Cultures spéciales. Presses Univ. de France. Paris: 415-482.
- Onwueme, I. C., 1978. The tropical tuber crops. Wiley. Chichester. New York.
- Pans Manual no. 4., 1978. Pest control in Tropical Root Crops. Centre for Overseas Pest Research. London.
- Platt, B. S., 1971. Tables of representative values of foods commonly used in tropical countries. *Medic. Res. Council; Spec. Rep. Series 302; Her Maj. Stat. Off. London.*
- Plucknett, D. L., 1979. Small-scale processing and storage of tropical root crops. Westview Press. Boulder. Colorado.
- Purseglove, J. W., 1968, 1972. Tropical Crops. Longman. London.
- Terry, E. R., K. A. Oduro & F. Caveness, 1981. Tropical Root Crops: research strategies for the 1980s. Proceedings Symposium of the International Society for Tropical Root Crops – Africa Branch, 8-12 September 1980, Ibadan, Nigeria. International Development Research Centre. Ottawa.

- Westphal, E. et al., 1981. L'agriculture autochtone au Cameroun. Misc. Papers 20. Landbouwhogeschool, Wageningen: 40-46.
- Wilson, L. A., 1977. Root Crops. Dans: P. de T. Alvim & T. T. Kozlowski, eds. Ecophysiology of tropical crops. Academic Press. New York: 187-236.

Cocoyams

- Catherinet, M., 1965. Note sur la culture du macabo et du taro au Cameroun. Agron. Trop. Nogent 20 (8): 717-724.
- Coursey, D. G., 1968. The edible aroids. *Wld Crops* 20 (3): 25-30.
- Doku, E. V., 1981. Strategies for progress in cocoyam research. Dans E. R. Terry et al. Tropical Root Crops: research strategies for the 1980s. Ottawa: 227-230.
- Karikari, S. K., 1971. Cocoyam cultivation in Ghana. *Wld Crops* 23 (3): 118-122.
- Plucknett, D. L. & R. S. De La Pena, 1971. Taro production in Hawaii. *Wld Crops* 23 (5): 244-249.
- Plucknett, D. L., R. D. de La Pena & F. Obrero, 1970. Taro (*Colocasia esculenta*). *Fld Crop Abstr.* 23 (4): 413-426.
- Praquin, J. Y. & J. C. Miche, 1971. Essai de conservation de taros et macabos au Cameroun. Inst. Rech. Agron. Trop. Rapport prélim. no. 1 (Dschang Station): 1-21.
- Rotar, P. P. et al., 1978. Bibliography of taro and edible aroids. Univ. of Hawaii at Manoa. Misc. Publ. 158.

Ignames

- Alexander, J. & D. G. Coursey, 1969. The origins of yam cultivation. Dans: P. J. Ucko & G. W. Dimbleby, eds. The domestication and exploitation of plants and animals. Duckworth. London: 405-425.
- Ayensu, E. S. & D. G. Coursey, 1972. Guinea yams. *Econ. Bot.* 26 (4): 301-318.
- Barrau, J., 1956. Les ignames alimentaires des Iles du Pacifique Sud. *J. Agric. trop. Bot. appl.* 3: 385-401.
- Chapman, T., 1965. Some investigations with factors limiting yields of the white Lisbon yam (*Dioscorea alata* L.) under Trinidad conditions. *Trop. Agric. Trin.* 42 (2): 145-151.
- Coursey, D. G., 1966. Food technology and the yam in West Africa. *Trop. Sci.* 8 (3): 152-159.
- Coursey, D. G., 1967. Yams. Longmans. London.
- Coursey, D. G., 1967. Yam storage: a review of yam storage practices and of information on storage losses. *J. stored Proc. Res.* 2: 229-244.
- Gooding, E. G. B., 1971. Effects of fertilizing and other factors on yams in Barbados. *Expl Agric.* 7 (4): 315-319.
- Jacques-Félix, H., 1947. Ignames sauvages et cultivées du Cameroun. *Rev. int. Bot. appl.* 27: 119-133.
- Lawani, S. M. & M. O. Obubanjo, 1976. A bibliography of yams and the genus *Dioscorea*. I.I.T.A. Ibadan.
- Lyonga, S. N., 1981. The economics of yam cultivation in Cameroon. Dans: E. R. Terry et al. Tropical Root Crops: research strategies for the 1980s. Ottawa: 208-213.
- Oke, O. L., 1972. Yam a valuable source of food and drugs. *Wld Rev. Nutr. Diet.* 15: 156-184.
- Onwueme, I. C., 1981. Strategies for progress in yam research in Africa. Dans: E. R. Terry et al. Tropical Root Crops: research strategies for the 1980s. Ottawa: 173-176.
- Waite, A. W., 1963. Yams, *Dioscorea* species. *Fld Crop Abstr.* 16 (3): 145-157.

Manioc

- Bellotti, A. & A. van Schoonhoven, 1978. Cassava pests and their control. Cassava Information Center. CIAT.
- Boerboom, B. W. J., 1978. A model of dry matter distribution in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Neth. J. Agric. Sci.* 26 (3): 267-277.
- Bruijn, G. H. de, 1971. Etude du caractère cyanogénétique du manioc (*Manihot esculenta* Crantz). *Meded. Landb. Hogesch. Wageningen* 71-13.

- Bruijn, G. H. de & T. S. Dharmaputra, 1974. The Mukibat system, a high yielding method of cassava production in Indonesia. *Neth. J. Agric. Sci.* 22 (2): 89–100.
- Cassava Research. Special Issue. *Fld Crops Research* 2 (3): 183–308 (1979).
- CIAT, 1975–1980. Abstracts on cassava (*Manihot esculenta* Crantz). vol. 1–6.
- Grace, M., 1971. Processing of cassava. *FAO Agric. Serv. Bull.* 8.
- Hahn, S. K. et al., 1979. Cassava improvement in Africa. *Fld Crops Res.* 2 (3): 193–226.
- Hunt, L. A., D. W. Wholey & J. H. Cock, 1977. Growth physiology of cassava. *Fld Crop Abstr.* 30 (2): 77–91.
- Jennings, D. L., 1970. Cassava in Africa. *Fld Crop Abstr.* 23 (3): 271–278.
- Lancaster, P. A. et al., 1982. Traditional cassava – based foods: survey of processing techniques. *Econ. Bot.* 36 (1): 12–45.
- Loor, J. de, 1982. Cassave: een mogelijke energy-crop? (Cassava: a possible energy crop?). Typescript. Dept. Trop. Crop. Science. Agric. Univ. Wageningen.
- Nestel, B. & R. Macintyre, eds, 1973. Chronic cassava toxicity. Proceedings of an interdisciplinary workshop, London, 29–30 January, 1973. International Development Research Centre. nr. 10. Ottawa.
- Terry, E. R. et al., 1979. La bactériose du manioc en Afrique – le passé, le présent, l’avenir. *Compte rendu du séminaire interdisciplinaire qui s’est tenu à l’IITA, Ibadan, Nigéria, 26–30 juin, 1978.* Centre for Overseas Pest Research. London.
- Vries, C. A. de, 1978. New developments in production and utilization of cassava. *Abstr. Trop. Agric.* 4 (8–9): 9–24.
- Weber, E. J., B. Nestel & M. Campbell, 1979. Intercropping with cassava. Proceedings International workshop held at Trivandrum, India. International Development Research Centre. nr 142. Ottawa.
- Weber, E. J., J. C. Toro & M. Graham, 1980. Cassava cultural practices. Proceedings workshop held in Salvador, Bahia, Brazil. International Development Research Centre. nr 151. Ottawa.

Patate douce

- Cooley, J. S., 1951. The sweet potato – its origin and primitive storage practices. *Econ. Bot.* 5 (4): 378–386.
- Edmond, J. B. & G. R. Ammerman, 1971. Sweet potatoes: production, processing and marketing. *Avi Publ. Co.* Westport.
- Hahn, S. K., 1977. Sweet potato. Dans: P. de T. Alvim & T. T. Kozłowski, eds. *Ecophysiology of tropical crops.* Academic Press. New York: 237–248.
- MacDonald, A. S., 1963. Sweet potatoes with particular reference to the tropics. *Fld Crop Abstr.* 16 (4): 219–225.
- Rotar, P. P. & B. K. Bird, ?. Bibliography of sweet potato (*Ipomoea batatas*). Univ. of Hawaii. Honolulu.
- Steinbauer, D. E. & L. J. Kushman, 1971. Sweet potato culture and diseases. *USDA Handbook no. 388.*

Pomme de terre

- Beukema, H. P. & D. E. van der Zaag, 1979. Potato improvement: some factors and facts. International Agricultural Centre. Wageningen.
- Booth, R. H. & F. G. Proctor, 1972. Considerations relevant to the storage of potatoes in the tropics. *Pans* 18 (4): 409–431.
- Burton, W. G., 1966. The potato. 2nd ed. Veenman. Wageningen.
- Harris, P. M., ed., 1978. The potato crop: the scientific basis for improvement. Chapman & Hall. London.
- Pushkarnath, 1976. Potato in subtropics. Orient Longman. New Delhi. Voir aussi: Seed potato production in the subtropical plains of India. *Am. Potato J.* 44: 429–441 (1967).
- Simmonds, N. W., 1971. The potential of potatoes in the tropics. *Trop. Agric. Trin.* 48 (4): 291–299.
- Smith, O., 1968. Potatoes: production, storing, processing. *Avi Publ. Co.* Westport.

7.11 Tableaux

Tableau 7.1. Noms, origine, répartition et utilisation des principaux racines & tubercules.

Nom scientifique	Famille	Noms vernaculaires	Origine	Répartition	Utilisation
<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	Araceae	taro (F, A); old cocoyam (A)	Asie Sud-Est	Régions tropicales, subtropicales et tempérées chaudes, en particulier dans le Pacifique, l'Afrique Occidentale et les Caraïbes.	Cormes grands et petits sont mangés après avoir été bouillis, cuits au four, rôtis, ou frits dans l'huile, et comme fufou. 'Poi' est préparé à Hawaï par trituration du produit pelé et bouilli, fermenté ensuite pour donner une pâte gluante. Jeunes feuilles largement utilisées comme légume. Jeunes pousses parfois blanchies et mangées comme asperge.
<i>Dioscorea</i> spp.	Dioscoreaceae	igname (F); yam (A)	Asie, Afrique, Amérique	Asie, Afrique, région Pacifique, Caraïbes. Au Cameroun, cultivées dans le Sud, Ouest et Nord.	Tubercules pelés peuvent être bouillis, rôtis entiers si petits, ou en morceaux, frits dans l'huile après cuisson partielle dans l'eau. Les ignames sont parfois séchées et réduites ensuite en farine. Des essais ont été faits pour développer des flocons d'ignames déshydratées et des mélanges instantanés d'igname.
<i>D. alata</i> L.		greater yam, ten-months yam (A)	Asie Sud-Est	Asie, Caraïbes	Les tubercules de plusieurs ignames spon-tanées sont mangés en temps de famine. Ils contiennent en général des alcaloïdes qui doivent être éliminés par cuisson ou trempage dans l'eau.
<i>D. bulbifera</i> L.		potato yam (A)	Asie, Afrique	Asie tropicale, Afrique	
<i>D. cayenensis</i> Lam.		yellow (Guinea) yam, twelve-months yam (A)	Afrique Occidentale	Afrique Occidentale, Caraïbes	
<i>D. dumetorum</i> (Kunth) Pax		(African) cluster yam, (African) bitter yam (A)	Afrique	Afrique (Nigéria, Cameroun)	
<i>D. esculenta</i> (Lour.) Burk.		lesser yam (A)	Indo-Chine	Asie tropicale, région Pacifique	Quelques espèces spontanées contiennent des saponines stéroïdes et des corticostéroïdes fournissant ainsi la diosgénine utilisée dans la fabrication des contraceptifs oraux, hormones sexuelles et cortisone.
<i>D. rotundata</i> Poir.		white (Guinea) yam, eight-months yam (A)	Afrique Occidentale	Afrique Occidentale, Caraïbes	
<i>D. trifida</i> L.		cush-cush yam (A)	Amérique Latine	Caraïbes, Amérique Latine septentrionale	

Tableau 7.1. (suite).

Nom scientifique	Famille	Noms vernaculaires	Origine	Répartition	Utilisation
<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	Convolvulaceae	patate douce (F); sweet potato (A)	Amérique tropicale	Régions tropicales, subtropicales et tempérées chaudes, en particulier Asie (Chine). Au Cameroun, un peu partout, mais très cultivées dans certaines régions du Nord.	Les tubercules sont mangés après cuisson dans l'eau, au four, ou frits, parfois les tubercules sont coupés en tranches et séchés au soleil pour produire des cossettes, qui sont écrasées pour donner de la farine (p. ex. en Inde). Aux Etats-Unis les tubercules sont mangés crus, en conserve, congelés ou déshydratés et utilisés dans des produits variés (épississant, purée, aliments pour enfants, etc.). Les pointes tendres et les feuilles sont utilisées comme légume (Afrique, Philippines). Les tiges sont utilisées comme fourrage vert pour le bétail, souvent en ensilage. Les patates douces peuvent être utilisées comme aliments hautement carbohydratés pour le bétail, porcs et volaille, et comme source de féculé et de farine.
<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Euphorbiaceae	manioc (F); cassava (A)	Amérique tropicale	Régions tropicales et subtropicales (entre 25° LN et 25° LS). Principales régions de cultures: Brésil, Afrique (Nigéria, Zaïre), Indonésie, Thaïlande, Inde. Au Cameroun, dans les parties méridionale et occidentale du pays.	Les racines gonflées sont importantes comme aliments et comme source d'hydrates de carbone. Le manioc doux peut être mangé cru après être pelé; dans le manioc amer HCN est éliminé par lavage et cuisson; les racines pelées des deux types peuvent être bouillies et grillées. Des sortes de gâteaux peuvent être préparés en pelant, lavant et râpant les racines

Tableau 7.1. (suite).

Nom scientifique	Famille	Noms vernaculaires	Origine	Répartition	Utilisation
					pour en faire une farine qui est alors séchée. Ils peuvent être cuits à la vapeur ou frits dans l'huile. Des cossettes séchées au soleil ('kokonte') sont consommées après cuisson ou sont écrasées pour donner de la farine. Les feuilles sont consommées en quantités considérables dans certaines parties d'Afrique. Le manioc peut être donné aux animaux, soit cru, bouilli, ou après séchage. Des quantités croissantes de cossettes de manioc séché ou de granulés sont utilisés pour l'alimentation du bétail. Le manioc est une importante source de féculé industrielle.
<i>Solanum tuberosum</i> L.	Solanaceae	pomme de terre (F); Irish potato (A)	Amérique Latine	Régions tropicales, subtropicales et surtout tempérées. Au Cameroun, sur le Haut Plateau de l'Ouest.	Les tubercules sont mangés cuits à l'eau ou au four, sautés et frits, et transformés en une large gamme de produits tels que pommes de terre entières en conserve, chips, flocons déshydratés, poudre ou granulés, salade etc. On peut aussi les utiliser pour l'alimentation du bétail, pour la préparation de féculé, farine, alcool, protéine, germes de pomme de terre et acide citrique.

Tableau 7.1. (suite).

Nom scientifique	Famille	Noms vernaculaires	Origine	Répartition	Utilisation
<i>Xanthoxoma sagittifolium</i> (L.) Schott	Araceae	macabo, chou caraïbe (F); tan(n)ia, new cocoyam (A).	Amérique tropicale	Amérique tropicale, Caraïbes, Afrique Occidentale, région Pacifique. Au Cameroun cultivé dans le Sud et la région occidentale.	Les cornes sont mangées cuites à l'eau ou au four, précuites et frites dans l'huile. En Afrique de l'Ouest, le macabo est préféré au Colocasia pour la confection du fou-fou (ajouté aux ragoûts et soupes). Les tubercules séchés et pelés peuvent être écrasés pour donner une farine. Les jeunes feuilles sont mangées comme légume.

Sources diverses.

Tableau 7.2. Quelques plantes à tubercules d'une importance régionale.

Nom scientifique	Famille	Noms vernaculaires	Structure	Répartition	Observations
<i>Alocasia macrorrhiza</i> (L.) Schott	Araceae	giant taro (A)	plante herbacée, pérenne	Sri Lanka, Asie Sud-Est, Pacifique, autres régions tropicales	
<i>Amorphophallus campanulatus</i> (Roxb.) Blume	Araceae	elephant yam (A)	plante herbacée, pérenne	Asie Sud-Est, Pacifique	
<i>Arracacia xanthorrhiza</i> Bancr.	Umbelliferae	arracacha (Espagnol); Peruvian carrot (A)	plante herbacée, pérenne	Amérique Latine, Mexicaine	Dans des régions d'altitude (Bolivie, Ecuador, Colombie)
<i>Canna edulis</i> Ker.	Cannaceae	arrowroot du Queensland (F); Queensland arrowroot, edible canna (A)	plante herbacée, pérenne	Amérique Latine; aussi en Asie, Australie, au Pacifique	
<i>Coleus esculentus</i> (N.E.Br.) G. Tayl. syn. <i>Coleus dazo</i> A. Chev. <i>Plectranthus esculentus</i> N.E.Br.	Labiatae	Livingstone potato (A); rizga (Haussa)	plante herbacée, annuelle	Afrique Occidentale	Cultivé en région d'altitude de l'Ouest-Cameroun
<i>Cyperus esculentus</i> L.	Cyperaceae	souchet comestible (F); tiger nut (A)	plante herbacée, annuelle	régions tropicales, subtropicales et tempérées chaudes	Cultivé en petites parcelles au Nord-Cameroun
<i>Maranta arundinacea</i> L.	Marantiaceae	arrowroot des Antilles (F); arrowroot (A)	plante herbacée, pérenne	Amérique tropicale, Asie tropicale	
<i>Oxalis tuberosa</i> Mol.	Oxalidaceae	oca (Espagnol)	plante herbacée, annuelle	Amérique Latine	Dans des régions d'altitude de Colombie jusqu'en Bolivie (2 800–4 600 m)

Tableau 7.2. (suite).

Nom scientifique	Famille	Noms vernaculaires	Structure	Répartition	Observations
<i>Pachyrhizus erosus</i> (L.) Urban	Leguminosae	dolique bulbeux (F); Mexican yam bean (A)	plante herbacée, grim- pante, annuelle/pé- renne	régions tropicales, en particulier Mexique	Voir aussi chapitre 9
<i>Psophocarpus tetra- gonolobus</i> (L.) DC.	Leguminosae	haricot ailé, pois carré (F); Goa bean, winged bean (A)	plante herbacée, grim- pante, annuelle/pé- renne	surtout en Asie tropicale	Voir aussi chapitre 9
<i>Solenostemon rotundi- folius</i> (Poir.) J. K. Morton	Labiatae	Haussa potato (A); tu- muku (Hausa)	plante herbacée, an- nuelle	Afrique tropicale, Asie Sud-Est	Cultivé dans le Nord et l'Ouest Cameroun
syn. <i>Colcus dyscenteri- cus</i> (Poir.) A. Chev.					
<i>Sphenostylis stenocar- pa</i> (Hochst. ex Rich.) Harms	Leguminosae	potomme de terre du Mos- si (F); African yam bean (A)	plante herbacée, grim- pante, annuelle/pé- renne	Afrique tropicale, en par- ticulier Afrique Occiden- tale et Centrale	Cultivé dans l'Ouest du Cameroun
<i>Tacca leontopetaloi- des</i> (L.) Kuntze	Taccaceae	arrowroot de Tahiti (F); East Indian arrowroot (A)	plante herbacée, an- nuelle/pérenne	régions tropicales; par- fois cultivée (Pacifique)	Parfois cultivé dans la région de l'Ada- maoua (Nord-Cameroun)
<i>Tropaeolum tubero- sum</i> Ruiz & Pav.	Tropaeolaceae	añu (Espagnol)	plante herbacée, volu- bile, annuelle	Amérique Latine	Dans des régions d'altitude de Colombie jusqu'en Bolivie (environ 3 000 m)
<i>Ullucus tuberosus</i> Cal- das	Basellaceae	ullucu (Espagnol)	plante herbacée, volu- bile, pérenne	Amérique Latine	Dans des régions d'altitude de Colombie jusqu'en Bolivie (2 000–3 000 m)

Sources diverses.

Tableau 7.3. Superficie, production, rendement et principaux pays producteurs et exportateurs de racines & tubercules (1977).

Cultures	Superficie mondiale ($\times 10^6$ ha)	Production mondiale ($\times 10^6$ tonnes)	Rendement (tonnes ha ⁻¹)		Principaux pays producteurs	Principaux pays exportateurs
			Afrique	moyenne maximum mondiale		
Tubercules majeurs	43,575	486,006				
<i>Ipomoea batatas</i>	12,151	102,922	6,108	8,470	Chine, Indonésie, Corée, Brésil	Caraïbes
<i>Manihot esculenta</i>	12,932	117,863	6,585	9,114	Brsil, Nigéria, Zaïre, Indonésie, Inde, Thaïlande	Thaïlande, Indonésie
<i>Solanum tuberosum</i>	18,492	265,221	6,444	14,343	URSS, Pologne, Allemagne (R.F.), France, Etats-Unis	Pays-Bas, France, Italie, Pologne
Tubercules mineurs	3,921	30,190				
<i>Araceae</i> ¹	0,810	4,356	4,845	5,377	Nigéria, Ghana, Côte-d'Ivoire, Cameroun, Hawaii	
<i>Dioscorea</i> spp. ¹	2,073	20,188	10,000	9,740	Afrique Occidentale (Nigéria), Asie Sud-Est, Pacifique, Caraïbes	Ghana
Total des tubercules	47,496	516,196	6,828	10,868		
Autres féculents		22,529				
<i>Metroxylon</i> spp. ²		3				
<i>Musa</i> (ABB)	?	19,529			Papouasie, Irian Barat (Indonésie)	
				75,000	Ouganda, Nigéria, Colombie, Rwanda, Zaïre, Cameroun	

Sources: FAO (1979a).

1. FAO (1974).

2. Flach (1979).

Tableau 7.4. L'importance des tubercules & racines dans le monde (1977).

	Pays en voie de développement			Pays industrialisés			Monde
	Afrique		total				
	$\times 10^3$	%	$\times 10^3$	%	$\times 10^3$	%	
Superficie arable ¹ (ha)	181 294	12.4	790 808	54.1	671 209	45.9	1 462 017
Superficie en tubercules (ha)	11 064	23.3	33 082	69.7	14 414	30.3	47 496
Production de tubercules (tonnes)	75 551	14.6	289 243	56.0	226 953	44.0	516 196
Production par ha (tonnes)	6,828		8,743		15,745		10,868
Superficie en tubercules Superficie arable $\times 100$		6.1		4.2		2.1	3.2

1. Superficie en cultures annuelles et pérennes et en jachère.

Source: FAO (1979a).

Tableau 7.5 Composition chimique de quelques racines & tubercules (par 100 g de partie comestible).

Espèce	Eau (g)	Energie (kJ)	Pro- téines (g)	Li- pides (g)	Glu- cides (g)	Fibre (g)	Cal- cium (mg)	Fer (mg)	Vit. A (U.I.)	Vit. B ₁ (mg)	Vit. B ₂ (mg)	Acide nico- tinique (mg)	Vit. C (mg)	Protéines feuilles (%)
<i>Colocasia esculenta</i>	60-83	475	113	0	26	0.5	25	1.0	0	0.1	0.03	1.0	5	3
<i>Dioscorea</i> spp.	54-84	437	104	0.2	24	0.5	10	1.2	0-200	0.1	0.03	0.4	10	
<i>Ipomoea batatas</i>	60-80	479	114	0.4-2.8	0.3	26	25	1.0	0-4000	0.1	0.04	0.7	30	3.2
<i>Manihot esculenta</i>	49-74	643	153	0.7	0.2	37	25	1.0	0	0.07	0.03	0.7	30	5-7
<i>Solanum tuberosum</i>	70-85	315	75	0	17	0.4	10	0.7	0	0.1	0.03	1.5	5-50	
<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	58-78	559	133	2.0	0.3	31	20	1.0	0	0.1	0.03	0.5	10	2-4

0: trace.

Source: Platt (1971).

Tableau 7.6. Productivité énergétique et protéique de quelques cultures vivrières en Afrique Occidentale.

Culture	Production énergétique ha ⁻¹		Production protéique (kg ha ⁻¹)
	10 ⁶ kJ	10 ⁶ kcal	
Manioc	34,4	8,2	37
Igname	24,0	5,7	107
Patate douce	31,1	7,4	96
Pomme de terre	19,7	4,7	128
Macabo-Taro	18,9	4,5	80
Maïs	13,4	3,2	82
Riz	13,4	3,2	72
Sorgho	10,1	2,4	70
Soja	28,6	6,8	78

Source: Coursey & Booth. Dans: Leakey & Willis (1977).

Tableau 7.7. Voir p. 172.

Tableau 7.8. Mode de croissance des plantes à tubercules.

Culture	Organe récepteur	Durée de la croissance en semaines et en pourcentage du cycle total			
		établissement (1)	développement de l'appareil photosynthétique (2)	développement & achèvement de l'organe de stockage (3) & (4)	total
Aracées	corme (A: corm)	3 semaines	5 semaines	24(?) semaines	32(?) semaines
		9%	16%	70%	100%
<i>Dioscorea</i> spp.	rhizome tubéreux (A: stem tuber)	6 semaines	11 semaines	28 semaines	45 semaines
		13%	24%	62%	100%
<i>Ipomoea batatas</i>	tubercule racinaire (A: root tuber)	1 semaine	4 semaines	18(?) semaines	23(?) semaines
		1%	17%	78%	100%
<i>Manihot esculenta</i>	racine tubéreuse (A: tuberous root)	4 semaines	13 semaines	25(?) semaines	42(?) semaines
		10%	30%	60%	100%
<i>Solanum tuberosum</i>	rhizome tubéreux (A: stem tuber)	2 semaines	3 semaines	8 semaines	13 semaines
		15%	23%	61%	100%

Source: Flach (1979).

Tableau 7.7 Caractéristiques morphologiques des principaux racines & tubercules et leurs cultivars.

Espèce	Cycle	Chromosomes (2n)	Structure	Temps de maturation	Cultivars
<i>Colocasia esculenta</i>	annuel/pérenne	22, 26, 28, 29, 38, 42	plante herbacée, érigée, 1-2 m, à cor- me cylindrique ou globuleux avec des entrenœuds courts et des bourgeons axillaires, à quelques cormelles latéra- les, atteignant 30 cm; feuille peltée, 20-50 cm, à pétiole long enveloppant à sa base élargie l'axe principal; inflo- rescence à pédoncule robuste, spathe 20 cm de longueur, jaune-pâle, spadice cylindrique avec des fleurs femelles à la base, des fleurs mâles au dessus et se terminant par un apex stérile. Beau- coup de cvs ne fleurissent pas.	6-18 mois	Il existe deux groupes de taro: (1) var. <i>antiquorum</i> : eddoe (A) avec un corme relativement petit et plusieurs cor- melles bien développées, qui constituent la principale partie comestible. (2) var. <i>esculenta</i> : dasheen (A) avec un cor- me bien développé constituant la principa- le partie comestible, et quelques petites cormelles. Les cvs se différencient en outre en couleur de la chair, des pétioles et de la nervation, et en acréité des tubercules et des feuilles.
<i>Dioscorea</i> spp.	perénne, an- nuelle en cultu- re	très variables	plantes grimpanes, dioïques, à tuber- cules souterrains, parfois aériens (bul- billes) dans l'aisselle des feuilles (<i>D.</i> <i>bulbifera</i>); tubercule souterrain seul ou en groupe de 2-3, de forme très varia- ble; tige circulaire, parfois ailée (<i>D.</i> <i>alata</i>), lisse ou épineuse, volubile par entroulement dextre ou senestre autour d'un tuteur; feuille ovale et cordée ou palmatilobée, ou composée, p. ex. tri- folioée (<i>D. diuimetorum</i>); inflorescence axillaire avec petites fleurs, fleurs mâ- les abondantes en panicules, fleurs fé- melles en épis; plusieurs cvs fleurissent rarement; fruit: une capsule trilobulair- e à 3 ailes ou fortement angulaire.	(5-8-11 mois Une récolte précé- ce peut être faite dès 5 mois (A: milking) en lais- sant sur place le sommét du tuber- cule et le collet de la plante, qui fournit une deuxième ré- colte (<i>D. cayenen- sis/rotundata</i>).	Il existe une grande variation inter- et in- traspécifique en grosseur, forme et couleur des tubercules. Cvs peuvent être plus ou moins épineux (tubercules, tiges), et varient en forme de feuilles, grosseur et forme de tubercules (globuleux, cylindrique, allongé, aplati, ramifié, 'patte d'éléphant', etc.), couleur et qualité de la chair, durée de la période de dormance, etc.

Tableau 7.7 (suite).

Espèce	Cycle	Chromosomes (2n)	Structure	Temps de maturation	Cultivars
<i>Ipomoea batatas</i>	pérenne, annuelle en culture	90	plante herbacée, avec latex dans toutes ses parties, avec tiges rampantes ou grimpanes, 1-5 m, s'enracinant facile- ment sur les noeuds; tubercules se dé- veloppent par épaississement se- condaire des racines adventives, envi- ron 10 par plante, fusiformes ou glo- buleux, lisses ou munis de côtes, avec peau et chair de couleur blanche, jau- ne, orange, rouge ou pourpre; feuille de forme variable, généralement ovale, entière, trilobée ou profondément di- gitée, verte ou pourpre; fleur en enton- noir, pourpre; fruit: une capsule déhis- cente; graines angulaires, brun-noir.	3-8 mois	Cvs varient en couleur de peau, chair et forme de tubercules, ainsi qu'en caracté- ristiques végétales, profondeur d'enraci- nement, temps de maturation, etc. Parfois cvs sont distingués selon la texture de la chair du tubercule: - cvs à chair sèche et farineuse quand cui- te - cvs à chair tendre, aqueuse et sucrée quand cuite En Afrique Occidentale 3 types de cvs sont distingués: - cvs à tubercules blancs: feuilles lobées, chair blanche et sucrée; à temps de matu- ration long - cvs à tubercules rouges: feuilles entières, cordées, peau rouge, chair crème-blanc - cvs à chair jaune: tubercules petits, sphériques.

Tableau 7.7 (suite).

Espèce	Cycle	Chromosomes Structure (2n)	Temps de maturation	Cultivars
<i>Manihot esculenta</i>	perénne, en culture fréquemment commerciale annuelle ou bisannuelle	36	6–10(–24) mois	Deux catégories de cvs peuvent être distingués: – cvs doux avec pourcentage bas de HCN – cvs amers avec pourcentage élevé de HCN Une autre classification inclut les cvs suivants: – cvs à cycle court: maturation à partir de 6 mois jusqu'à 9–12 mois (souvent le manioc doux) – cvs à cycle long: maturation à partir d'un an jusqu'à 3–4 ans (quelques uns sont amers)
<i>Solanum tuberosum</i>	annuel	48	3–7 mois	Grosseur, forme et couleure des tubercules sont caractéristiques pour chaque cv. Les cvs peuvent être classés selon le temps nécessaire pour la maturation: – cvs précoces (3–3.5 mois) – cvs intermédiaires (4–5 mois) – cvs tardifs (jusqu'à 7 mois) Cvs classés selon le mode d'emploi: – cvs pour la nutrition humaine (bon goût, bonnes qualités de cuisson) – cvs pour l'emploi industriel (pourcentage d'amidon élevé) – cvs pour la nutrition animale

Tableau 7.7 (suite).

Espèce	Cycle	Chromosomes (2n)	Structure	Temps de maturation	Cultivars
<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	annuel	26	<p>plante herbacée, érigée, robuste, atteignant 2 m, à corme en forme de flacon ou fusiforme, avec entrenœuds courts et bourgeons axillaires, avec au moins 10 cormelles latérales, atteignant 10–25 cm, à chair blanche, jaune ou rougeâtre; feuille sagittée, 50–75 cm, à pétiole robuste enveloppant à sa base élargie l'axe principal; inflorescence à pédoncule robuste, spathe 20 cm de largeur, vert pâle ou violet, spadice cylindrique avec fleurs femelles à la base et fleurs mâles au dessus, apex non stérile. Beaucoup de cvs ne fleurissent pas.</p>	(6–)9–12 mois	Les cvs varient principalement en taille de la feuille, éminence des nervures, couleur des pétioles, taille et forme des cormes, et en couleur de chair.

Sources diverses.

Tableau 7.9. Echelle des temps pour le développement de l'indice de superficie foliaire (LAI) chez quelques plantes à tubercules.

Culture	Développement du LAI en semaines et en pourcentage du cycle total de la culture												
	LAI < 1		1 < LAI < 3		LAI < 3		LAI > 3		1 < LAI < 3		LAI < 1		
	sem.	%	sem.	%	sem.	%	sem.	%	sem.	%	sem.	%	
<i>Dioscorea alata</i>	9.0	26.5	8.0	23.5	17.0	50	8.0	23.5	6.5	19.1	2.5	7.4	34.0
<i>D. esculenta</i>	14.0	34.5	4.0	9.9	18.0	44.4	21.5	53.1	1.0	2.5			40.5
<i>D. trifida</i>	17.0	41.6	10.0	24.7	27.0	66.3	6.5	16.0	4.5	11.1	2.5	6.6	40.5
<i>Ipomoea batatas</i>	4.5	17.4	3.5	13.4	8.0	30.8	5.5	21.2	12.5	48.1			26.0
<i>Solanum tuberosum</i> (tropical)	4.0	28.6	1.6	11.4	5.6	40.0	4.0	28.6	4.4	31.4			14.0
<i>S. tuberosum</i> (tempéré)	6.5	29.5	3.5	16.0	10.0	45.5	9.0	40.9	1.5	6.8	1.5	6.8	22.0
<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	6.0	20.0	8.0	6.7	14.0	26.7	12.0	40.0	10.0	13.3	10.0	20.0	36.0

Source: Wilson. Dans: De T. Alvim & Kozlowski, eds. (1977).

Tableau 7.10. Données écologiques des principaux racines & tubercules.

Espèce	Latitude (en °)	Altitude à l'équateur (m)	Température (°C)		Besoins en eau (mm)	Photopériode requisse pour la tubérisa- tion (h)	pH optimal	Sensibilité à la salinité	Tolérance à la sécheresse
			tolérance	optimale					
<i>Colocasia esculenta</i>	30LS-30LN	0-1 800(-2 100)	(15-)	18-25(-27)	24	1 750-2 500	5,5-6,5	faible	aucune
<i>Dioscorea</i> spp. (tropicales)	20LS-20LN	0-1 000(-2 000)	(23-)	26-30(-33)	29	(600-)	(4,0-)	?	moyenne
						1 500(-3 000)	6,5(-7,0)		
<i>Ipomoea batatas</i>	32LS-40LN	0-2 100(-3 000)	(13-)	18-25(-31)	24	500-700	(4,7-)	moyenne/	moyenne/
						(-1 250)	7,7(-8,0)	forte?	forte?
<i>Manihot esculenta</i>	30LS-30LN	0-1 000(-1 400)	(15-)	20-28(-32)	26	(500-)	(4,0-)	moyenne/	forte
						1 500(-2 500)	7,5(-8,0)	forte?	
<i>Solanum tuberosum</i>	40LS-70LN	(400-)	(12-)	15-20(-23)	18	(500-)	(4,4-)	moyenne/	aucune
		1 000-2 000				750	7,0(-7,7)	forte?	
<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	30LS-30LN	0-1 350(-1 500)	13-29		24	(1 000-)	5,5-6,5	faible?	faible?
						1 400-2 000			

1. Sous des conditions tempérées.

Sources diverses.

Tableau 7.11. Données sur la plantation des racines & tubercules.

Culture	Matériel	Méthode	Quantité de plants	Ecartement (cm)	Densité (plantes ha ⁻¹)	Observations
<i>Colocasia esculenta</i>	(1) cormes (morceaux ou entiers) ou cormelles (2) boutures de tiges consistant en base de corne et 15-25 cm inférieurs du pétiole. Taille optimale: 150 g.	(1) culture aquatique: boutures de tiges plantées à 15-25 cm de profondeur dans sol boueux sous lame d'eau de 5-15 cm. (2) culture pluviale: morceaux de cormes ou cormelles plantés dans sillons et recouverts de 5-15 cm de terre.	4 tonnes ha ⁻¹ (60 × 60 cm)	(30-60) × (30-60)	27000-110000	
<i>Dioscorea</i> spp.	(1) petits tubercules (plants d'igname) (2) morceaux de tubercules (couronne, milieu, talon) (3) bulbilles (4) boutures de tiges (5) graines (6) par culture de tissus En général on utilise les éclats coupés sur les tubercules (150-300 g).	(1) les éclats peuvent être plantés à plat (2) les éclats peuvent être plantés dans des tranchées ou des trous (3) les éclats peuvent être plantés sur buttes, billons, ou lits surélevés: méthode la plus utilisée. Buttes variant de 50-100 cm hauteur et de 100-200 cm largeur de base. La partie apicale de l'éclat se trouve à 10 cm sous la surface du sol. En Afrique de l'Ouest les buttes sont "recouvertes" sur leur surface avec un mulch, après la plantation de 1-6 éclats par butte.	2,5 tonnes ha ⁻¹	(120-180) × (60-120)	10000-15000	La plupart des ignames ont une période de dormance dé-finie, mais elle peut être levée par traitement chimique. Les ignames sont généralement cultivées en association avec maïs, courges, poivrons et gombo, mais la culture pure est normale sur les petites parcelles.

Tableau 7.11. (suite).

Culture	Matériel	Méthode	Quantité de plants	Ecartement (cm)	Densité (plantes ha ⁻¹)	Observations
<i>Ipomoea batatas</i>	(1) boutures de tige d'environ 30 cm de long (régions tropicales) (2) germes ou matériel transplanteur issus de tubercules plantés en pépinières (régions subtropicales, tempérées chaudes).	Normalement, plantation sur billons ou buttes. Matériel transplanteur planté sur le champ après 4-6 semaines quand il a 20-30 cm.	Matériel transplanteur: 380-470 kg ha ⁻¹ de tubercules produiront 25000-30000 éclats ha ⁻¹ .	Boutures de tige: 25-30 cm d'écart, en billons 60-75 cm d'écart, ou sur buttes 35-60 cm d'écart avec 1 plant par butte. Matériel transplanteur: 35-40 cm d'écart, sur lignes ayant 90-100 cm de distance entre elles.	15000-40000	Peut être associé à d'autres cultures telles que manioc et haricots communs. Cultivée en général comme annuelle, sauf en terres hautes de Papouasie où leur culture se fait pendant 2-3 ans et où les tubercules individuels sont récoltés lorsque à maturité.
<i>Manihot esculenta</i>	(1) boutures de tige, 25-30 cm de long, avec au moins 3 yeux, prises sur section ligneuse basale ou moyenne d'au moins 10 mois d'âge. (2) boutures de tige greffées avec scion de <i>M. glaziovii</i> (système Mukibat).	Planté le plus souvent à plat, bien que sillons, billons ou buttes soient utilisés aussi. Les boutures de tige sont plantées verticalement à un angle de 30-40°, ou en plat à 10 cm sous la surface du sol.	1-3 tonnes ha ⁻¹	80-100 cm d'écart sur lignes ayant 40-80 cm de distance entre elles. Sur billons: 75 cm entre plants, 120 cm entre billons. Sur buttes: de 30-40 cm de haut, 2 boutures ou plus par butte.	10000-30000	Le manioc est souvent cultivé en association avec des vivrières annuelles.

Tableau 7.11. (suite).

Culture	Matériel	Méthode	Quantité de plants	Ecartement (cm)	Densité (plantes ha ⁻¹)	Observations
<i>Solanum tuberosum</i>	Tubercules, entiers ou coupés, connus comme 'plants', d'au moins 40-45 g. Des plants certifiés doivent être utilisés pour réduire le danger d'infection de maladies (spécialement maladies virales).	Les plants sont généralement plantés en billons à une profondeur de 5-15 cm dans des champs bien labourés.	1,5-2,5 tonnes ha ⁻¹	20-30 cm d'écart sur lignes ayant 50-100 cm de distance entre elles.	15 000-40 000	Les tubercules ont une période de dormance d'au moins 8 semaines après la récolte. La dormance peut être levée en gardant les tubercules à 20-30 °C pendant 30-45 jours, ou par traitement chimique.
<i>Xanthoxoma sagittifolium</i>	(1) cornes ou cornelles (ou morceaux) (2) partie basale du corne Taille optimale: 150 g.	La plantation en billons est recommandée sauf si la récolte est mécanisée. Les cornes ou cornelles sont plantés à 7-10 cm de profondeur, avec le bourgeon de croissance pointant vers le bas. Partie basale du corne avec environ 2,5 cm laissés au-dessus du sol.	2,5-5 tonnes (90 × 90 cm)	90 × 90	12 500 (50 × 50 cm)	Le tannia peut être cultivé en association avec des cultures commerciales.

Sources diverses.

Tableau 7.12. Prélèvement d'éléments fertilisants en kg par tonne de matière sèche de l'organe de stockage.

Culture	N	P	K	Ca	Mg
Aracées	13,5	3,0	23,2	2,2	0,6
<i>Dioscorea</i> spp.	11,6	1,4	15,0	0,3	0,9
<i>Ipomoea batatas</i>	8,8	2,1	11,5	1,4	1,3
<i>Manihot esculenta</i>	4,5	1,5	13,2	1,9	1,1
<i>Solanum tuberosum</i>	15,5	2,4	21,6	?	?

Source: principalement De Blaeu. Dans: Flach (1979).

Tableau 7.13. Incidence des maladies et prédateurs chez quelques racines & tubercules.

Culture	Maladies bactériennes	Maladies fongiques	Maladies virales	Maladies à mycoplasmes	Insectes nuisibles	Nématodes	Insectes des produits stockés	Rongeurs
<i>Colocasia esculenta</i>	-	xx	xx		x	x	xx	xx
<i>Dioscorea</i> spp.	-	xx	xx		xx	xx	xxx	xx
<i>Ipomoea batatas</i>	x	xx	xxx	x	xx	xx	xxx	xx
<i>Manihot esculenta</i>	xxx	xx	xxx	x	xxx	x	xx	xx
<i>Solanum tuberosum</i>	xx	xxx	xxx		xx	xxx	xx	x
<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	x	xx	x		xx	x	xx	xx

Explication: xxx: grave; xx: moyenne; x: légère; -: insignifiante.

Sources diverses.

Tableau 7.14. Maladies et prédateurs des principaux racines & tubercules.

Culture	Maladies	Prédateurs
<i>Colocasia esculenta</i>	<p>– <i>Phytophthora colocasiae</i> Racib.: mildiou (F); leaf blight (A). Symptômes: taches circulaires humides, puis nécrotiques envahissant feuilles et pétioles du taro irrigué. Lutte: chimique, culturale, cvs résistants. Macabo résiste au <i>Phytophthora</i>.</p> <p>– pourritures des cormes (F); corm rots (A): <i>Botryodiplodia theobromae</i> Pat., <i>Fusarium</i> spp., <i>Phytophthora</i> spp., <i>Pythium</i> spp. Symptômes: flétrissement, rabougrissement des plantes, pourriture des cormes. Lutte: chimique, culturale (rotation), cvs résistants.</p> <p>– <i>Corticium rolfsii</i> Curzi: sclerotium rot (A). Symptômes: pourriture des pétioles et des cormes. Lutte: chimique, culturale (rotation, brûlage des plantes infectées).</p> <p>– Dasheen mosaic virus (A). Symptômes de mosaïque près des nervures des feuilles. Lutte: culturale (plants sains), biologique (contrôle de l'insecte-vecteur).</p> <p>– Alomae et Bobone: maladies virales. Symptômes: nécrose, rabougrissement. Lutte: biologique (plants sains).</p>	<p>– <i>Papuana</i> spp.: coléoptères du taro (F); taro beetles (A). Symptômes: flétrissement des plantes, cormes avec des galeries dont résulte une pourriture au stockage. Lutte: chimique.</p> <p>– <i>Aphis gossypii</i> Glov.: puceron du cotonnier (F); cotton aphid (A). Insecte-vecteur du dasheen mosaic virus. Lutte: chimique.</p> <p>– <i>Tarophagus proserpina</i> (Kirk): cicadelle du taro (F); taro leafhopper (A). Insecte-vecteur des maladies virales Alomae et Bobone. Lutte: chimique.</p> <p>– rongeurs</p>
<i>Dioscorea</i> spp.	<p>– <i>Glomerella cingulata</i> (Stonem.) Spauld. & Schr.: anthracnose (F, A). Symptômes: sur les feuilles et tiges taches brunes devenant nécrotiques. Lutte: chimique, culturale (élimination des débris de culture).</p> <p>– cercosporioses (F); leaf spots (A): <i>Cercospora</i> spp. et autres pathogènes fongiques. Symptômes: taches brunes. Lutte: aucune sinon chimique.</p> <p>– pourritures des tubercules (F); tuber rots (A): <i>Botryodiplodia theobromae</i>, <i>Fusarium</i> spp., <i>Penicillium</i> spp. Symptômes variés: pourriture molle, pourriture sèche. Lutte: chimique (traitement des plants), culturale (rotation).</p> <p>– virus de type mosaïque. Lutte: culturale (matériel de plantation sain).</p>	<p>– <i>Scutellonema bradys</i> (Steiner & Le Hew) Andrassy: yam nematode (A). Symptômes: pourriture sèche et superficielle du tubercule, et pourriture molle causée par les fongiques dans des portes d'entrée. Lutte: chimique.</p> <p>– <i>Heteroligus</i> spp.: coléoptères de l'igname (F); yam beetles (A). Symptômes: éclats, plantes et tubercules sont ravagés par les adultes. Lutte: chimique.</p> <p>– <i>Aspidiella hartii</i> (Ckll.): cochenille en écaille (F); yam scale (A). Symptômes: racornissement des tubercules stockés. Lutte: chimique, culturale (matériel de plantation sain).</p> <p>– cochenilles farineuses (F); mealy bugs (A). Symptômes: racornissement des tubercules au stockage. Lutte: chimique, culturale (matériel de plantation sain).</p> <p>– rats, porcs sauvages.</p>

Tableau 7.14. (suite).

Culture	Maladies	Prédateurs
<i>Ipomoea batatas</i>	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Ceratocystis fimbriata</i> Ellis & Halst.: pourriture noire (F); black rot (A). Symptômes: chancres noirâtres sur la base des tiges, pourritures brunâtres sur les tubercules. Lutte: chimique, culturale (matériel de plantation sain). – virus transmis par des pucerons (aphids: A). Symptômes: marbrure foliaire et tubercules à craquelures transversales. Lutte: culturale (matériel de plantation sain), chimique (contre les insectes-vecteurs). – virus transmis par des aleurodes (white flies: A). Symptômes: feuilles marbrées, tachetées, nécrotiques ou chlorosées, tubercules mal formés. Lutte: chimique, culturale. 	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Meloidogyne</i> spp.: nématodes cécido-gènes (F); root-knot nematodes (A). Symptômes: constriction des tubercules. Lutte: culturale (matériel de plantation sain), chimique, immersion en eau chaude, cvs résistants. – <i>Cylas</i> spp.: charançons de la patate douce (F); sweet potato weevil (A). Symptômes: galeries creusées dans les parties souterraines. Lutte: culturale (matériel de plantation sain, rotation), cvs résistants. – <i>Agrius convolvuli</i> (L.): sweet potato hornworm (A). Symptômes: dégâts foliaires. Lutte: culturale, chimique. – rats, porcs sauvages, etc.
<i>Manihot esculenta</i>	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Glomerella manihotis</i> (Sacc.) Petr.: anthracnose (F, A). Symptômes: taches foliaires nécrotiques, chute des feuilles, chancres sur les tiges. Lutte: culturale (boutures saines, plantation en dehors des périodes très humides). – <i>Rigidoporus lignosus</i> (Klotzsch) Imazeki: white root disease, white thread disease (A). Symptômes: pourriture sèche des racines de jeunes plants. Lutte: culturale (rotation, bon drainage). – <i>Xanthomonas manihotis</i> (Arthuad-Berthet & Bondar) Starr: brûlure bactérienne (F); cassava bacterial blight (A). Symptômes: cercosporiose, flétrissement, nécrose racinaire. Maladie très répandue. Lutte: culturale (boutures saines, rotation), cvs résistants. – virus: mosaïque (F); African mosaic disease (A). Symptômes: mosaïque, chlorose et déformation foliaire. Maladie très répandue en Afrique. Lutte: culturale (boutures saines), cvs résistants. 	<ul style="list-style-type: none"> – acariens (F); spider mites (A). Exemples: <i>Mononychellus tanajou</i> (Bondar): green spider mite (A); <i>Tetranychus cinnabarinus</i> (Boisd.): acarien tisserand (F); carmine spider mite (A). Lutte: chimique, biologique. – cochenilles farineuses (F); mealy bugs (A). Exemple: <i>Phenacoccus manihoti</i> Matile-Ferrero. Lutte: culturale (boutures saines), chimique. – aleurodes (F); white flies (A). Exemple: <i>Bemisia tabaci</i> (Genn.): insecte-vecteur de la mosaïque. Lutte: chimique. – thrips (F, A). Lutte: chimique, cvs résistants. – <i>Aonidomytilus albus</i> (Ckll.): cassava stem mussel scab (A). Lutte: culturale (boutures saines), chimique. – termites, rats, porcs sauvages.

Tableau 7.14. (suite).

Culture	Maladies	Prédateurs
<i>Solanum tuberosum</i>	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Bary: mildiou (F); late blight (A). Symptômes: taches brunes foliaires à coalescence rapide. Lutte: chimique, culturale, cvs résistants. – <i>Streptomyces scabies</i> (Thaxter): galle commune (F); common scab (A). Symptômes: taches tuberculaires confluentes. Lutte: culturale (plants sains, sols avec pH ≤ 5). – <i>Pseudomonas solanacearum</i> E. F. Smith: flétrissement bactérien (F); bacterial wilt (A). Symptômes: flétrissement, décoloration brune des tissus vasculaires. Lutte: chimique, culturale (plants sains, rotation), cvs résistants. – virus: enrroulement des feuilles (F); potato leaf-roll (A). Symptômes: feuilles enrroulées en forme de cigare. Lutte: culturale (plants sains). – virus Y, bigarrure de la pomme de terre (F); potato virus Y (A). Symptômes: nécrose généralisée, mosaïque déformante. Lutte: culturale (plants sains). – maladies physiologiques (p. ex. coeur noir de la pomme de terre (F); black heart (A). 	<ul style="list-style-type: none"> – pucerons (F); aphids (A). Exemple: <i>Myzus persicae</i> (Sulz.): insecte-vecteur des maladies virales (enroulement des feuilles, virus Y). Lutte: chimique, culturale (plants exempts de virus). – <i>Gnorimoschema operculella</i> Zell: teigne de pomme de terre (F); potato tuber moth (A). Symptômes: galeries creusées dans les tubercules par des chenilles. Lutte: chimique. – <i>Meloidogyne</i> spp.: nématodes cécido-gènes (F); root-knot nématodes (A). Lutte: chimique, culturale.
<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	<ul style="list-style-type: none"> – pourritures des cormes (F); corm rot (A); <i>Botryodiplodia theobromae</i>, <i>Fusarium</i> spp., <i>Pythium</i> spp. Symptômes: flétrissement, chlorose et nécrose foliaire, pourriture des cormes. Lutte: chimique, culturale, cvs résistants. – <i>Corticium rolfsii</i>: sclerotium rot (A). Symptômes: pourriture des pétioles et des cormes. Lutte: chimique, culturale. – Dasheen mosaic virus. Symptômes de mosaïque près des nervures des feuilles. Lutte: culturale, biologique. 	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Aphis gossypii</i>: puceron (F); cotton aphid (A). Insecte-vecteur du dasheen mosaic virus. Lutte: chimique. – <i>Ligyris ebenus</i> (Degeer): tannia beetle (A). Symptômes: galeries creusées dans les cormes, flétrissement des plantes. Lutte: chimique. – rongeurs.

Sources diverses.

Tableau 7.15. Production globale et pertes après récolte des racines & tubercules.

Culture	Production globale ($\times 10^6$ tonnes)	Pertes après récolte ($\times 10^6$ tonnes)
Aracées	4	1
<i>Dioscorea</i> spp.	19	5
<i>Ipomoea batatas</i>	134	34
<i>Manihot esculenta</i>	105	26

Source: Booth. Dans: Pans Manual no. 4 (1978).

Tableau 7.16. Conditions optimales requises pour le 'curing' des racines & tubercules.

Culture	Température (°C)	Humidité relative (%)	Temps
Aracées	probablement identiques à ce qui est indiqué pour les cultures mentionnées ci-dessous		
<i>Dioscorea</i> spp.	29-32	90-95	4 jours
<i>Ipomoea batatas</i>	30-32	85-90	4-7 jours
<i>Manihot esculenta</i>	30-35	80-85	4-7 jours
<i>Solanum tuberosum</i>	10-15	85-95	1-2 semaines

Sources diverses.

Tableau 7.17. Voir p. 186.

Tableau 7.18. Produits de transformation de quelques racines & tubercules.

Culture	Produits frais en conserve	Produits déshydratés				
		cossettes	flocons	farine	fécule	autres produits
<i>Colocasia esculenta</i>		(+)		+		
<i>Dioscorea</i> spp.		(+)	+	+		
<i>Ipomoea batatas</i>	+	+	+	+	+	
<i>Manihot esculenta</i>		+		+	+	gari, tapioca (fécule partiellement gélatinée), pellets
<i>Solanum tuberosum</i>	+		+	+	+	
<i>Xanthosoma sagittifolium</i>				+		

Sources diverses.

Tableau 7.17. Potentiel de stockage et méthodes de stockage traditionnelles et modernes de quelques cultures tropicales de racines & tubercules.

Culture	Potentiel de stockage	Méthodes de stockage	Observations
<i>Colocasia esculenta</i>	assez bon	traditionnelles	
		modernes	<ul style="list-style-type: none"> - le comportement au stockage varie fortement: les tubercules doivent être gardés secs et exempts de blessures mécaniques. - on laisse aux cormes du taro une partie de la base du pétiole. - les cormes frais du taro peuvent être stockés quelque 2 semaines à la température ambiante, après quoi le corne pourrit.
<i>Dioscorea</i> spp.	bon	<ul style="list-style-type: none"> - granges à ignames (Afrique de l'Ouest) - bâtis surélevés (Pacifique) - tas - fosses: médiocre méthode car la ventilation est insuffisante et l'inspection régulière difficile. 	<ul style="list-style-type: none"> - dans certaines régions, les tubercules sont laissés dans le sol jusqu'à ce qu'on ait besoin. - les tubercules doivent être stockés propres, exempts de blessures mécaniques et bien ventilés. - stockés à des températures au dessous de 12 °C les tubercules sont endommagés par le froid. - les tubercules stockés perdent de 20 à 40% de leur poids sur une période de 6 mois.
		<ul style="list-style-type: none"> - Un bon système de stockage assure que les tubercules sont à l'ombre. Refroidissement (pas en dessous de 12 °C), bonne ventilation, humidité modérée, et protection contre pathogènes fongiques, insectes et rats sont souhaitables. - Meilleure méthode contre la poussée des germes: garder le produit (après 'curing') à 16 °C et une humidité relative de 70%, pendant environ 4 mois. 	

Table 7.17. (suite).

Culture	Potentiel de stockage	Méthodes de stockage	Observations
<i>Ipomoea batatas</i>	assez mauvais	traditionnelles	<ul style="list-style-type: none"> – les tubercules à maturité peuvent être conservés dans le sol pendant 3 mois. – les tubercules sont sujets à endommagement par le froid si stockés entre 0–10 °C.
		modernes	<p>le stockage après 'curing' se fait le mieux à 85–90% d'humidité relative et à 13–16 °C, sous de bonnes conditions de ventilation.</p> <ul style="list-style-type: none"> – stockage en caisses doublées de plastique (à trous) immédiatement après la récolte. L'excès d'humidité après 'curing' doit être éliminé pour éviter la poussée de germes. Garder la température aussi fraîche que possible.
<i>Manihot esculenta</i>	mauvais	traditionnelles	<ul style="list-style-type: none"> – sacs de polyéthylène bien fermés. – caisses: tubercules entourés de sciure humide, de coir ou de feuilles de manioc en tant que matériau de conditionnement: au bout d'un mois 80% environ des tubercules sont encore commercialisables. – un enrobage de cire fongicide peut augmenter la possibilité de stockage d'au moins 16 jours. – la conservation par le froid à 0–2 °C sous une humidité relative de 85–90% peut l'augmenter de plus de 6,5 mois.
		modernes	<ul style="list-style-type: none"> – enfouissement dans la terre, conservation sous eau, enduit de boue ou mise en meules et arrosage quotidien suffisent pour conserver les tubercules quelques jours. – silos souterrains dans les champs: au bout de 4 semaines environ 25% des tubercules ne sont plus commercialisables.

Table 7.17. (suite).

Culture	Potentiel de stockage	Méthodes de stockage	Observations
<i>Solanum tuberosum</i>	médiocre	traditionnelles silos souterrains	modernes le stockage des principales pommes de terre de consommation à des températures d'un peu plus de 4°C, combiné à des inhibiteurs chimiques de la germination, permet leur bonne conservation pendant 6 à 8 mois. le stockage peut s'effectuer avec succès sous des conditions sèches et de bonne ventilation pendant des périodes atteignant 6 mois, sous réserve que les tubercules soient intacts et propres.
<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	assez bon	fosses: le stockage en atmosphère confinée est plus satisfaisant que sur des bâtis dans des huttes bien ventilées.	

Sources diverses.

Tableau 7.19. Objectifs d'amélioration de quelques racines & tubercules tropicaux.

Culture	Objectifs d'amélioration
Aracées	<p>Outre l'amélioration des rendements, l'attention doit porter sur:</p> <ul style="list-style-type: none"> - résistance aux maladies - facilités de mécanisation - croissance précoce et rapide des feuilles, et feuilles ne se renouvelant pas vite
<i>Dioscorea</i> spp.	<p>Outre l'amélioration des rendements, l'attention doit porter sur:</p> <ul style="list-style-type: none"> - tubercules ovoïdes, permettant la récolte mécanisée - possibilité de production sans tuteurage - court cycle de croissance - résistance aux maladies, y compris pourritures des produits stockés - adaptation aux diverses conditions écologiques - haut taux de multiplication - bonne durée de conservation à l'état frais - accroissement de la valeur nutritionnelle (teneur en protéine notamment) - caractéristiques permettant la transformation industrielle
<i>Ipomoea batatas</i>	<p>Outre l'amélioration des rendements, l'attention doit porter sur:</p> <ul style="list-style-type: none"> - maturité précoce - tubercules globuleux sans sillons - tubercules formés à peu de profondeur, pour faciliter la récolte mécanisée - bonne qualité de conservation - résistance aux maladies (virus) et prédateurs - teneurs élevées en vitamines A et C - bonne qualité culinaire et saveur agréable
<i>Manihot esculenta</i>	<p>Outre l'amélioration des rendements, l'attention doit porter sur:</p> <ul style="list-style-type: none"> - racines tubéreuses épaisses ne s'étalant pas, pour faciliter la récolte mécanisée - adaptation à une large gamme de conditions écologiques - résistance aux maladies (mosaïque, flétrissement bactérien et parasites) - temps pour arriver à maturité: une maturation précoce est souhaitable pour les cvs dans certaines régions, dans d'autres il peut être exigé des cvs que les tubercules restent longtemps dans le sol sans se détériorer, en tant que réserve en temps de famine - cvs ayant un indice de récolte élevé - accroissement de la teneur en protéine - teneur en HCN: le manioc doux à basse teneur en HCN est préféré par la plupart des cultivateurs - bonne qualité des tubercules: basse teneur en fibres pour la consommation - pour la production d'amidon une forte teneur en fibres est sans importance.
<i>Solanum tuberosum</i>	<p>Le plus important est d'obtenir des cvs résistants aux maladies et prédateurs. Pour les régions tropicales (basses terres ou à plus d'altitude) on devra sélectionner des cvs d'un bon comportement sous les conditions écologiques régnautes.</p>

Sources diverses.

8 Les oléagineux

E. Westphal & J. D. Ferwerda

8.1 Introduction

8.1.1 Généralités

Les huiles et graisses d'origine végétale Elles sont constituées à partir d'hydrates de carbone synthétisés dans les feuilles des plantes d'où elles migrent vers les organes de stockage, généralement le fruit ou la graine au cours de leur développement. C'est 'in situ' dans l'organe de stockage que sont élaborés les corps gras à partir de divers acides gras saturés et non saturés en association avec l'alcool tri-hydrique, le glycérol, et ils y restent sous cette forme jusqu'à ce que la plante ait à les utiliser pour ses propres besoins.

Les plantes produisent deux sortes d'huile: les huiles grasses et les huiles dites essentielles, volatiles, qui ont une odeur aromatique et dont la composition est tout à fait différente des précédentes.

Les huiles grasses végétales Elles donnent les huiles alimentaires et industrielles, dont la composition chimique est extrêmement variable. Ces différences proviennent de la grande diversité d'acides gras tant saturés ($C_nH_{2n}O_2$) que non saturés qui peuvent être synthétisés par la plante et se combinent au glycérol de diverses façons pour donner des tri-glycérides. Si le glycérol estérifie trois fois le même acide gras, on obtient un triglycéride homogène; si les acides gras d'un glycéride sont de nature différente – situation la plus fréquente – le triglycéride est mixte. Les huiles et graisses sont en dominance composées d'esters de glycérol contenant de l'acide palmitique ($C_{16}H_{32}O_2$) et de l'acide stéarique ($C_{18}H_{36}O_2$). Dans toutes les huiles végétales on constate la présence d'acide linoléique ($C_{18}H_{32}O_2$) avec deux liaisons doubles non conjuguées. L'acide linoléique ($C_{18}H_{30}O_2$) avec trois liaisons doubles non conjuguées est présent en fortes quantités en tant que glycéride dans la graine de lin et l'huile de *Perilla*, et en faibles quantités dans l'huile de soja. On y trouve aussi l'acide arachidonique ($C_{20}H_{32}O_2$) avec quatre liaisons doubles non conjuguées.

On peut distinguer les principaux groupes suivants d'huiles grasses parmi les corps gras d'origine végétale:

1. *Les huiles siccatives*. C'est un groupe d'huiles qui absorbent rapidement l'oxygène lorsqu'elles sont exposées à l'air et sèchent en formant une mince pellicule élastique. Ces huiles réagissent ainsi parce qu'elles contiennent certains acides non saturés en

proportion relativement considérable, sous forme de glycérides mélangées. Leurs acides non saturés sont l'acide linoléique, l'acide linoléique et quelques acides à 3 ou 4 liaisons doubles conjuguées, c'est-à-dire les unes à côté des autres. Les huiles siccatives se répartissent en 3 catégories:

– Celles dans lesquelles l'acide linoléique forme de 40 à 65% des acides totaux et est accompagné d'acide linoléique en moindres proportions. Elles comprennent les huiles de lin, d'hévéa, de chanvre et de soja, et également un groupe qui bien qu'encore peu utilisé techniquement contient 65% ou plus d'acide linoléique dans ses glycérides, et dont les huiles sèchent plus rapidement que l'huile de lin (par exemple les huiles de quelques Labiées comme *Hyptis spicigera* et *Ocimum* spp., et de quelques Euphorbiacées comme *Tetracarpidium conophorum*).

– Celles dans lesquelles l'acide linoléique est généralement absent mais où l'acide linoléique forme environ 70% ou plus de tous les acides gras de glycérides (par exemple les huiles de carthame, tabac, pavot, de la graine de *Guizotia abyssinica* et de quelques tournesols).

– Celles qui contiennent de fortes proportions d'acides conjugués tri-éthanoïdes (par exemple huile d'aleurite) dont les glycérides sont constituées de 70–80% d'acide élaeostéarique conjugué ($C_{18}H_{30}O_2$).

2. *Les huiles semi-siccatives.* C'est un groupe d'huiles que réagissent assez rapidement à l'exposition à l'air, mais ne forment qu'une pellicule molle après une longue période d'exposition. Ces huiles sont constituées de glycérides d'acides divers dont au moins 40–65% d'acide linoléique. De nombreuses parmi elles sont comestibles, d'autres servent en savonnerie et pour l'éclairage. Les huiles des graines de coton, de sésame, de melon et de plusieurs tournesols appartiennent à ce groupe. En font également partie, les huiles contenues dans l'embryon des céréales, comme l'huile de maïs.

3. *Les huiles non-siccatives.* Ce sont celles qui restent fluides à la température ordinaire et ne forment pas de pellicule lorsqu'elles sont exposées à l'air. Elles ne réagissent pas à l'oxygène, ou y réagissent très lentement. Elles sont caractérisées par une forte teneur en acide oléique, l'acide gras le plus saturé de la série oléique. Ce groupe comprend un grand nombre des huiles comestibles importantes, notamment l'huile d'olive et l'huile d'arachide. Elles sont surtout utilisées comme huile de table et huile à friture, ainsi que dans la préparation de la margarine et autres substituts du beurre.

4. *Les graisses.* Ce sont des corps gras végétaux solides tant que la température ne dépasse pas 23 °C. Leur composition est similaire à celle des huiles, mais elles ont tendance à contenir de plus fortes proportions d'acides stéarique et palmitique comme composants des glycérides. Ce groupe inclut l'huile de coco, de palme, de palmiste, le beurre de cacao et de karité.

Le tableau 8.1 renseigne sur les pourcentages des acides gras saturés et non saturés de quelques oléagineux.

La fluidité d'un corps gras est déterminée par la longueur de la chaîne des acides gras (huile d'autant moins fluide que la chaîne est plus longue), par le nombre de doubles liaisons (huile d'autant plus fluide qu'il y a davantage de doubles liaisons), et par la température.

8.1.2 *Espèces, noms, origine et répartition*

Espèces, noms Bien que la présence d'huile dans les plantes comme réserve nutritive soit un phénomène très répandu dans le règne végétal, il n'y a guère qu'une trentaine d'espèces végétales qui sont utilisées pour la production commerciale d'huile. Parmi elles, seules quatorze espèces sont exploitées comme source d'huiles commercialisées, et ce sont elles qui fournissent 90% de la production mondiale d'huile (tableau 8.2).

Outre ces espèces qui produisent la presque totalité des huiles connues sur le marché international, il existe de nombreuses plantes tropicales cultivées à plus petite échelle ou sauvages, dont l'huile est extraite des graines pour la consommation locale (tableau 8.3).

Les principales cultures oléagineuses sont: le soja, le tournesol, le palmier à huile, le colza, l'arachide, le cotonnier, le cocotier, l'olivier, le carthame, le lin, le ricin, le sésame, le maïs et l'aleurite. Font également partie des plantes oléagineuses la babassu (*Orbignia* spp.), *Guizotia abyssinica*, le chanvre (*Cannabis sativa*), et le karité (*Butyrospermum paradoxum* spp. *parkii*).

Certaines plantes oléagineuses ne sont pas cultivées en premier lieu pour l'huile de leurs graines, le coton, le soja et le maïs en étant des exemples, d'autres sont cultivées seulement pour la production d'huile tout en ayant aussi d'autres usages, comme le lin et le chanvre.

Origine et répartition Les principales plantes oléagineuses du monde sont des cultures tropicales; quelques unes sont cultivées dans les régions subtropicales et tempérées, mais la majorité d'entre elles sont des plantes qui ont besoin d'un climat tropical pour être cultivées avec succès. Pour les données sur l'origine et la répartition des cultures on se reportera au tableau 8.2.

8.1.3 *Importance économique, modes de consommation, préparation et utilisation*

Importance économique Les cultures oléagineuses les plus importantes économiquement sont en ordre décroissant: soja, tournesol, palmier à huile, colza, arachide, cotonnier, cocotier et olivier. Voir aussi tableau 8.4.

Modes de consommation Les graines sont souvent utilisées comme ingrédients dans les aliments sans qu'on en extraie l'huile et plusieurs d'entre elles sont consommées sous forme de confiserie et de gâteaux.

Préparation et utilisation L'utilisation des huiles grasses végétales est sous la dépen-

dance de leurs diverses propriétés physiques et chimiques, mais la plus grande partie de la production mondiale d'huile est utilisée dans l'alimentation et la préparation de matières grasses pour la cuisson des aliments.

Les huiles végétales sont également utilisées, dans une moindre mesure, dans la fabrication des peintures, vernis, lubrifiants, ainsi qu'en savonnerie (tableau 8.5).

Le résidu végétal qui reste lorsque le processus d'extraction de l'huile est terminé, forme le tourteau ou la farine, produits souvent très riches en protéines et qui ont de nombreuses utilisations. Un grand nombre de ces tourteaux et farines sont utilisés comme aliments de base du bétail et ont une valeur nutritionnelle élevée. Quelques graines oléagineuses contiennent néanmoins certaines substances toxiques ou dangereuses dont la présence dans les tourteaux rendent ceux-ci impropres à la consommation. Les tourteaux dans ce cas peuvent être utilisés comme engrais azotés.

On se reportera au tableau 8.6 pour les caractéristiques des principaux tourteaux et farines, ainsi que pour leur importance dans le monde.

8.1.4 Composition chimique et valeur nutritionnelle

Le tableau 8.7 résume les informations concernant la composition chimique des oléagineux. Dans le tableau 8.5 sont indiqués le pourcentage d'huile et en particulier le pourcentage en acides saturés et non saturés de ces huiles.

La valeur nutritionnelle des huiles alimentaires dépend surtout du pourcentage des acides gras saturés et non saturés (avec une ou plusieurs doubles liaisons). L'huile de coco et celle de palmiste contiennent en dominance des acides gras saturés. Leur fort pourcentage en acide laurique les rend les plus appropriées à la fabrication de savon à forte mousse. Les huiles de soja, de coton, de tournesol, de maïs et de carthame ont une teneur en acide linoléique très élevée et sont de ce fait les meilleures huiles de table et de friture. L'huile de palme contient une quantité considérable de vitamine A. Son tourteau de palmiste est important comme aliment humain et animal.

L'oxydation des huiles désaturées fait qu'elles deviennent rances, développent des goûts et odeurs désagréables, et perdent de leur saveur. Le rancissement kétonique est le résultat d'une moisissure due à des champignons (*Penicillium*, *Aspergillus*). L'hydrolyse des corps gras a pour résultat l'augmentation des acides gras libérés sous l'action des enzymes (lipase).

Sous l'action de la chaleur, les huiles alimentaires produisent des composés nocifs si la température de chauffage dépasse 190 °C. Dans la fabrication de la margarine, le durcissement des corps gras se fait à des températures toujours inférieures à 200 °C, ce qui est donc sans danger. Par chauffage à des températures au delà de 300 °C, il se forme des composés irritants, comme par exemple l'acroléine ($\text{CH}_2=\text{CH}\cdot\text{CHO}$) qui est probablement cancérigène. A de plus basses températures (90–95 °C) un chauffage prolongé peut provoquer la formation aussi de composés qui lors d'essais sur animaux en laboratoire se sont révélés toxiques, ceci probablement par polymérisation. Certaines huiles telles que l'huile de soja, l'huile de colza et l'huile d'arachide forment déjà des composés nocifs lorsqu'elles sont chauffées à 275 °C.

La graine de coton contient du gossypol qui est toxique à l'état libre pour certains animaux (voir aussi tableau 8.6).

8.2 Botanique

8.2.1 Morphologie

Deux groupes d'oléagineux sont distingués: les cultures annuelles et les cultures pérennes. Pour leurs caractéristiques morphologiques on se reportera au tableau 8.8 (voir aussi figures 8.1 et 8.2, et photographies 8.1–8.4).



Figure 8.1. A gauche: *Brassica juncea*: colza. A droite: *Carthamus tinctorius*: carthame (d'après Hegi, 1918 & 1928).

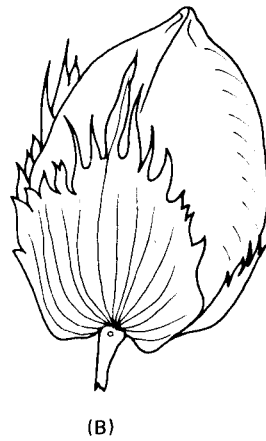
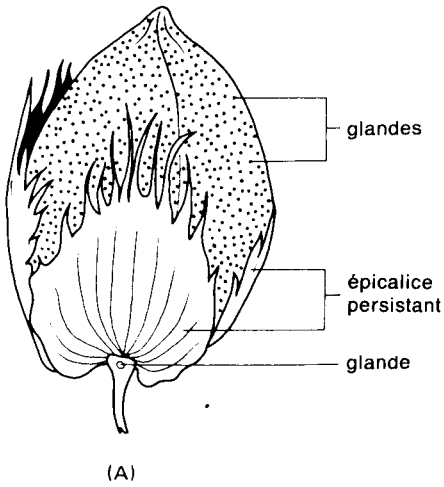
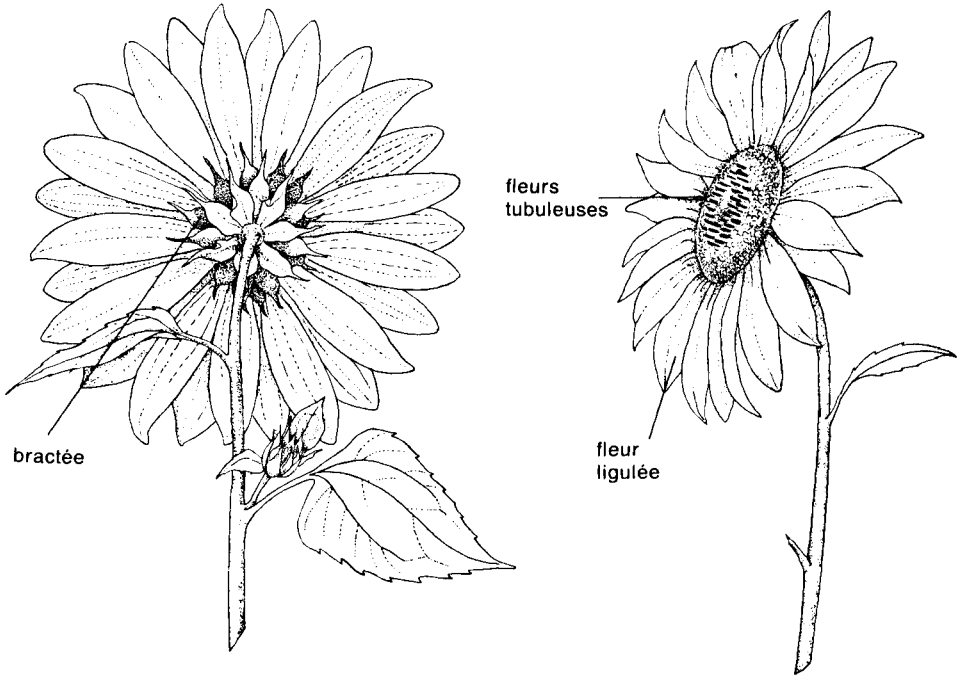


Figure 8.2. En haut: *Helianthus annuus*: tournesol (d'après Heiser, 1976). En dessous: *Gossypium* spp.: coton. (A) fruit de *G. barbadense*; (B) fruit de *G. hirsutum* (d'après Cobley & Steele, 1976).



Photographie 8.1. *Arachis hypogaea*: arachide.



Photographie 8.2. *Sesamum indicum*: sésame.



Photographie 8.3. *Cocos nucifera*: cocotier.



Photographie 8.4. *Elaeis guineensis*: régimes du palmier à huile.

8.2.2 Taxonomie

Les oléagineux les plus importants appartiennent à diverses familles botaniques, parmi lesquelles sont à citer: Compositae (carthame, tournesol), Cruciferae (colza), Euphorbiaceae (aleurite, ricin), Gramineae (maïs), Leguminosae (arachide, soja), Linaceae (lin), Malvaceae (coton), Oleaceae (olivier), Palmae (cocotier, palmier à huile), et Pedaliaceae (sésame). Sur le plan de la production mondiale les Leguminosae prennent la tête avec au moins 16,4 millions de tonnes d'huile, suivies par les Palmae (6,9 millions), les Compositae (4,9 millions), les Cruciferae (3,7 millions) et les Malvaceae (2,9 millions).

8.2.3 Croissance et développement

La diversité des cultures oléagineuses considérées dans ce chapitre oblige à se limiter à quelques cultures pour les aspects de croissance et de développement.

Cultures annuelles Il semble approprié de choisir la culture d'un oléagineux alimentaire relativement peu étudiée, comme celle du sésame.

Les plantules sortent du sol en quelque 3–10 jours. La température optimale pour la germination est de 32°–35° C. Sous conditions optimales, le sésame développe un système racinaire extensif, fortement ramifié, et fibreux. La racine étant nettement pivotante quand la plante est bien établie, elle peut exploiter les couches du sous-sol pour l'alimentation hydrique de la plante. La vitesse de croissance de la racine est souvent plus lente que chez d'autres plantes telles que le sorgho et l'arachide, et en culture associée le sésame peut subir de considérables réductions de rendement par suite de la concurrence des autres plantes. Au stade de plantule, le sésame est fragile et des pluies insuffisantes ou trop abondantes à ce moment peuvent être cause de peuplements très médiocres. Un sol engorgé d'eau, même pendant une période relativement courte, n'est pas toléré.

Le nombre et le type de ramifications est une caractéristique variétale, de même que la hauteur à laquelle se produit la première branche. Certains types n'ont que peu de branches, ou un petit nombre, formées à partir des axilles des feuilles les plus basses. D'autres forment des branches primaires, puis secondaires, jusqu'à un haut niveau sur la tige principale.

La floraison commence environ 60 jours après le semis. Le plus souvent les fleurs sont solitaires. Chez quelques cvs indiens, les fleurs peuvent être solitaires dans les axilles des basses feuilles, mais être au nombre de 2 ou 3 par axille sur la partie supérieure de la tige ou sur les branches les plus hautes. La caractéristique de fleur solitaire prédomine sur celle de 3 fleurs par axille. Les primordia de 3 fleurs sont présents initialement, mais chez la plupart des variétés la fleur centrale se développe seule, les autres se modifiant en nectaires extra-floraux. Normalement, le sésame est une plante autogame, mais la pollinisation par les insectes est un phénomène commun.

La forme et la taille des capsules sont très variables. Le développement maximal

de la capsule est atteint dans les 9 jours suivant la floraison, bien que la croissance se continue jusqu'au 24^{ème} jour. Le maximum de matière sèche a été enregistré 27 jours après la floraison. Les capsules situées près de la base de la tige sont celles qui normalement mûrissent les premières, celles qui se rapprochent le plus du sommet sont les dernières à mûrir. La capsule est déhiscente, s'ouvrant du haut jusqu'en bas le long des septa, ou au moyen de deux pores apicales. En conséquence, si la plante mûre est laissée sur le champ pendant un certain laps de temps avant que la récolte se fasse, une grande partie des graines est perdue par égrenage. La découverte d'un mutant indéhiscent a donné naissance à des variétés indéhiscentes, dont le battage toutefois s'avère difficile et le rendement est moins élevé.

Le temps nécessaire pour parvenir à maturité varie entre 80–180 jours, mais chez la plupart des cvs il se situe entre 100–140 jours.

Cultures pérennes Le palmier à huile est la culture oléagineuse pérenne la plus importante. Au cours de la germination la radicule sort de la graine, puis une projection plumeuse. L'extrémité inférieure du cotylédon reste dans la graine, formant un haustorium. Au bout de quelque 3 mois, l'haustorium a absorbé la totalité de l'endosperme et remplit complètement la cavité de la graine. A ce stade, la plantule a produit 3 feuilles simples et quelques racines adventives. Jusqu'à l'âge de 6 mois, la plantule produit une feuille par mois; ces toutes premières feuilles sont entières; les feuilles suivantes sur les plantules plus âgées (d'environ 6 mois) sont composées, et plus tard les feuilles sont totalement pennées. La fin de la croissance initiale de la plante est marquée par la formation d'un large plateau radiculaire ou bulbe, présentant un seul méristème terminal. Le stipe apparaît à peu près vers 3 ans. Les bases des feuilles adhèrent au stipe pendant au moins 12 années.

Le système radiculaire est relativement superficiel, les principales racines s'étalent latéralement sur des distances considérables et produisent des racines secondaires. Le palmier adulte a une couronne de 40–50 feuilles et produit par an de 20 à 28 feuilles nouvelles.

Le palmier à l'huile commence à fleurir à l'âge de 4–6 ans. A l'aisselle de chaque feuille, il peut apparaître une inflorescence, mais en général elles ne se développent pas dans toutes les aisselles. La période entre la différenciation sexuelle et l'anthèse est d'environ 2 années. L'ordre et la proportion des inflorescences mâles et femelles montre peu de régularité, et un nombre variable d'inflorescences d'un sexe est généralement suivi d'un nombre indéfini d'inflorescences de l'autre sexe. La longueur de la période de production d'inflorescences mâles ou femelles est fortement variable, mais des périodes de 4–5 mois sont les fréquences dominantes, pendant lesquelles 8–10 inflorescences d'un sexe sont produites. Le palmier à huile est allogame.

Le laps de temps entre floraison et récolte de fruits mûrs est de 5–7 mois. Au stade de pleine production, le palmier à huile produit 2–6 régimes par an. Un régime à maturité contient 800–4000 fruits et son poids est de 10–25 kg quand le palmier a atteint l'âge adulte.

8.2.4 Cultivars

Chaque espèce, en particulier les annuelles, connaît de nombreux cvs qu'on s'est efforcé de grouper selon certains caractères. Le tableau 8.8 donne de plus amples informations à ce sujet (voir aussi figure 8.3).

8.3 Ecologie

8.3.1 Facteurs climatologiques (tableau 8.9)

Les possibilités de culture d'oléagineux pérennes sont plus limitées que celles des annuelles. Dans les régions de plus haute latitude, et avec un été suffisamment long et chaud, diverses cultures tropicales annuelles peuvent être faites avec succès (arachide, ricin, sésame). S'il s'agit à l'inverse de plantes provenant de régions tempérées, leur culture est possible sous les tropiques si on dispose d'une période fraîche suffisamment longue (tournesol, carthame, lin). Deux conditions doivent être remplies: suffisamment d'eau (pluie, eau d'irrigation) pendant la période de croissance, et la bonne longueur de jour au début de la période de croissance pour les plantes ou les cvs qui réagissent à un photopériodisme critique (soja, sésame). De plus, pour la pollinisation du tournesol, la présence d'abeilles est indispensable.

Les oléagineux pérennes peuvent évidemment seulement être cultivés si les divers facteurs climatologiques rendent possibles tout au long de l'année une croissance, floraison et fructification normales. Les possibilités de culture de l'olivier et d'*Aleurites fordii* sont en outre restreintes parce que ces oléagineux ont besoin d'une période froide de quelques semaines pour pouvoir donner des fleurs. Cette exigence ne peut être satisfaite à proximité de l'équateur.

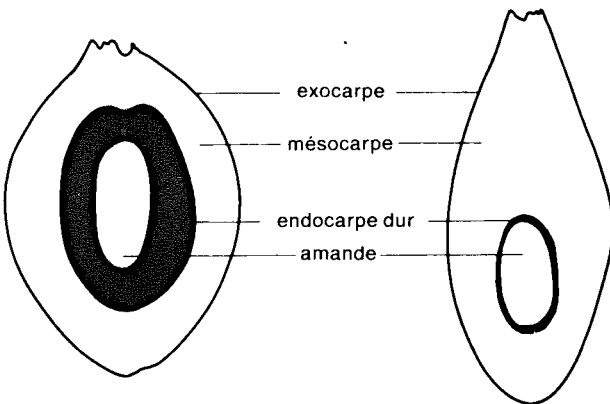


Figure 8.3. *Elaeis guineensis*: palmier à huile. Coupe longitudinale du fruit à endocarpe dur (1 ×): à gauche type Dura à coque épaisse, à droite type Tenera à coque mince (d'après Cobley & Steele, 1976).

8.3.2 Sols

Les oléagineux pérennes demandent un sol qui soit bien drainé sur une profondeur suffisante pendant toute l'année, les annuelles se contentent d'un sol asséché sur une profondeur suffisante pendant leur cycle au champ. Les cultures réussissent le mieux sur les sols moyennement lourds, faiblement acides à légèrement alcalins, et elles supportent mal l'eau stagnante. Il ressort du tableau 8.9 que le ricin a une nette préférence pour les sols acides et l'olivier une nette préférence pour les sols faiblement alcalins; l'arachide montre une très grande tolérance au degré d'acidité. Un critère important est le degré de salinité du sol de surface. A cet égard, les oléagineux présentent de fortes différences en sensibilité.

Le pH optimal est indiqué aussi dans le tableau 8.9.

8.4 Agronomie

8.4.1 Multiplication, préparations de semis/plantation etc., association

Multiplication

1. *Cultures annuelles.* Toutes les cultures oléagineuses annuelles sont multipliées par graines (tableau 8.10).

2. *Cultures pérennes.* Le cocotier et le palmier à huile sont multipliés par graines. La multiplication de l'aleurite se fait par graines ou par greffage, et celle de l'olivier par voie végétative notamment par bouturage (tableau 8.10). La multiplication du palmier à huile et du cocotier est prise ici comme exemple pour décrire les diverses opérations préalables à la mise en place définitive des plants.

Pour le palmier à huile, le matériel de plantation utilisé jusqu'à maintenant pour l'établissement de palmeraies modernes a consisté en hybrides légitimes entre le type *dura* à coque épaisse comme parent femelle et le type *pisifera* sans coque en tant que parent mâle, ce qui assurait une descendance entièrement formée de palmiers à fruit du type *tenera* à coque mince. Le matériel de plantation, communément appelé noix de palme (A: seednut) se compose d'une véritable graine entourée de l'endocarpe dur du fruit. On l'obtient en enlevant le mésocarpe et l'exocarpe du fruit par rouissage ou par des moyens mécaniques. Après un séchage pendant 2-3 jours à l'ombre pour ramener l'humidité à 14-17%, ce matériel peut être conservé à la température ambiante dans des récipients clos pendant un an sans perdre plus de 10% de son pouvoir germinatif initial.

Ces noix de palme hybrides sont produites par des sections spécialisées dans un petit nombre de plantations industrielles et par des instituts de recherche. Pour la germination on les met dans des sacs de polyéthylène et on les expose à des températures de 38-40 °C. Sèches après traitement à la chaleur pendant 30-60 jours les noix de palme germent à la température ambiante après humidification, les noix humidifiées germent déjà pendant le traitement à la chaleur. Les plantules sont généralement cultivées dans

des sacs en polyéthylène remplis de terre et elles sont transférées dans la plantation 12 mois environ après la germination.

En fonction du climat, de la terre utilisée pour remplir les sacs, les pépinières doivent être arrosées, ombragées et fertilisées. Autrefois, les graines germées étaient plantées dans des prépépinières, formées de lits, plateaux, paniers ou sacs. Au bout de 3–4 mois, les plants ayant alors 3 feuilles environ étaient prêts à un second transfert dans une pépinière, ou placés dans des godets ou des sacs de polyéthylène. Après (7–) 10–14 mois, ils étaient prêts à mettre en place dans la plantation.

La seule méthode connue jusqu'ici a donc été la reproduction par graine. Depuis 1974, la multiplication végétative est possible par culture de tissus, mais les détails de cette technique n'ont pas été divulgués jusqu'à présent. Pour le cocotier, la seule méthode pratiquée est la multiplication générative. Exceptionnellement, le marcottage d'un stipe de vieux cocotier peut être employé pour conserver l'arbre parent. La multiplication végétative par culture de tissus donne lieu à des investigations mais n'est pas encore possible. Lorsque le matériel de sélection doit être importé, les cultures stériles d'embryons sont préférables aux noix pour des raisons sanitaires.

La 'graine' (A: seednut) communément appelée noix de coco est un fruit entier qui a atteint sa maturité. L'embryon est dormant pendant quelque six semaines à compter à partir de la récolte. En vue d'améliorer l'uniformité du matériel de plantation, les noix peuvent être mises à germer dans des lits spéciaux en prépépinière. A cette fin elles sont placées horizontalement les unes à côté des autres, le côté du pédicelle des fruits pointant dans la même direction, dans des lits peu profonds et non ombragés, et recouvertes aux deux-tiers environ de terre. Les noix qui commencent à germer (figure 8.4) doivent être transplantées aussi vite que possible dans des pépinières selon un dispositif triangulaire de 60 cm de côté. Les lits des prépépinières et des pépinières doivent être protégés contre le manque d'eau. En outre, les pépinières peuvent avoir besoin de fertilisant et doivent être pourvues d'un paillage. Dans un délai de 5–6 mois après la transplantation en pépinière, les plants ont développé de 4 à 5 feuilles et sont prêts être mis en place dans la cocoteraie.

Préparations de semis/plantation

1. Cultures annuelles. Leur semis peut se faire à la volée ou en lignes. La plupart du temps elles sont cultivées en culture pure et en lignes, mais dans quelques pays elles existent aussi en association ou en culture intercalaire avec d'autres cultures. Les principales différences entre elles tiennent à l'écartement entre les lignes et au nombre de plantes par hectare, différences qui sont en étroite relation avec les dimensions et le mode de croissance de la plante. L'arachide est généralement cultivée sur des billons, pour faciliter la récolte. S'il s'agit du sésame, le sol doit être bien préparé sur une profondeur de 10–20 cm et exempt de mauvaises herbes. Les graines sont souvent mélangées avec de la terre avant le semis afin d'obtenir un épandage égal, et ensuite enfouies par un léger binage.

La plupart des annuelles doivent être semées tôt dans la saison des pluies. Dans les zones de longue saison des pluies, néanmoins, il peut être nécessaire de semer plus

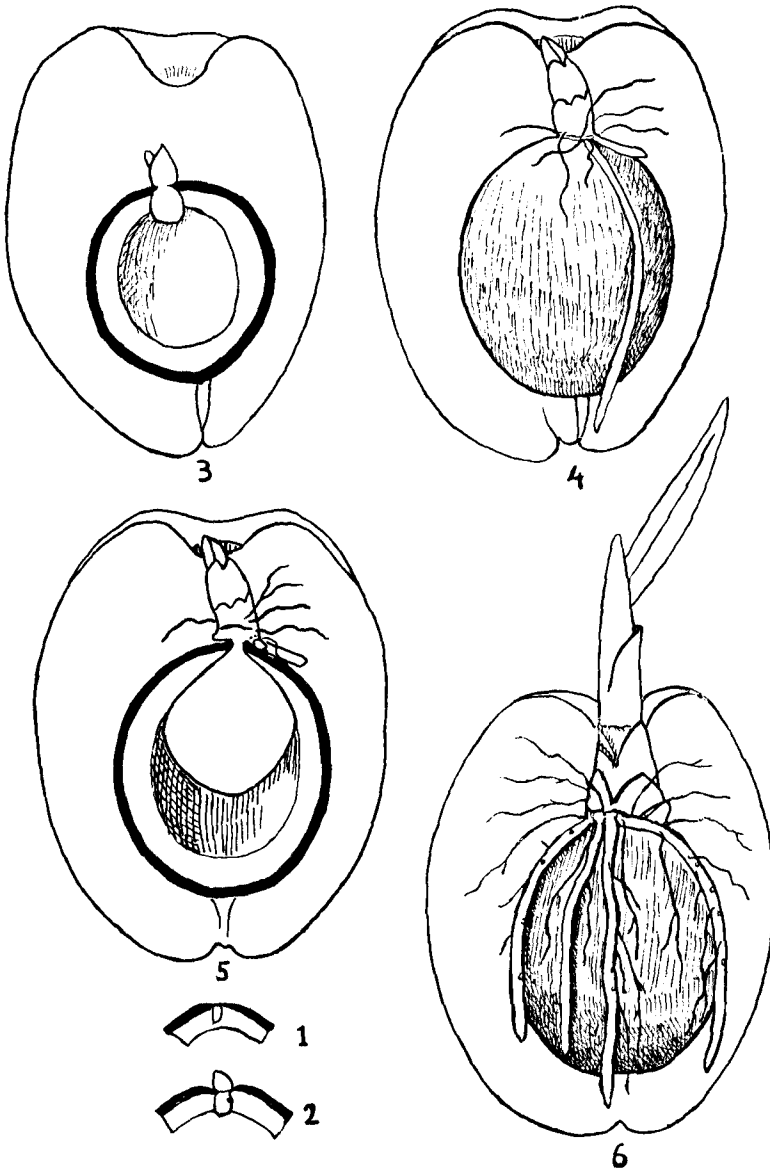


Figure 8.4. Germination de la noix de coco. (1) Embryon d'une noix mûre; (2) 1 mois après la germination; (3) 2 mois après la germination; (4) 4 mois après la germination: le plant sort de la bourre et développe des racines; (5) le même stade que (4) mais en coupe longitudinale: le haustorium remplit à peu près la moitié de la cavité; (6) 5 mois après la germination: apparition de la première feuille (d'après Reyne, dans: Van Hall & Van de Koppel, 1948).

tardivement afin que la maturation et la récolte coïncident avec la période sèche (arachides par exemple). Le semis tardif des arachides a cependant pour inconvénient de rendre plus probable des attaques de rosette et de cercosporiose si des traitements phytosanitaires ne sont pas appliqués.

Pour les données sur la densité, l'écartement et la quantité de semences on se reportera au tableau 8.10.

2. *Cultures pérennes.* Le palmier à huile est traité comme exemple.

– Préparation du terrain. Le terrain choisi pour l'établissement d'une plantation de palmier à huile peut avoir été occupé antérieurement par:

- la forêt vierge ou la forêt secondaire tropicale ombrophile de basses-terres, ou la forêt tropicale sempervirente de basses-terres
- des broussailles et formations graminéennes dérivées des formations précitées si la jachère est trop courte pour la régénération de la forêt
- des cultures annuelles
- d'autres cultures pérennes telles que palmier à huile, cocotier, hévéas, cacaoyers et caféiers robusta.

Le terrain couvert par la forêt ou les buissons doit être défriché en abattant et en brûlant la végétation. Cette opération peut être plus ou moins mécanisée. L'enlèvement des souches n'est pas une condition déterminante pour la bonne croissance et le développement des palmiers, mais facilite la mécanisation de l'entretien de la plantation et le transport des régimes de fruits. L'extirpation des Graminées nuisibles, *Imperata cylindrica* incluse, se fait le mieux, le plus économiquement et le plus rapidement par une série de passages à la charrue à disque et à la herse, complétée si besoin est par des traitements ponctuels avec un herbicide adéquat.

Des cultures annuelles poussant sur des jachères récemment défrichées peuvent être associées aux cultures pérennes et prendre la place de la jachère naturelle. S'il s'agit d'un terrain déjà occupé par des cultures pérennes, il faut enlever toute la culture existante par défrichage mécanique ou par emploi de phytocides adéquats avant de replanter. Le brûlage peut être nécessaire pour des raisons sanitaires, par exemple pour détruire les souches des vieux cocotiers et palmiers à huile afin d'éviter l'infection des jeunes arbres par *Ganoderma* sp. qui cause la pourriture du tronc.

Selon l'érodabilité du sol et le pouvoir érosif des pluies, des travaux de conservation des sols doivent être exécutés. Tout le terrain doit être protégé par une plante de couverture permanente le plus tôt possible, par un mélange par exemple de légumineuses rampantes dont l'action est bien confirmée telles que *Pueraria phaseoloides*, *Calopogonium mucunoides* et *Centrosema pubescens*.

– La mise en place des plants. La densité optimale de plantation dépend du sol et du climat. Les densités les plus élevées sont préconisées pour les sols les plus pauvres et pour les climats les plus humides, les densités les plus faibles pour les meilleurs sols et les climats les plus secs. Sous des conditions moyennes, 160 palmiers ha⁻¹ (8,5 × 8,5 m en dispositif triangulaire) donneront les rendements cumulés les plus élevés. Le dispositif de plantation en triangle est supérieur au dispositif rectangulaire. La

trouaison effectuée immédiatement avant la plantation donne les meilleurs résultats et il est inutile dans la plupart des cas de donner aux trous de beaucoup plus grandes dimensions que celles requises pour recevoir la motte de terre contenant les racines. Il n'a pas été démontré que l'application de fertilisant dans le trou de plantation soit bénéfique. Un mulch végétal (paillis) autour du jeune palmier protège le sol contre une trop forte chaleur et le dessèchement.

– Les palmeraies semi-naturelles. Des peuplements naturels de palmiers peuvent se former sur des jardins de case et des champs abandonnés (culture itinérante) quand les anciens habitants ont laissé un grand nombre de fruits viables. Quelques palmiers poussent dans les jardins de case, mais les habitants en détruisent un grand nombre au cours de l'entretien du jardin. Les palmiers sont plantés seulement quand on en dispose en nombre insuffisant pour fournir assez d'huile et de vin pour les besoins. Quelques palmiers poussent sur les champs cultivés mais beaucoup d'entre eux seront endommagés par le feu et l'élagage.

Dans certaines parties d'Afrique, la réhabilitation et l'amélioration des palmeraies naturelles sont effectuées en remplaçant les palmiers des vieux peuplements par des palmiers de meilleur rendement, tout en gardant encore une partie de l'ancien peuplement pendant un certain nombre d'années. Le palmier pousse si spontanément et abondamment dans l'Afrique Occidentale que dans le passé il a été rarement cultivé dans des plantations spéciales.

Avec l'introduction de cultivars améliorés et de production plus précoce, s'accroît le nombre de cultivateurs qui utilisent le système de plantation dont le succès a été total en Malaisie, Indonésie et Zaïre.

Association

1. *Cultures annuelles.* Les cultures annuelles oléagineuses sont souvent pratiquées en association avec d'autres cultures telles que céréales (maïs, sorgho, éleusine) ou cotonnier (avec soja). L'arachide par exemple peut être associée au maïs ou au sorgho, ou même au ricin ou au soja. En agriculture de subsistance, et en partie en agriculture commercialisée, le sésame est souvent cultivé soit sur les diguettes des rizières irriguées soit en bordure des champs de cultures en sec, ou bien en culture associée (avec maïs ou sorgho par exemple). Dans tous ces cas, ce sont les exigences de la culture principale qui déterminent l'entretien et la fertilisation du champ.

2. *Cultures pérennes.* L'association du palmier à huile avec des cultures vivrières (maïs, manioc, igname, taro ou bananier) est généralement pratiquée pendant une période de trois années après le défrichement de la forêt, sans que cela ait un effet nuisible sur les années suivantes. Lorsque les palmiers sont plantés sur un terrain antérieurement utilisé pour des cultures vivrières, une fertilisation adéquate des palmiers et des cultures associées est nécessaire.

Dans les cocoteraies, des cultures dérobées sont souvent plantées tant que la plantation n'est pas entrée en production: elles comprennent manioc, patates douces, maïs, éleusine, riz et autres vivrières. Ces cultures ne doivent pas être plantées à moins de

2 m de distance des cocotiers et doivent recevoir du fertilisant si possible afin de ne pas diminuer la fertilité de la cocoteraie. L'association avec des bananiers et des ananas est pratiquée dans quelques régions. Les cocotiers peuvent aussi être cultivés en culture mixte avec des cultures arboricoles telles que cacaoyer, hévéa, manguiers, anacardier, arbre à pain et agrumes, mais ceci n'est généralement pas à conseiller si on ne veut pas que les rendements diminuent fortement. Dans les cocoteraies de haute taille la densité de plantation permet alors au soleil de pénétrer le dais formé par les palmiers, ce qui rend intéressante la possibilité de culture associée. La culture associée diminue le rendement si l'approvisionnement en eau est un facteur limitant et si une fertilisation adéquate n'est pas appliquée. Dans certaines circonstances, un moindre rendement du cocotier est toléré parce que la culture associée ou le pâturage est d'une plus grande rentabilité. Dans les zones humides, il est possible de pratiquer l'association de Graminées de pâturage sans diminuer sensiblement les rendements du cocotier sous réserve d'apports de fertilisants supplémentaires.

La durée de vie d'un cocotier peut être divisée en 3 phases distinctes du point de vue de la culture associée. La première phase va de la mise en place définitive au développement complet de la cime vers les 8 ans d'âge. Pendant cette période le dais formé par la cime s'accroît graduellement, et l'espace libre entre les arbres peut être utilisé pour la culture d'annuelles ou autres cultures de cycle relativement court qui n'entrent pas en concurrence avec les cocotiers en cours de développement. La période allant de 8 à 25 ans d'âge du cocotier est la deuxième phase, lorsque l'ombre portée par le dais des arbres couvre environ 80% du sol, (figure 8.5), et que ce dais est situé assez bas par suite de l'élongation encore faible des troncs. Il y a peu d'espace, ou aucun, qui, entre les arbres, puisse convenir à d'autres cultures pendant cette période. Lorsque le cocotier atteint environ 25 ans, il se produit une augmentation graduelle de la pénétration de la lumière vers le sol, une diminution de la partie de sol sous ombrage, et une augmentation de la hauteur des troncs. Cette période est la plus importante du point de vue des possibilités d'association (culture mixte, cultures intercalaires). Non seulement l'orientation du dais formé par les espèces associées selon leurs positions différentes est importante, mais aussi la distribution des systèmes d'enracinement dans le sol. Une représentation schématique de la répartition horizontale des racines dans une association de cultures aux étages multiples avec le cocotier est donnée sur la figure 8.6. Ce système n'est possible que sous conditions d'irrigation et exige en outre la disponibilité d'intrants adéquats et fournis en temps ainsi qu'une compétence et un savoir-faire suffisants de la part des cultivateurs.

8.4.2 *Phytotechnie*

Cultures annuelles

1. *Sarclage*. Il est important que le sarclage soit effectué régulièrement. Le sésame, par exemple, reçoit souvent peu de soins après le semis, mais on devrait l'éclaircir et le sarcler au début de sa croissance. Il pousse d'abord lentement et tolère fort mal

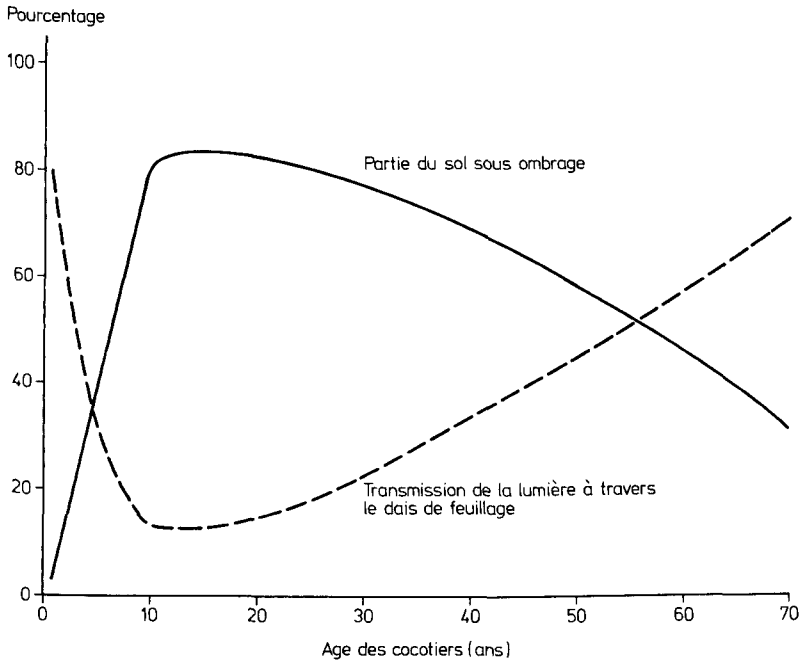


Figure 8.5. Partie du sol ombragée par les dais des cocotiers selon les divers groupes d'âge (d'après Nelliati et al., 1974).

la concurrence des mauvaises herbes dans son stade juvénile. Une lutte efficace contre les mauvaises herbes est donc de toute importance. L'arachide est une autre culture dont le sarclage devrait être intégral au cours des premiers stades de croissance. Le sarclage après la floraison (au stade d'âge d'environ 8 semaines) doit être évité ou être effectué à la main, car autrement il y a interférence avec la croissance des gynophores. Parfois le pied de la plante se trouve enterré pendant les premiers stades de croissance de sorte que les fleurs poussent sous terre. Si les mauvaises herbes deviennent envahissantes, la récolte devient difficile.

Le mode de croissance du carthame le rend très sensible à la concurrence des mauvaises herbes. Après son émergence, la plante reste au stade de rosette pendant une période qui varie de deux semaines à même plusieurs mois, et c'est pendant cette période, avant l'élongation de la tige, que le sarclage est le plus important. Le tournesol est entre autres sensible à la concurrence des mauvaises herbes pendant les premières semaines qui suivent l'émergence. Quand la plante atteint environ 1 m de hauteur, l'ombre supprime la pousse des adventives.

2. *Fixation de l'azote atmosphérique.* Dans le développement de l'arachide et du soja la fixation d'azote atmosphérique par le *Rhizobium* dans des nodules sur les racines de ces cultures est un aspect important qui sera repris dans le paragraphe 9.4.2.

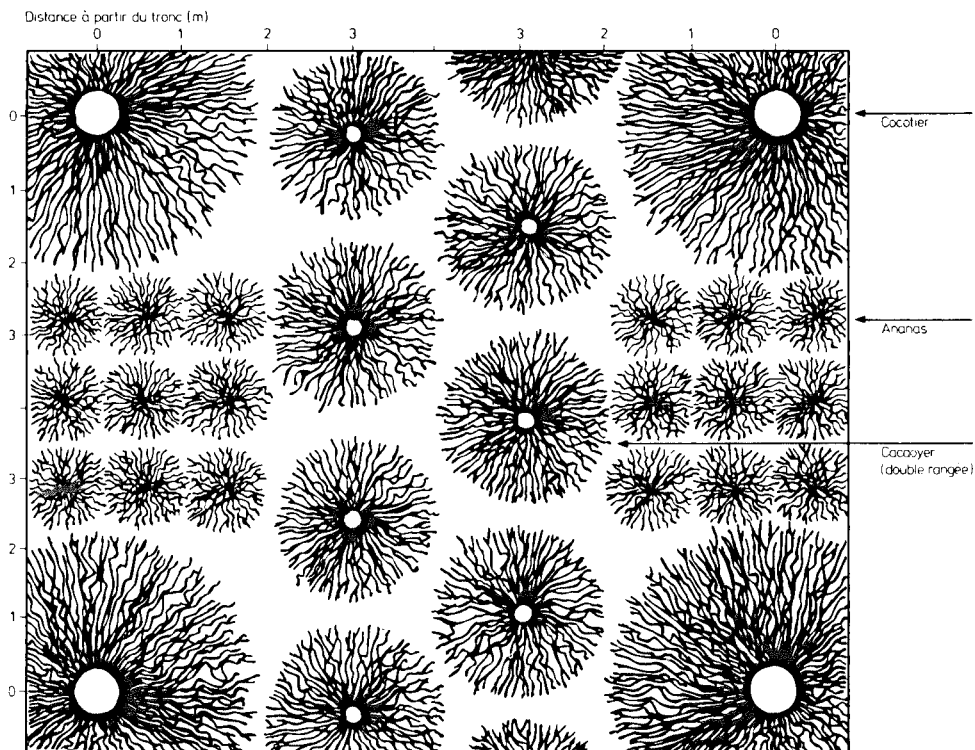


Figure 8.6. Représentation schématique de la distribution horizontale des racines dans une association de cultures aux étages multiples (d'après Nelliati et al., 1974).

Le soja, par exemple, a besoin d'être inoculé avec une culture commerciale de bactéries fixatrices d'azote (*Rhizobium japonicum*), à moins que ces bactéries soient déjà présentes dans le sol, où elles persistent quelque temps. Des inoculants provenant d'autres légumineuses ne sont pas effectifs en général sur le soja. En l'absence de nodulations, le soja exige un fertilisant azoté pour donner de hauts rendements. Procéder à une nouvelle inoculation des graines après une rotation est une excellente pratique, étant donné que la population bactérienne dans le sol diminue assez rapidement quand le terrain n'est plus sous culture de soja. Lors de traitements aux fongicides, pesticides ou herbicides, il faut garder présent à l'esprit que ces substances agro-chimiques ne sont pas seulement toxiques dans les cultures de rhizobia mais en outre diminuent la nodulation existante. S'il est indispensable de traiter les semences avec des substances agro-chimiques toxiques, les rhizobia doivent être spatialement séparés au moyen d'une inoculation directe dans le sol ou sur la graine auparavant enrobée d'acétate de polyvinyle.

3. *Fumure*. Arachide et soja doivent de préférence être cultivés en rotation avec des

cultures qui reçoivent une fertilisation de niveau relativement élevé, étant donné que les meilleurs résultats sont souvent obtenus lorsqu'une ample quantité de fertilisant a été appliquée à une précédente culture plutôt que directement à la légumineuse qui suit. Pour un bon démarrage de la culture, on recommande seulement une légère application de N de 20–30 kg ha⁻¹. Les sols acides doivent être chaulés pour obtenir un pH de l'ordre de 5,8–7,0. Pour le soja, les problèmes de fertilisation concernent en tout premier lieu le maintien d'apports adéquats de P, K, et Ca. Chez l'arachide les matières nutritives sont alors absorbées tant par les gynophores et les fruits en développement que par les racines.

Quant au sésame, on lui apporte probablement moins de fertilisants qu'à un grand nombre d'autres cultures tropicales, mais ceci est le plus souvent davantage dû aux techniques culturales employées qu'à l'impossibilité de la plante d'utiliser efficacement des apports de substances nutritives. De plus, les variétés locales de sésame sont souvent extrêmement bien adaptées aux conditions spécifiques locales. Le fertilisant le plus fréquemment utilisé dans les cultures de subsistance est organique: fumier animal de diverses provenances, déchets ménagers ou résidus de cultures antérieures. L'application de fertilisant chimique est rare pour le sésame, le résultat étant que relativement peu de travaux pratiques ont été effectués sur ses besoins en fertilisants.

Les prélèvements d'éléments fertilisants par quelques cultures oléagineuses sont donnés sur le tableau 8.11.

4. *Irrigation.* Pour toutes les cultures annuelles oléagineuses, l'irrigation est pratiquée dans une certaine mesure, spécialement dans les régions sèches. Le sésame et le carthame sont sujets aux pourritures des racines et aux maladies foliaires d'origine fongique causées par un excès d'humidité ou un engorgement du sol; la méthode d'irrigation choisie doit donc permettre de minimiser leur incidence. Quand cela est possible, une profonde irrigation précédant la plantation est une des façons les plus efficaces d'assurer à la croissance de la plante l'humidité dont elle a besoin.

Le colza et la moutarde ayant un système racinaire assez superficiel (60–80 cm) ils ne peuvent normalement survivre au moyen de l'eau emmagasinée dans le sol au moment du semis, mais doivent recevoir un complément de pluie ou d'irrigation pendant leur cycle de croissance. En Inde, ils ne sont irrigués que s'ils sont semés en mélange avec d'autres cultures comme l'orge et le blé.

La production de soja dans les zones arides et semi-arides des Etats-Unis, par exemple, est presque entièrement sous la dépendance de l'irrigation.

5. *Mécanisation.* Dans les cultures paysannes, la mécanisation joue un rôle modeste. Néanmoins, lorsque des cultures telles qu'arachide, soja, sésame, carthame sont pratiquées à plus grande échelle, dans des périmètres d'irrigation notamment, la mécanisation prend de l'importance. La facilité avec laquelle la culture du soja peut être mécanisée à tous ses stades est une des raisons de l'énorme accroissement de cette culture aux Etats-Unis. La mécanisation du semis et de l'entretien réduit sensiblement les coûts de production, les avantages étant un moindre taux de semences, des rendements plus

élevés, une meilleure qualité des graines, un plus bas pourcentage de verse et une maîtrise plus complète des mauvaises herbes. Presque toute la superficie de soja dans l'Amérique du Nord est plantée, entretenue et récoltée mécaniquement.

6. *Rotations.* Des cultures légumineuses telles qu'arachide et soja tiennent une place importante dans les successions culturales avec les céréales. On se reportera au paragraphe 9.4.2 pour plus de détails. L'arachide est souvent cultivée en rotation avec le maïs, le sorgho, le coton, le tabac et elle est généralement introduite tard dans la rotation. Si elle se succède plus d'une fois dans la même rotation, la mosaïque et les cercosporioses sont des maladies qui se répandent alors rapidement. Le soja est cultivé en rotation avec le riz dans certaines régions d'Extrême-Orient, avec le sorgho et les mils en Mandchourie, et généralement avec le maïs aux Etats-Unis. Le sésame est souvent cultivé comme troisième ou quatrième et dernière culture dans la rotation dans le Nord du Nigéria, fréquemment après l'igname ou le sorgho, mais aussi à la suite de maïs, arachide, cotonnier, mil, ou haricots. Exceptionnellement il apparaît plus tôt dans les successions culturales. En Inde, le sésame suit souvent le riz, soit comme culture pure ou en combinaison avec le pois d'Angole. Une combinaison riz-sésame donne de bons résultats dans les régions de production de riz pluvial.

Cultures pérennes Les cultures prises en considération seront le palmier à huile et le cocotier.

1. *Soins après la plantation.* Il est essentiel pour les jeunes palmiers de recevoir les soins nécessaires pendant leurs premières 4–6 années, ceci représentant la période la plus importante et la plus critique pour leur développement. Les vides doivent être regarnis aussi rapidement que possible, et les plants mal venus être remplacés. Si possible, les nouveaux plants mis en place seront du même âge que le peuplement initial. Les jeunes palmiers doivent être protégés contre le bétail.

2. *Eclaircissage.* L'écartement entre les jeunes palmiers à huile a peu d'importance étant donné qu'il n'y a pas encore de concurrence entre eux pour la lumière et les éléments nutritifs. De hautes densités donnent de plus hauts rendements au début, mais de bas rendements par hectare plus tard. L'éclaircissage, si on l'effectue, doit être fait nettement avant qu'une sérieuse chute des rendements se soit fait sentir.

3. *Taille et nettoyage.* La seule taille requise par les jeunes palmiers à huile est l'enlèvement des feuilles mortes, pour des raisons sanitaires. Le bénéfice de la suppression des jeunes inflorescences dans le but d'amélioration de la croissance et de la productivité future n'a pas été prouvé, il reste incertain et non généralisé.

On procède communément à un nettoyage annuel de la palmeraie, en enlevant outre les feuilles mortes, les épiphytes qui poussent sur la base des anciennes feuilles. Ceci facilite la récolte et peut aider à éviter dans une certaine mesure la diffusion des maladies et des ennemis des cultures. Il faut le plus possible éviter d'enlever des feuilles

vertes étant donné qu'il se produit une sérieuse réduction du rendement si on laisse moins de 40 feuilles sur le palmier.

Pour le cocotier, contrairement au palmier à huile, il n'y a pas besoin de taille des feuilles; les régimes de fruits peuvent être enlevés sans qu'il soit besoin de couper des feuilles, et les feuilles mortes tombent d'elles-mêmes, laissant un stipe lisse sur lequel il ne pousse pas d'épiphytes, ou peu.

4. *Sarclage*. Les jeunes palmiers à huile doivent être protégés contre l'envahissement par les mauvaises herbes ou par la plante de couverture. On le fait en conservant autour de chaque palmier un rond intégralement sarclé qui, d'un rayon de 1 m après la plantation, s'étend graduellement sur un rayon de 1,5–2 m lorsque le stipe a commencé son développement. De plus, des sentiers débarrassés de toute mauvaise herbe entre les rangées jumelées facilitent la fertilisation et les traitements phytosanitaires. L'usage courant actuellement est d'utiliser des herbicides de contact qui se désagrègent dans le sol, tant pour le sarclage du cercle autour de l'arbre que pour les sentiers. Un fauchage à intervalles réguliers est également efficace toutefois, et peut être préférable au risque d'emploi de substances toxiques. La principale utilité du sarclage des ronds et des sentiers dans les plantations en production est de faciliter la récolte. Les régimes dont les fruits sont mûrs peuvent être aisément identifiés si leurs fruits se détachent et tombent dans un rond bien propre, et ce même rond sert de point de collecte des régimes récoltés.

Pour les jeunes cocotiers plantés en culture pure, la protection contre l'envahissement par les mauvaises herbes ou la plante de couverture se fait de la façon décrite pour le palmier à huile. Les fruits mûrs pouvant être facilement identifiés sur l'arbre, les cercles intégralement sarclés autour de l'arbre ne sont pas nécessaires dans les plantations en production. Une pulvérisation ou une simple coupe de l'herbe, avant chaque passage effectué pour la récolte, suffit pour faciliter la récolte et éviter toute concurrence nuisible à l'arbre.

5. *Paillage*. Autour des jeunes palmiers à huile et des cocotiers immédiatement après leur plantation le paillage est recommandé. Il peut être fait en se servant de déchets de régimes, d'herbes provenant de la végétation naturelle ou de la plante de couverture, ou de vieux sacs de polyéthylène percés de petits trous. L'enveloppe fibreuse (coïr) des noix de coco est riche en potasse et peut être appliquée comme paillage autour des cocotiers ou enterrée dans des tranchées. On peut aussi les brûler et appliquer les cendres.

6. *Fumure*. La fertilisation est d'un usage courant dans les palmeraies industrielles. Les experts peuvent identifier les carences nutritionnelles en examinant les symptômes externes, les résultats de l'analyse foliaire, et, dans une moindre mesure, les résultats des analyses de sols, par rapport aux résultats des essais de fumure. Le palmier à huile n'est pas une culture épuisante. Il se fait un recyclage continu des éléments nutritifs contenus dans les feuilles, les inflorescences mâles et les racines, et d'autres part les

déchets des régimes de fruits peuvent être récupérés par le sol sous forme de matériel de paillage. Les fibres et coques obtenues après que l'huile a été extraite du fruit servent de combustible pour les chaudières de l'huilerie, mais les cendres peuvent être rendues au sol. Les éléments nutritifs immobilisés dans le stipe sont cependant perdus pendant toute la durée économique de vie de la plantation, et doivent être remplacés en temps voulu si le sol est carencé. Une identification précoce des carences est de toute importance, étant donné que le sexe des inflorescences et en conséquence le nombre de régimes de fruits est déterminé quelque deux ans avant l'anthèse. Pour le cocotier, les principes généraux de fertilisation sont identiques à ceux du palmier à huile. Le nombre de fleurs femelles dans une inflorescence donnée étant déterminé 11–12 mois avant l'anthèse, et le fruit prenant 12–13 mois pour se développer, les carences nutritionnelles doivent donc être identifiées suffisamment à temps.

Le tableau 8.11 renseigne sur les prélèvements nutritifs effectués par hectare par le produit récolté.

L'analyse foliaire aux fins de diagnostic s'est avérée particulièrement utile pour les cultures pérennes du fait que leur croissance est relativement lente, qu'elles peuvent fournir pour l'analyse un matériel foliaire aisément défini et standard, et que leur réponse aux fertilisants demande en tous cas beaucoup plus de temps pour être connue que celle des cultures annuelles. Un des dangers de se fier exclusivement au diagnostic foliaire est qu'il peut ne pas montrer suffisamment à temps l'appauvrissement du sol qui se produit par suite de médiocres pratiques culturales ou pour d'autres raisons. Dans une culture comme celle du palmier à huile, déceler les modifications du sol peut être un facteur important pour assurer une croissance satisfaisante et de bons rendements dans les cycles futurs. Pour chaque ensemble de conditions écologiques, les niveaux indicatifs des éléments nutritifs trouvés dans les feuilles doivent être corrélés aux résultats des essais de fertilisants. Faute d'être faites sur ces bases, des déductions à partir des données d'analyses foliaires risquent d'être entachées d'erreur. Les niveaux indicatifs pour le cocotier et le palmier à huile sont donnés sur le tableau 8.11.

7. Irrigation. Sauf les pépinières, qui sont arrosées, l'irrigation n'est généralement pas pratiquée dans les plantations de palmiers à huile étant donné qu'elles sont situées dans des régions de climats humides, ne présentant pas ou peu de déficit en eau pendant les périodes les plus sèches. En revanche, si des périodes de déficit en eau se produisent, les résultats de l'irrigation peuvent alors être spectaculaires. Les rendements peuvent passer à des niveaux accrus se rapprochant de ceux obtenus en Malaisie, probablement parce que les périodes déficitaires en eau correspondent à l'ensoleillement maximal.

L'irrigation n'est pas non plus une pratique habituelle dans la culture des cocotiers jusqu'à maintenant. Il est probable cependant que les cultivars modernes de haut rendement répondront bien à l'irrigation pendant les périodes de déficit en eau. Quand les arbres cultivés en sec subissent une sécheresse prolongée, l'effet peut persister pendant une période de 2 ans et demi, comme le montre la figure 8.7 qui indique la réduction du nombre de noix récolté au cours de quatre passages chaque année. De plus, à la réduction du nombre de noix par sécheresse, s'ajoute une réduction du copra

par noix, de sorte que ces deux facteurs combinés diminuent substantiellement le rendement total de la culture par hectare. La longueur de cette période d'arrière-effet est due au fait qu'entre la différenciation des fleurs et l'éclosion du spathe il s'écoule une période d'environ 12–16 mois, et qu'il faut compter sur quelque douze mois après la floraison pour obtenir des noix complètement mûres.

8. *Replantation et rajeunissement des palmeraies* Les palmiers à huile peuvent être remplacés quand la majorité des stipes de palmiers ont plus de 9 m hauteur et qu'ils ne peuvent plus être récoltés facilement et économiquement par la méthode de perches, ou quand les rendements sont bas et qu'il devient souhaitable de remplacer des types dura par des tenera de plus haut rendement. En général le remplacement se fait quand les arbres ont atteint 25 ans d'âge. On peut éliminer un tiers des vieux arbres successivement au cours des années dans les plantations effectuées en tout-venant, ou on peut déboiser toute la plantation et la replanter. Les palmiers peuvent être éliminés par empoisonnement à l'arsénite de sodium. Les cocotiers surâgés peuvent être abattus ou empoisonnés. Les stipes morts et abattus doivent être mis en tronçons et brûlés aussi vite que possible étant donné que les coléoptères d'*Oryctes* et les charançons sont des insectes fort nuisibles.

9. *Mécanisation*. La mécanisation de l'entretien des interlignes présuppose que des moyens mécaniques ont été employés pour le défrichage de la forêt. L'entretien mécanisé peut être pris en considération lorsqu'on emploie des rouleaux légers et qu'il y a peu de risque de perturber la structure du sol, bien que l'utilisation très prudente de hersage à disques avant une saison sèche puisse accroître les rendements dans les climats saisonniers. Dans les climats très humides, l'entretien mécanique est nuisible et la pulvérisation d'herbicides au moyen de pulvérisateurs à dos est une pratique plus recommandable.

8.5 Maladies et prédateurs

Le tableau 8.12 donne une énumération de l'incidence des maladies et ennemis les plus importants des différents oléagineux vivriers.

Les maladies bactériennes sont moyennement importantes dans la culture de l'arachide, du soja et du sésame, alors que les maladies fongiques sont particulièrement graves dans la culture du sésame, du cocotier et du palmier à huile. L'arachide est très sensible aux virus. En particulier la rosette est fréquente dans tous les pays de l'Afrique, et cette maladie est transmise par un puceron. L'emploi de certaines techniques favorisant la couverture précoce du sol limite l'évolution de la maladie (par exemple semis dense, fertilisation, suppression des binages). Les semis précoces réalisés dès les premières pluies permettent aux plants de passer la phase de sensibilité maximum avant que la diffusion des pucerons ait lieu.

Chez le cocotier, le sésame et le tournesol des maladies à mycoplasmes sont connues, alors que le cocotier et le palmier à huile connaissent des maladies provoquées par

Nombre de noix récolté
par arbre par passage



Grammes de copra par noix

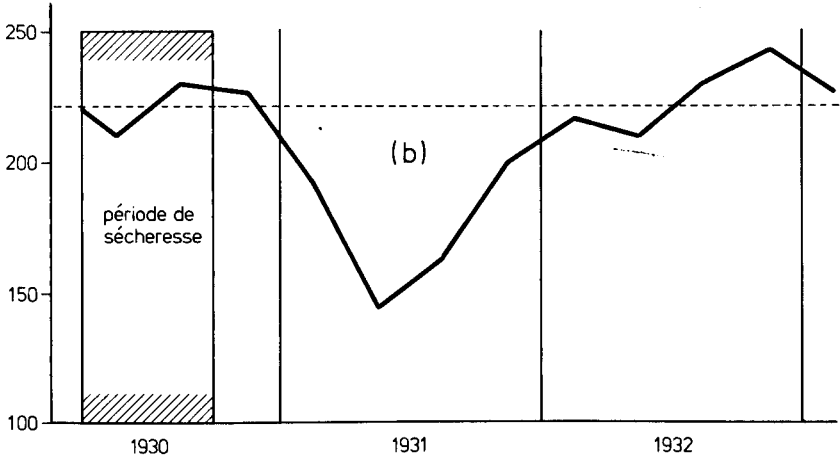


Figure 8.7. Chute de production suivant une sécheresse prolongée en 1930 dans la plantation Talisse, Célèbes (Indonésie). (a) Nombre de noix récolté par arbre par passage. (b) Grammes de copra par noix; la production est basse en 1931, mais redevient normale en 1932. La ligne pointillée montre la production moyenne de 1917 à 1930 (d'après Reyne se basant sur Tammes, dans: Van Hall & Van de Koppel, 1948).

des agents inconnus jusqu'à présent (par exemple le cadang-cadang, le marchitez).

Les insectes nuisibles sont plus ou moins importants dans toutes les cultures, mais ils recherchent en particulier le sésame et le palmier à huile. L'extension de la culture du palmier à huile et celle du soja dans de nouvelles régions fait continuellement apparaître de nouveaux problèmes phytosanitaires. Dans l'élaeiculture des mesures phytosanitaires procurent les meilleures possibilités de lutte (par exemple la destruction des sites où les insectes se multiplient).

Les nématodes attaquent presque tous les oléagineux: cependant ils ne provoquent des dégâts considérables que dans les cultures du cocotier et du palmier à huile.

Le tournesol est spécialement sensible aux attaques des oiseaux.

Pour les données sur les maladies et prédateurs des principaux oléagineux on se reportera au tableau 8.13.

8.6 Récolte, rendement, stockage et transformation

8.6.1 Récolte

Cultures annuelles Toutes les cultures annuelles peuvent être récoltées manuellement ou mécaniquement. Le moment de la récolte est déterminé surtout par le stade de maturité souhaité. Quelques cultures, telles que colza, sésame et ricin ne peuvent pas être récoltées trop mûres car il se produit alors trop de perte de grains.

Cultures pérennes Le mode de récolte des cultures pérennes est très variable et est surtout déterminé par la nature du produit récolté et le stade de maturité souhaité. Chez le palmier à huile, le stade de maturité est très important, des acides gras libres se formant dans les fruits trop mûrs et ceci rendant l'huile inapte à la préparation des huiles et corps gras alimentaires. Le palmier à huile et le cocotier produisent, avec des fluctuations saisonnières, pendant toute l'année des fruits mûrs et sont aussi récoltés pendant tout l'année. Les olives vertes, destinées à la confiserie sont cueillies avant maturité, lorsque les fruits ont atteint la taille désirée. Les olives noires sont cueillies à pleine maturité et leur récolte s'étend sur quelque quatre mois.

8.6.2 Rendement

Les rendements, en produit et en huile, sont indiqués sur le tableau 8.4. Il s'avère que de tous les oléagineux le palmier à huile donne le rendement le plus élevé en huile par hectare: en moyenne 3000 kg. Le sésame, au contraire, a le rendement le plus faible, avec 145 kg d'huile par hectare.

8.6.3 Stockage

Cultures annuelles Fruits séchés (arachide, carthame, tournesol) ou graines doivent être stockés propres et de façon correcte, à une basse humidité relative pour éviter

maladies et parasites. Les graines d'arachide doivent être stockées dans leur coque, étant donné que qualité et viabilité se détériorent rapidement après le décorticage.

Cultures pérennes Les régimes de fruits du palmier à huile doivent être traités immédiatement après la récolte. L'endosperme bien séché de la noix de coco, le copra, peut être stocké pendant de longues périodes sans grand risque de dégradation ou de pertes dues aux champignons ou aux insectes.

8.6.4 Transformation

L'extraction de l'huile des graines produites dans les régions tropicales et subtropicales se fait de plus en plus dans leur pays de provenance. L'extraction de l'huile des fruits à pulpe oléagineuse (palmier à huile et olivier) est toujours effectuée localement le plus rapidement possible après la récolte, afin d'éviter la formation d'acides gras libres dans l'huile. L'exportation d'huile est préférable à l'exportation des graines car ainsi restent dans le pays producteur les résidus de valeur obtenus après l'extraction de l'huile. Ces résidus, ou tourteaux, sont riches en protéines et contiennent presque tous les constituants minéraux de la graine. La plupart de ces résidus provenant des graines peuvent être utilisés pour la préparation d'aliments pour les animaux et les humains.

Les méthodes les plus courantes d'extraction de l'huile sont le pressurage à froid et à chaud, et l'extraction au solvant. Le pressurage à froid élimine l'huile de la graine ou de la pulpe de fruit par une simple application de pression. Il produit des huiles excellentes ayant une saveur naturelle, mais l'extraction est très incomplète. Le pressurage à chaud laisse seulement de 2–4 g/100 g d'huile dans les résidus, mais provoque une coloration plus foncée de l'huile et la dénaturation des protéines contenues dans les résidus. L'extraction au solvant, généralement au moyen d'hexane, permet de récupérer la presque totalité de l'huile, de sorte que la teneur des résidus est réduite à 0,5 g/100 g d'huile.

Les huiles brutes grasses produites par les techniques ci-dessus, sont soumises, en fonction du produit désiré, à un raffinage plus ou moins poussé. Ceci peut inclure l'élimination des:

- acides gras libres (neutralisation ou déacidification);
- substances colorantes (blanchiment);
- substances odoriférantes (désodorisation);
- fractions de haut point de fusion.

Cultures annuelles Parmi les cultures annuelles, la transformation des produits récoltés sera traitée ici pour le soja et le sésame.

1. *Soja.* Pour l'extraction de l'huile, les grains de soja sont nettoyés, concassés pour les réduire en morceaux, conditionnés et réduits en flocons avant extraction. L'extraction d'huile se fait par un solvant ou à l'aide de presses mécaniques. L'extraction au

solvant donne une solution d'huile mélangée dans le solvant et des écailles dégraissées. La solution est filtrée et le solvant éliminé pour obtenir alors l'huile brute de soja. On procède ensuite à un lavage à l'eau et à une centrifugation pour produire l'huile de soja écumée et une émulsion qui après déshydratation produit la lécithine de soja. L'huile de soja est ensuite raffinée à l'alcali, lavée à l'eau, séchée, blanchie, et filtrée, pour obtenir l'huile de soja raffinée qui est désodorisée avant d'être utilisée à des fins comestibles.

La fermentation des graines de soja est un traitement en usage dans l'Asie du Sud-Est, du fait que les graines sont indigestes et peu attractives quand elles sont simplement cuites, et qu'une longue expérience a montré à la population que ce traitement augmentait la valeur nutritionnelle de l'aliment. Les produits fermentés obtenus à partir du soja incluent entre autres la sauce de soja, la pâte de soja ou 'miso' et le 'tempeh' (voir aussi paragraphe 9.1.3). L'action de la fermentation est tout d'abord mécanique: toutes les parties de la graine sont fragmentées de sorte qu'elles sont facilement atteintes par les sucs digestifs. Secondement, une forte proportion de protéines est dissociée en acides aminés constitutifs qui sont aisément assimilés et utilisés, et il semble que l'inhibiteur de trypsine soit détruit. Le principal effet de la fermentation, quel que soit l'agent de fermentation utilisé, est de rendre plus pleinement assimilables les nutriments présents dans la graine. Elle mène en outre à la formation d'anti-oxydants qui ont une action préservatrice tout particulièrement appréciable sous conditions tropicales. La production de sauce de soja et de tempeh est discutée ci-dessous:

– La sauce de soja est produite en grandes quantités en Chine, au Japon, et dans d'autres pays d'Asie, où elle est un élément inhérent à la ration quotidienne et apparaît en tant que condiment aromatique dans presque tous les repas. Ces sauces sont préparées par un long processus élaboré de fermentation au moyen de divers champignons, bactéries et levures. De nombreuses sortes sont préparées, des aromes différents étant donnés par des feuilles aromatiques, du gingembre, de la citronnelle, des oignons, etc. La méthode caractéristique de préparation est la suivante: comme base de la sauce, graines de soja, blé et sel en quantités égales; les graines sont bouillies pendant 4 à 6 heures, refroidies pendant environ 18 heures, puis mélangées avec le blé (moulu après avoir été grillé) et mises dans des moules; après quoi le mélange est placé dans un endroit chaud (36°C) etensemencé de spores d'*Aspergillus oryzae*. Quand la croissance vigoureuse du champignon a formé une couverture, on ajoute le sel dissous dans de l'eau. Le mélange est transféré dans des jarres et la fermentation se continue pendant des périodes allant de 6 mois à 5 ans. En été, on l'agite deux fois par jour, et en hiver, tous les 2 ou 4 jours. Quand la 'maturation' est complète, la masse est transportée dans une presse et la sauce liquide est extraite, le résidu étant utilisé comme fertilisant. Il faut environ 1 kg de graines de soja pour faire 3–4 kg de sauce. La sauce de soja a une teneur en protéine de 5–6%.

– Le tempeh est fait en traitant les graines de soja avec le champignon *Rhizopus oryzae*, en Indonésie. Les graines sont bouillies pendant deux heures, mises ensuite dans l'eau froide et laissées à tremper pendant 24 heures; les cuticules sont éliminées par frottement et les graines passées à la vapeur, puis écrasées, et la culture de champignon (provenant

d'une préparation de tempeh déjà faite) est finement coupée et disséminée sur la masse. La masse imprégnée est enveloppée dans des feuilles de bananiers, en petits paquets, et gardée pendant 24 heures. Après que les paquets ont été ouverts et le tempeh exposé à l'air pour se refroidir, il est prêt à être consommé. La teneur en protéines est d'environ 25%. Plus de la moitié de la protéine originelle a été dissociée par le champignon pour donner des acides aminés et d'autres produits, de sorte que le tempeh est une excellente source d'acides aminés aisément assimilables.

2. *Sésame*. Dans les parties de l'Inde où la décorticulisation est pratiquée, les graines sont trempées et les cuticules éliminées. En Europe et en Asie l'usage est d'extraire l'huile en trois stades: le premier pressurage est fait à froid et l'huile, après filtration, est prête à être utilisée; un second pressurage est effectué sur les résidus chauffés, sous forte pression, ce qui donne une huile colorée qui est raffinée et utilisée à des fins comestibles; un troisième pressurage sous les mêmes conditions que le second, donne une huile inférieure utilisée en savonnerie.

Cultures pérennes Pour les cultures pérennes, on traitera ici le cocotier et le palmier à huile et l'extraction d'huile à partir de ces cultures.

1. *Cocotier*. L'enveloppe fibreuse est enlevée (débouillage) et la noix ouverte en deux est mise à sécher. Le but du séchage est d'éviter que la pulpe soit abîmée par des moisissures et des bactéries, en réduisant sa teneur en humidité de 50–55% à 5–7%, de préférence dans les 72 heures. Le séchage au soleil est trop lent, de sorte que le séchage au four ou à l'air chaud est exigé pour produire une bonne qualité de copra. Les séchoirs consistent le plus souvent en une grille de séchage ou une plate-forme sur un foyer ouvert. Ils sont généralement protégés par un toit. Le copra est écrasé et pressé pour en extraire l'huile. Pour la consommation, l'huile est raffinée par neutralisation des acides gras libres, lavage à l'eau et désodocrisation à la vapeur.

2. *Palmier à huile*

– Huile de palme. Les méthodes manuelles, sans aucun recours mécanique, comprennent la simple pression à la main, le procédé 'huile liquide' (A: soft oil) et le procédé 'huile solide' (A: hard oil). Dans la production d'huile liquide pratiquée dans la majeure partie de l'est du Nigéria, les régimes sont coupés en sections, aspergés d'eau, et fermentés pendant 2–4 jours; les fruits sont ensuite détachés des sections de régime, bouillis pendant environ 4 heures, et écrasés dans un mortier de bois; la séparation de l'huile se fait en immergeant la pulpe dans l'eau et en recueillant la matière grasse qui vient surnager, suivie d'une ébullition et en chauffant ensuite l'huile dans des pots peu profonds pour la débarrasser des dernières traces d'eau (un processus connu sous le nom de 'friture' (A: frying)). L'huile ainsi obtenue reste liquide aux températures tropicales. L'efficacité est de 40–45%, les conditions sont défavorables à l'action des enzymes de dissociation des graisses et seules des quantités d'acides gras libres relativement basses sont présentes (7–12%).

Dans le procédé 'huile solide', pratiqué dans le delta du Niger, les fruits sont ramollis par fermentation pendant plusieurs jours dans des auges en bois, et sont vigoureusement foulés quand ils sont devenus suffisamment mous. L'huile mêlée d'eau et de tissus végétaux qui s'écoule est recueillie, portée à ébullition dans l'eau et la matière grasse qui surnage est enlevée, puis chauffée comme précédemment pour enlever toute trace d'eau. Le produit final obtenu se solidifie rapidement. L'efficacité du procédé n'est que de 20–30% et de considérables quantités d'acides gras libres sont formées (30–50%).

L'extraction mécanique est possible dans des moulins à huile ou des huileries dont la capacité varie de 1–3 tonnes h⁻¹ pour les petits moulins à plus de 20 tonnes h⁻¹ dans les grandes huileries. Le processus général d'usinage est le suivant:

- Stérilisation. La formation d'acides gras libres dans le fruit est plus faible et le fruit est prêt à se détacher du régime sous l'action de la stérilisation à la vapeur.
- Egrappage. Le fruit est mécaniquement séparé du régime.
- Malaxage. Le fruit est mécaniquement broyé et chauffé à la vapeur pour libérer l'huile des cellules du mésocarpe.
- Extraction. L'huile de palme brute est éliminée de la pulpe par des presses hydrauliques ou à vis continue, parfois par centrifugation.
- Clarification. Elimination de l'eau, des impuretés et des matières cellulaires dans des cuves de clarification. Le rejet des effluents, qui peuvent contenir 0,5% d'huile et 4,5% de solides en suspension, doit être soigneusement pris en considération pour éviter la pollution de la terre et de l'eau.

– Huile de palmiste. Dans les villages ouest-africains, la méthode traditionnelle d'ouverture de la noix avec une pierre est maintenant remplacée par des systèmes mécaniques. Dans les huileries de plantations la séparation des noix de palme des résidus provenant de l'extraction de l'huile de palme et l'extraction de l'huile de palmiste se fait de la façon suivante:

- séparation des noix de palme de leur fibre (défibrage) dans des séparateurs hydrauliques, pneumatiques ou mécaniques;
- concassage des noix de palme dans des concasseurs centrifuges;
- séparation des amandes et des coques soit par hydrocyclone dans les huileries modernes, soit par un bain de boue dans les anciennes;
- séchage des amandes. Séchage en silo (huileries modernes) ou sur des plateaux recevant un courant d'air chaud (huileries anciennes);
- les amandes sont broyées et l'huile est extraite par presse ou solvant (surtout en Europe et Amérique du Nord);
- les qualités supérieures, destinées à la consommation, sont raffinées à l'alcali.

8.7 Amélioration

Les objectifs d'amélioration concernant les oléagineux sont indiqués sur le tableau 8.14. Deux cultures sont traitées ici plus en détail: l'arachide comme exemple de culture annuelle, et le palmier à huile comme représentant des cultures pérennes.

Cultures annuelles: l'arachide La diversité génétique chez l'arachide cultivée a subi une érosion constante dans les pays producteurs d'arachides depuis que les travaux de sélection ont été entrepris pour cette culture. Ce processus est très net en Inde et dans quelques pays africains, où des cultivars améliorés ont été introduits et où les anciens types locaux ont presque complètement disparu. Dans quelques régions de nombreux pays producteurs d'arachide cependant, ce processus est lent et une collection faite en temps permettrait la conservation de types locaux.

Bien qu'il existe une très forte variabilité naturelle dans l'espèce *Arachis hypogaea*, spécialement en caractéristiques morphologiques et chimiques, la résistance à un certain nombre de maladies, parasites et à certains facteurs climatiques défavorables n'a pas encore été trouvée. La résistance existe cependant sans aucun doute chez quelques unes des espèces spontanées d'*Arachis*. Cette ressource génétique n'a pas encore été utilisée dans la sélection pratiquée pour l'arachide, par suite de facteurs d'incompatibilité dans les croisements interspécifiques. La collection d'espèces spontanées originaires d'Amérique du Sud a rendu disponible une large gamme de gènes, et particulièrement de gènes de résistance aux maladies. Les deux contraintes majeures pour l'utilisation d'espèces spontanées du genre *Arachis* sont les différences en niveau de ploïdie et l'incompatibilité entre quelques espèces spontanées et *Arachis hypogaea*.

L'espèce tétraploïde cultivée, *A. hypogaea*, appartient à la section *Arachis* du genre *Arachis* ainsi qu'au moins un autre tétraploïde (*A. monticola*) et dix espèces diploïdes, et l'hybridation entre l'espèce cultivée et les autres membres de la section *Arachis* est possible. Les hybrides obtenus avec *A. monticola* sont des tétraploïdes fertiles qui peuvent être rétrocroisés avec *A. hypogaea*. Les hybrides avec les espèces diploïdes spontanées sont triploïdes et stériles mais un traitement à la colchicine permet d'obtenir des hexaploïdes fertiles. Les plantes F₁ peuvent être multipliées végétativement ce qui permet de travailler sur un grand nombre d'entre elles. L'incorporation de gènes provenant d'espèces spontanées implique le transfert d'un ou plusieurs génomes de l'espèce spontanée à un hybride dans lequel ils subissent une recombinaison avec les génomes d'*A. hypogaea*, et en conséquence le transfert dans *A. hypogaea* du ou des gènes désirés, avec élimination de tous les caractères indésirables de l'espèce spontanée. Deux génomes différents au moins existent dans la section *Arachis*. Le génome A se trouve dans la plupart des espèces de la section, le génome B se trouve uniquement en *A. batizocoi*. Selon les indications actuelles, l'espèce cultivée combine les génomes A et B.

Bien que les espèces spontanées aient été initialement uniquement considérées comme sources de résistance aux maladies, les descendances de croisements interspécifiques présentent des potentialités comme moyen d'étendre la 'banque' de gènes d'*Arachis* en ce qui concerne un certain nombre d'autres caractères désirables (hauts rendements par exemple).

Les résultats des essais faits pour briser les barrières qui s'opposent à l'hybridation sont prometteurs en vue de l'utilisation de caractères venant d'espèces autres que la section *Arachis* et pourraient révolutionner la sélection et l'amélioration de la culture de l'arachide, non seulement quant à sa résistance aux maladies et parasites mais aussi quant à la structure de la plante.

Cultures pérennes: le palmier à huile La sélection appliquée au palmier à huile a pour objectif la production de plantes donnant la quantité maximale d'huile de palme et de palmiste par hectare. Le sélectionneur doit donc porter son attention sur tout ce qui concerne la production de régimes, la quantité d'huile et de palmistes par régime, ainsi que la résistance aux maladies.

Le principal but a été d'augmenter la production d'huile de palme par hectare. Le rendement de l'huile de palme comprend plusieurs éléments, les principaux étant le nombre de régimes, le poids moyen d'un régime, le pourcentage de fruits sur régime, le pourcentage de pulpe sur fruit, et le pourcentage d'huile dans la pulpe. Le succès d'un programme de sélection destiné à augmenter le rendement en huile par hectare dépend dans une grande mesure de la variabilité de l'héritabilité des facteurs qui déterminent le rendement en régimes et la qualité du régime. La variation en rendement des régimes est principalement due aux variations en nombre de régimes (pourcentage des sexes) et en poids moyen du régime. Ces deux facteurs sont polygéniques et hérités indépendamment, mais influent mutuellement l'un sur l'autre dans une palmeraie. Un nombre élevé de régimes est généralement associé à un bas poids moyen du régime. Le pourcentage de fruits sur régime dépend du nombre d'épis par régime, du nombre de fleurs par épillet, de la fructification et du poids des fruits individuels. L'huile par fruit dépend de la taille du fruit, de l'épaisseur et de la teneur en huile du mésocarpe, de la teneur en coque (endocarpe) et la taille de l'amande.

Plusieurs facteurs concernant la croissance et la production de régimes rendent difficile le travail du sélectionneur. Tout d'abord, bien que la multiplication du palmier par culture de tissus se soit avérée faisable, des méthodes pratiques de multiplication à grande échelle n'ont pas encore été conçues. Secondement, le palmier à huile est une plante monoïque, avec des cycles alternants d'inflorescences mâles et femelles qui rendent générale la pollinisation croisée. La valeur des parents sera donc finalement déterminée par le comportement de leur descendance dans les croisements. Troisièmement, deux produits sont à prendre en compte, l'huile et les palmistes et dans les pays où l'huile de palmiste est extraite, la valeur de trois produits, le tourteau inclus, peut avoir à être prise en considération. Presque tous les travaux de sélection ont été axés sur la production d'huile de palme, étant donné que dans le fruit tenera de haute qualité la quantité d'huile est de 4 à 8 fois celle de l'amande. Ceci n'est cependant pas une raison suffisante pour ne voir que ce but dans la sélection.

L'accent est actuellement mis dans la sélection sur la production de tenera amélioré par croisement entre parents sélectionnés de type dura et pisifera, en utilisant pisifera comme parent mâle. Le manque de résistance aux prédateurs et maladies ainsi qu'à la sécheresse pose de sérieuses limites à l'extension de palmeraies industrielles hors des centres de production en Afrique et en Extrême-Orient. Les établissements récents de plantations à grande échelle en Amérique tropicale ont été confrontés à de graves maladies et prédateurs inconnus en Afrique et en Extrême-Orient. L'intérêt d'une sélection en partant d'*Elaeis oleifera* ($2n = 32$) s'est accru ces dernières années principalement à cause de son apparente résistance à de graves formes de pourriture du coeur en Amérique Latine. Néanmoins, l'hybride avec *E. guineensis* est aussi très prometteur

par suite de sa lente croissance en hauteur, de sa souplesse d'adaptation à des climats ayant de fortes saisons sèches, de sa résistance possible aux autres maladies et de sa production d'huile avec une plus forte proportion d'acides gras non saturés que n'en contient l'huile de palme provenant d'*E. guineensis*. Cette huile impliquerait un prix de vente plus élevé, et dans ce cas rendrait acceptable un plus bas rendement en huile par hectare. Comme il n'existe pas de tenera chez *E. oleifera*, la sélection en vue de la production implique le croisement de *E. oleifera* sélectionnés avec des pisifera sélectionnés de *E. guineensis*, ce qui peut être fait sans difficulté.

Dans un programme de sélection, la sélection en vue du rendement doit être effectuée à la fois au niveau de la descendance et au niveau individuel (sélection d'arbres-mères). Pour être efficiente, cette sélection doit être basée sur des enregistrements fiables de rendements et sur la connaissance des aptitudes héréditaires en matière de rendement et de ses composants. Il est probable que des améliorations pourront être introduites dans l'avenir par suite d'une prospection plus systématique, d'une meilleure compréhension de l'hérédité du rendement et d'une adaptation des pratiques culturales aux potentialités de rendement génétique accru.

8.8 Production, commercialisation et tendances

Les productions mondiales sont données dans le tableau 8.4 ainsi que les principaux pays exportateurs. Le tableau 8.15 montre les volumes commercialisés des principaux oléagineux.

La plupart des oléagineux tropicaux et subtropicaux sont cultivés pour la production d'huiles grasses comestibles. La production d'huiles grasses pour la savonnerie s'est trouvée diminuée par l'arrivée des détergents synthétiques, mais reste encore assez forte. L'importance que cette application puisse reprendre ou non dans l'avenir dépend des futures disponibilités et des prix des matières premières des détergents synthétiques et de la mesure dans laquelle ils agissent sur la pollution de l'environnement.

L'emploi d'huiles siccatives dans l'industrie de la peinture et des vernis semble, sauf pour quelques applications spéciales, être nettement sur son déclin étant donné que les prix et les disponibilités en matières premières pour les peintures et vernis synthétiques ne seront probablement pas des facteurs limitants. Il est probable que l'emploi des huiles grasses comme matières premières dans l'industrie chimique ira en augmentant.

L'extraction des corps gras des graines se fait de plus en plus dans les pays producteurs, mais de fortes quantités de graines oléifères sont néanmoins exportées telles quelles vers les pays industrialisés où elles sont transformées. L'extraction des corps gras provenant des pulpes de fruit se fait en revanche uniquement dans les pays producteurs.

L'exportation des corps gras extraits est à préférer à l'exportation des graines oléifères, car dans ce dernier cas, le tourteau, qui reste après l'extraction de l'huile, est perdu pour le pays producteur. Ce tourteau contient parfois des protéines utilisables pour la consommation humaine ou animale, perdues pour le pays producteur où elles man-

quent souvent. De plus, les constituants minéraux des graines, prélevés sur les sols tropicaux et subtropicaux qui sont déjà le plus souvent pauvres, sont le plus souvent destinés à finir dans les déjections du bétail des pays industrialisés. Dans le meilleur cas ils augmentent la fertilité du sol de ces pays.

8.9 Caractéristiques particulières

Pour les caractéristiques particulières des oléagineux, on se reportera au tableau 8.16. Il semble cependant qu'il soit important de souligner deux aspects concernant les cultures du palmier à huile et du cocotier: le développement prévu de leur rendement en huile d'une part, et leurs possibilités comme cultures énergétiques d'autre part.

Rendement en huile Bien que le palmier à huile soit déjà la culture oléagineuse ayant les plus forts rendements, il se peut que le rendement potentiel s'accroisse encore dans les 20–30 années prochaines, passant peut-être à 12 tonnes ha⁻¹ an⁻¹ d'huile de palme. Il est vraisemblable que le coût de récolte augmente de quelque 50–100%, mais les coûts totaux de production de seulement 15–30%, de sorte que le palmier à huile pourrait éventuellement devenir une intéressante culture énergétique.

L'introduction de cvs hybrides de cocotiers peut permettre au cours des 20–30 années prochaines d'atteindre des rendements de 9000–12000 kg de copra ha⁻¹ an⁻¹, soit 6–8 tonnes d'huile de coco ha⁻¹ an⁻¹. Il reste à voir cependant si les hybrides de haut rendement conviennent aussi bien que les types locaux traditionnels aux systèmes de cultures mixtes, étant donné que leurs couronnes contiennent plus de feuilles.

Culture énergétique La hausse des produits énergétiques d'origine fossile et l'incertitude des approvisionnements remettent à l'ordre du jour l'emploi d'autres formes d'énergie, en particulier celles dites renouvelables qui résultent presque essentiellement de la photosynthèse. Les plantes généralement retenues au titre de cultures énergétiques sont caractérisées par leur teneur en hydrates de carbone transformables en alcool (p. ex. la canne à sucre, le manioc), ou par leur teneur en huile méthanolysable. Parmi elles, ce sont les cultures oléagineuses qui présentent le plus d'avantages, et notamment le palmier à huile.

1. Le palmier à huile. Grâce à un pouvoir énergétique moyen des huiles de palme et de palmiste, proche de celui du gazole, les plantations industrielles de palmier à huile peuvent produire un équivalent énergétique important, de l'ordre de 196,1 10⁶ kJ (46,7 10⁶ kcal) ha⁻¹ an⁻¹. L'examen du bilan énergétique d'une plantation type de palmiers à huile montre que cette culture se place parmi les plus intéressantes, et qu'il n'est pas utopique d'envisager un emploi total de son potentiel énergétique qui permettrait d'atteindre au stade de la matière première un équivalent énergétique disponible de 524,6 10⁶ kJ (124,9 10⁶ kcal) ha⁻¹ an⁻¹ (tableau 8.17). L'emploi de l'huile de palme comme carburant lourd est techniquement possible, mais son coût, en tant que combustible, peut donner matière à réflexion. Le prix de revient, sortie usine, de l'huile

de palme est tel, que l'huile de palme ne pourrait actuellement être compétitive vis-à-vis du gazole que dans un pays appliquant des taxes très élevées sur les carburants, et disposant de surcroît de ressources alimentaires suffisantes ou de superficies importantes à mettre en valeur (p. ex. Brésil). De plus, en raison du fait que le passage d'un produit alimentaire de base à l'énergie aurait pour conséquence d'entraîner un grave déséquilibre, notamment en matière de corps gras, largement déficitaires dans les pays en voie de développement, un certain nombre de réserves s'impose.

2. *Le cocotier*. Actuellement, seul l'albumen de la noix de coco, qui représente 30% de cette noix, est utilisé commercialement. L'huile, constituant considéré comme ayant le plus de valeur, n'entre que pour 10% dans le poids de fruit. Dans notre époque de pénurie, la coque, la bourre et les feuilles devraient être exploitées. En réalité, aux Philippines on a récolté plus de 10 milliards de noix en 1977. Il s'agit d'une plantation énergétique déjà existante. Les coques et les bourres de cette plantation ont une valeur énergétique de $130 \cdot 10^{12}$ kJ ($31 \cdot 10^{12}$ kcal), équivalant à environ 3850 millions de litres d'essence. Les recherches devraient maintenant s'orienter vers l'utilisation de ce potentiel énergétique. Parmi les problèmes posés, se trouvent: le coût de ramassage des coques, des bourres et des feuilles, et l'utilisation inefficace de ces combustibles solides. Leur emploi ne demande ni traitement sophistiqué ni construction d'usine. La coque et la bourre peuvent s'employer telles quelles. Le potentiel énergétique correspondant à un hectare de plantation de cocotiers avec 150 arbres produisant 10000 noix et 1800 pétioles par an, est présenté au tableau 8.18.

8.10 Bibliographie

Ouvrages généraux

- Alvim, P. de T. & T. T. Kozlowski, eds, 1977. *Ecophysiology of Tropical Crops*. Academic Press. New York & London.
- Anon., 1980. Statistiques mondiales d'huiles et graisses de 1976 à 1979. *Oléag.* 35(11): 517-526.
- Cobley, L. S. & W. M. Steele, 1976. *An introduction to the botany of tropical crops*. 2nd ed. Longman. London.
- FAO, 1979. *Annuaire de la production*. vol. 32. Rome.
- FAO, 1980. *Annuaire de la production*. vol. 33. Rome.
- Ferwerda, J. D., 1976. *Vette oliegewassen*. Dans: *Collegedictaat Tropische gewassen I. Tropische Plantenteelt*. Landbouwhogeschool.
- Ferwerda, J. D., 1984. *Oil crops*. Dans: F. W. Martin, ed. *Handbook of Tropical Food Crops*. CRC Press. Boca Raton: 59-108.
- Geus, J. G. de, 1973. *Fertilizer guide for the tropics and subtropics*. Centre d'Etude de l'Azote. Zürich.
- Godin, V. J. & P. C. Spensley, 1971. *Crop and Product Digest*. No. 1. *Oils and oilseeds*. Trop. Prod. Inst. London.
- Hall, C. J. J. van & C. van de Koppel, 1948. *De landbouw in den Indischen Archipel*. IIA. W. van Hoeve. 's-Gravenhage.
- Purseglove, J. W., 1968, 1972. *Tropical Crops 1 & 2*. Longman. London.
- Rehm, S. & G. Espig, 1976. *Die Kulturpflanzen der Tropen und Subtropen*. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart.
- Seegeler, C. J. P., 1983. *Oil plants in Ethiopia: their taxonomy and agricultural significance*. Pudoc. Wageningen.

Cultures annuelles

- Caldwell, B. E., ed., 1973. Soybeans: improvement, production and uses. Agronomy Number 16. American Soc. of Agron. Madison. Wisconsin.
- Carter, J. F., ed., 1978. Sunflower science and technology. Agronomy Number 19. American Soc. of Agron. Madison. Wisconsin.
- Feakin, S. D., ed., 1973. Pest control in groundnuts. Pans Manual no. 2. 3rd ed. Centre for Overseas Pest Research. Foreign and Commonwealth Office Overseas Development Administration. London.
- Gillier, P. & P. Silvestre, 1969. L'arachide. Maisonneuve & Larose. Paris.
- Hegi, G., 1918, 1928. Illustrierte Flora von Mittel-Europa 4(1), 6(2).
- Heiser, C. B., 1976. The sunflower. Univ. of Oklahoma Press. Norman.
- ICRISAT, 1980. Proceedings of the International Workshop on groundnuts, 13–17 October 1980. Patancheru.
- Lagière, R., 1966. Le cotonnier. Maisonneuve & Larose. Paris.
- Norman, A. G., ed., 1978. Soybean: physiology, agronomy and utilization. Academic Press. New York & London.
- Rheenen, H. A. van, 1973. Major problems of growing sesame (*Sesamum indicum* L.) in Nigeria. Meded. Landb. Hogeschool Wageningen 73–12.
- Sinclair, J. B. & M. C. Shurtleff, eds, 1975. Compendium of soybean diseases. American Phytopathological Society. St. Paul. Minnesota.
- Summerfield, R. J. & A. H. Bunting, eds, 1980. Advances in legume science: Section 5: Glycine: 251–335. Royal Botanic Gardens. Kew.
- Idem. Section 8: Arachis: 469–535.
- Weiss, E. A., 1971. Castor, sesame and safflower. Leonard Hill. London.

Cultures pérennes

- Banzon, J. A., 1981. Le cocotier comme source d'énergie renouvelable. Oléag. 36(10): 487–495.
- Child, R., 1974. Coconuts. 2nd ed. Longman. London.
- Colon, D., 1979. La place de l'huile de palme dans le marché mondial des corps gras. Historique et perspectives. Oléag. 34(4): 163–173.
- Ferwerda, J. D., 1981. Oliegewassen (oliepalm, kokospalm). Dans: Colledictaat Gewas en Teelttechniek I. Tropische Plantenteelt. Landbouwhogeschool. Wageningen.
- Foster, L. J., 1963. The tung oil trees. World Crops 15: 220–226.
- Frémond, Y. & R. Ziller, 1966. Le cocotier. Maisonneuve & Larose. Paris.
- Grimwood, B. E., ed., 1975. Coconut, palm products, their processing in developing countries. FAO Agric. Development Paper 99. Rome.
- Hartley, C. W. S., 1977. The oilpalm. 2nd ed. Longman. London.
- Loussert, R. & G. Brousse, 1978. L'olivier. Maisonneuve & Larose. Paris.
- Martin, G., 1981. Le bilan énergétique de la culture du palmier à huile. Une approche. Oléag. 36(6): 273–290.
- Nair, P. K. R., 1979. Intensive multiple cropping with coconuts in India. Beiheft 6 zur Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau.
- Nelliatt, E. V. et al., 1974. Multi-storeyed cropping. A new dimension in multiple cropping for coconut. World Crops 26(6): 262–266.
- Sparnaaij, L. D., 1969. Oilpalm. Dans: F. P. Ferwerda & F. Wit, eds. Outlines of perennial crop breeding in the tropics. Misc. Papers 4. Landbouwhogeschool Wageningen: 339–387.
- Surre, Ch. & R. Ziller, 1963. Le palmier à huile. Maisonneuve & Larose. Paris.
- Zeven, A. C., 1967. The semi-wild oilpalm and its industry in Africa. Pudoc. Wageningen.

Autres oléagineux

Cornelius, J. A. & W. D. Raymond, 1967. Some oilseeds from tropical herbaceous crops. *Trop. Sci.* 9: 75-89.

Delome, A., 1947. Etude du karité. *Oléag.* 2(4): 186-200.

8.11 Tableaux

Tableau 8.1. Pourcentage des acides gras dans les huiles végétales comestibles.

Acides gras	Arachide	Carthame	Cocotier	Colza	Coton	Mais	Olivier	Palmier à huile (1)	Palmier à huile (2)	Sésame	Soja	Tournesol
Acide lignocétrique $C_{24}H_{48}O_2$	3			2							1	
Acide arachidique $C_{20}H_{40}O_2$	3		1									
Acide stéarique $C_{18}H_{36}O_2$	6	4	2	2	2	3	2	4	1	5	6	5
Acide palmitique $C_{16}H_{32}O_2$	7	3	9		23	8	9	41	6	9	9	6
Acide myristique $C_{14}H_{28}O_2$			16	2				2	16			
Acide laurique $C_{12}H_{24}O_2$			48						50			
Acide caprique $C_{10}H_{20}O_2$			7						6			
Acide caprylique $C_8H_{16}O_2$			8						3			
Autres		1			1	1	1	1		1	2	1
Total des acides saturés	19	8	91	6	26	12	12	48	82	15	18	12
Acide érucique $C_{22}H_{42}O_2$				57								
Acide oléique $C_{18}H_{34}O_2$	50	15	7	20	22	30	80	42	17	40	21	21
Acide linoléique $C_{18}H_{32}O_2$	31	76	2	15	51	55	8	10	1	44	55	66
Acide linoléique $C_{18}H_{30}O_2$				2							6	
Autres		1			1	3				1		1
Total des acides non saturés	81	92	9	94	74	88	88	52	18	85	82	88

(1) huile de palme

(2) huile de palmiste

Source: Ferwerda (1976).

Tableau 8.2. Noms, origine, répartition et type de l'huile des principaux oléagineux.

Nom scientifique	Famille	Noms vernaculaires	Origine	Répartition	Type de l'huile
Cultures annuelles					
<i>Arachis hypogaea</i> L.	Leguminosae	arachide (F); groundnut (A); peanut (Am)	Amérique du Sud (Brésil)	régions tropicales et subtropicales	huile non-siccative (huile d'arachide) utilisée surtout à des fins alimentaires
<i>Brassica</i> spp.	Cruciferae	colza (F); rape (A)	Asie	Inde	huile semi-siccative (huile de colza) utilisée surtout à des fins alimentaires
<i>B. campestris</i> L.					
<i>B. juncea</i> (L.) Czern. & Coss.			peut-être Afrique	Europe, Chine, Inde, Afrique	
<i>Carthamus tinctorius</i> L.	Compositae	carthame (F); safflower (A)	Asie de l'Ouest	régions tempérées, subtropicales et tropicales (non humides)	huile siccative (huile de carthame) utilisée surtout à des fins industrielles et alimentaires
<i>Glycine max</i> (L.) Merr.	Leguminosae	soja (F); soybean, soya bean (A)	Asie de l'Est	Asie du Sud-Est, Amérique du Nord, autre part à petite échelle	huile siccative (huile de soja) utilisée à des fins industrielles et alimentaires
<i>Gossypium</i> spp.	Malvaceae	coton (F); cotton (A)	Amérique	régions tropicales, subtropicales et tempérées chaudes	huile semi-siccative (huile de coton) utilisée surtout à des fins alimentaires
<i>Helianthus annuus</i> L.	Compositae	tournesol (F); sunflower (A)	Amérique du Nord	régions tempérées et tropicales (d'altitude), surtout URSS, Europe de l'Est	huile semi-siccative (huile de tournesol) utilisée surtout à des fins alimentaires
<i>Linum usitatissimum</i> L.	Linaceae	lin (F); linseed (A)	Asie de l'Ouest	régions (sub)tropicales et tempérées chaudes	huile semi-siccative (huile de lin) utilisée surtout à des fins industrielles
<i>Ricinus communis</i> L.	Euphorbiaceae	ricin (F); castor bean (A)	Afrique	régions tropicales, subtropicales et tempérées chaudes	huile non-siccative (huile de ricin) utilisée surtout à des fins industrielles

Tableau 8.2. (suite).

Nom scientifique	Famille	Noms vernaculaires	Origine	Répartition	Type de l'huile
<i>Sesamum indicum</i> L.	Pedaliaceae	sésame (F); sesame, benniseed (A)	Afrique	régions tropicales (savane), subtropicales et tempérées	huile semi-siccative (huile de sésame) utilisée surtout à des fins alimentaires
<i>Zea mays</i> L.	Gramineae	maïs (F); maize (A); corn (Am)	Mexique	régions tropicales, subtropicales et tempérées chaudes	huile semi-siccative (huile de maïs) utilisée surtout à des fins alimentaires
Cultures pérennes					
<i>Aleurites</i> spp.	Euphorbiaceae	aleurite (F); tung (A)	Chine orientale sous les latitudes nord 26°-33°	Etats-Unis, Argentine, Paraguay et Brésil	huile siccative (huile d'aleurite, huile d'abrasin) utilisée surtout à des fins industrielles
<i>A. montana</i> Willd.			Chine, Indochine et Birmanie, au sud du 25ème parallèle	plusieurs pays tropicaux comme Malawi	
<i>Cocos nucifera</i> L.	Palmae	cocotier (F); coconut, cocopalme (A)	région Indo-Pacifique	la majorité des régions cocotières se situent entre 20° LN et 20° LS, en particulier en Asie du Sud-Est et en Micronésie	graisse végétale (huile de coco) utilisée à des fins alimentaires et industrielles
<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Palmae	palmier à huile (F); oil palm (A)	régions forestières de l'Afrique Occidentale et Centrale	Afrique Occidentale et Centrale, Asie et Amérique du Sud	graisse végétale (huile de palme et huile de palmiste) utilisée à des fins alimentaires et industrielles
<i>Olea europaea</i> L.	Oleaceae	olivier (F); olive (A)	probablement Moyen-Orient	région méditerranéenne en particulier	huile non-siccative (huile d'olive) utilisée surtout à des fins alimentaires

Sources diverses.

Tableau 8.3. Quelques plantes oléagineuses d'une importance régionale.

Nom scientifique	Famille	Noms vernaculaires	Structure	Huile (g) par 100 g graines	Provenance
<i>Butyrospermum paradoxum</i> (Gaertn. fil.) Hepper sp. <i>parkii</i> (G. Don) Hepper	Sapotaceae	arbre à beurre, karité (F); shea butter tree (A)	arbre	20	Afrique Occidentale
<i>Camellia sasanqua</i> Thunb.	Theaceae	théier (F); tea (A)	arbuste	51-60	Chine, Japon, Inde, Vietnam
<i>Guizotia abyssinica</i> (L. fil.) Cass.	Compositae	nigér (F); niger seed (A)	plante herbacée, annuelle	38-50	Ethiopie, Inde
<i>Madhuca</i> spp.	Sapotaceae	illipe; Mowrah butternut (A)	arbre	55-60	Inde
<i>Orbignya</i> spp.	Palmae				
<i>O. martiana</i> Barb., <i>O. oleifera</i> Burret		Babassu palm (A)	arbre	63-70	Brésil, Mexique, Belize
<i>O. cohune</i> (Mart.) Standley		Cohune palm (A)	arbre	65-72	Mexique, Belize, Honduras, Guatemala
<i>Shorea</i> spp.	Dipterocarpaceae	Borneo tallow nut, Borneo illi- pe (A)	arbre	45-70	Sarawak, Indonésie
<i>Theobroma cacao</i> L.	Sterculiaceae	cacaoyer (F); cocoa (A)	arbuste	37	Afrique Occidentale, Brésil

Sources diverses.

Tableau 8.4. Superficie, production, rendement et principaux pays producteurs & exportateurs de quelques oléagineux.

Cultures	Superficie mondiale (10 ⁶ ha)		Production mondiale en tonnes		Rendement (kg ha ⁻¹) ⁴		Superficie nécessaire (ha) pour 10 ³ kg huile (moyenne, 1977-79)	Principaux pays producteurs (1977)	Principaux pays exportateurs (1977)		
	1977 ¹	1978-79 ²	produit (× 10 ³) 1977 ¹	huile (× 10 ³) 1978-79 ²	produit (1977-79) ³	huile (1977-79)					
Cultures annuelles											
<i>Arachis hypogaea</i>			3 285		907	4 000	292	1 288	3,4	Inde, Chine, Etats-Unis, Soudan	Etats-Unis, Afrique francophone, Argentine
<i>Brassica</i> spp.	9,420		7,981	3 655	571	3 000	217	1 140	4,6	Canada, Inde, Chine	Canada, Europe de l'Est, France
<i>Carthamus tinctorius</i>	1,342		1,006	355	677	4 000	237	1 400	4,2	Mexique, Inde	Etats-Unis
<i>Glycine max</i>			13 180		1 129	4 000	203	720	4,9	Etats-Unis, Chine, Brésil	Etats-Unis, Brésil, Argentine
<i>Gossypium</i> spp.				2 850							Etats-Unis
<i>Helianthus annuus</i>	9,818		11,956	4 575	880	3 500	352	1 400	2,8	URSS, Etats-Unis, Argentine	Etats-Unis, Europe de l'Est (URSS incluse), Argentine
<i>Linum usitatissimum</i>	5,828		2,993	850	434	1 200	148	408	6,8	Argentine, Canada, Inde	Canada, Argentine
<i>Ricinus communis</i>	1,296		707	345	662	3 000	298	1 350	3,4	Brésil, Inde	Brésil, Thaïlande, Inde
<i>Sesamum indicum</i>	6,251		1,935	660	302	2 500	145	1 200	6,9	Inde, Chine, Soudan	Mexique, Soudan
<i>Zea mays</i>				550							Etats-Unis, République Sud-Africaine

Tableau 8.4. (suite).

Cultures	Superficie mondiale (10 ⁶ ha) 1977 ¹	Production mondiale en tonnes		Rendement (kg ha ⁻¹) ⁴		Superficie nécessaire (ha) pour 10 ³ kg huile (moyenne, 1977-79)	Principaux pays producteurs ¹ (1977)	Principaux pays exportateurs ² (1977)
		Produit (× 10 ⁶) 1977 ¹	Huile (× 10 ³) 1978-79 ²	produit	huile			
Cultures pérennes								
<i>Aleurites</i> spp.			100				Chine, Paraguay, Argentine	Paraguay, Argentine, Chine
<i>Cocos nucifera</i> (copra)		4,752	2,570	1 000	4 000	2 560	Philippines, Indonésie	Philippines (copra et huile)
<i>Elaeis guineensis</i> mésocarpe	1,245 ⁵		4 305				Malaisie, Nigéria, Indonésie	Malaisie, Indonésie
palmistes régimes		1,542	515	15 000	35 000	7 000	Nigéria, Malaisie	Nigéria, Malaisie
<i>Olea europaea</i>		9,238	1 590	860	10 000	2 500	Italie, Espagne, Grèce	Espagne, Algérie + Maroc + Tunisie

Sources: 1. FAO (1979), 2. Anon. (1980), 3. FAO (1980), 4. Ferwerda (1982), 5. Colon (1979).

Tableau 8.5. Oléagineux: caractéristiques et utilisations des huiles.

Cultures	Produit	Huile (%)	Acides gras (%)		Utilisation de l'huile					
			saturés	non saturés	alimen- tation	savon	huile siccative	industrie chimique		
									mono-	poly-
Cultures annuelles										
<i>Arachis hypogaea</i>	graine	(38-46(-50)	19	50	31	+	-	-	-	-
<i>Brassica</i> spp.	graine	38(-46)	6	77	17	+	-	-	+	+
<i>Carthamus tinctorius</i>	fruit	(20-35(-38)	8	15	76	+	-	+	+	+
<i>Glycine max</i>	graine	(13-18(-24)	18	21	61	+	-	+	-	-
<i>Gossypium</i> spp.	graine ¹	(15-18(-20)	26	22	52	+	-	-	-	-
<i>Helianthus annuus</i>	fruit	(25-40(-50)	12	21	67	+	-	-	-	-
<i>Linum usitatissimum</i>	graine	34(-44)	10	22	68	-	-	+	-	-
<i>Ricinus communis</i>	graine	(40-45(-55)	3	94	3	-	-	+	+	+
<i>Sesamum indicum</i>	graine	(45-48(-55)	15	40	45	+	-	-	-	-
<i>Zea mays</i>	germe ¹	50-56	12	30	58	+	-	-	-	-
Cultures pérennes										
<i>Aleurites</i> spp.	graine	50-60	5	8	87	-	-	+	-	-
<i>Cocos nucifera</i>	copra	(60-64(-65)	91	7	2	+	+	-	-	-
<i>Elaeis guineensis</i>	mésocarpe	45-50	48	42	10	+	+	-	-	-
	graine	(46-48	82	17	1	+	+	-	-	-
<i>Olea europaea</i>	fruit	14-30	12	80	8	+	-	-	-	-

1. Sous-produit.

Source: Ferwerda (1976, 1981).

Tableau 8.6. Production mondiale et propriétés des tourteaux et farines des principaux oléagineux.

Nom scientifique	Production mondiale ¹ (10 ³ tonnes)			Propriétés des tourteaux et farines
	1976/1977	1977/1978	1978/1979	
Cultures annuelles				
<i>Arachis hypogaea</i>	3930	4115	4380	Le tourteau d'arachide est une excellente nourriture pour le bétail. La farine d'arachide préparée spécialement pour la consommation humaine est un complément riche en protéines.
<i>Brassica</i> spp.	3720	4235	5800	Le tourteau de colza, riche en protéines, forme un complément appréciable de protéines dans la nourriture du bétail ou de la volaille (mais n'est pas à conseiller pour les jeunes volailles). Souvent employé dans les tourteaux composés et comme engrais. Des facteurs toxiques sont en partie dus aux glycosides qui contiennent du soufre.
<i>Carthamus tinctorius</i>				Le tourteau des fruits décortiqués du carthame (taux de protéine de 40%) peut servir à la nourriture du bétail. Le tourteau des fruits non décortiqués (taux de protéine 20-22%) est habituellement utilisé comme engrais.
<i>Glycine max</i>	46385	55965	58800	Le tourteau de soja est employé dans la fabrication d'aliments du bétail, seul ou mélangé à d'autres éléments. Il peut être apte à la transformation en farine ou en pâte pour la consommation humaine. On l'emploie aussi comme engrais. Le taux de protéines est de 40-50%.
<i>Gossypium</i> spp.	9430	10495	10370	Le tourteau et la farine de graines de coton servent presque exclusivement à la nourriture animale. Ce sont des concentrés protéiques commercialisés sous forme de cubes ou de boulettes. Le gossypol qui s'y trouve à raison de 1-2% est un composé polyphénolique qui n'est toxique que pour porcins et volailles.
<i>Helianthus annuus</i>	5040	6460	6540	Le tourteau du tournesol est utilisé comme complément à forte teneur protéique dans la nourriture animale, vaches laitières et volailles surtout. On l'emploie aussi comme engrais azoté.

Tableau 8.6. (suite).

Nom scientifique	Production mondiale ¹ (10 ³ tonnes)			Propriétés des tourteaux et farines
	1976/1977	1977/1978	1978/1979	
<i>Linum usitatissimum</i>	1 405	1 915	1 560	Le tourteau de lin est employé dans les aliments concentrés du bétail, généralement mélangé sous forme de granules obtenus après broyage. Le taux en protéines est d'environ 30%. Son utilisation comme engrais est restreinte. Il contient le glycoside cyanogénétique linamarin et l'enzyme linase qui, sous des conditions favorables, hydrolyse le glycoside, en libérant l'acide prussique. En chauffant le tourteau on peut empêcher l'évolution de l'acide prussique et rendre le tourteau inoffensif.
<i>Ricinus communis</i>				Le tourteau (pomace de ricin) obtenu par extraction commerciale s'emploie surtout comme engrais. Sa teneur en protéine est très élevée mais trois composés toxiques de la graine de ricin interdisent tout usage comestible: (1) la ricinine, alcaloïde légèrement toxique sans être dangereux; (2) la ricine, protéine extrêmement toxique existant en grandes quantités et que la cuisson dans l'eau peut éliminer; (3) un allergène puissant, résistant à la chaleur, difficile à éliminer, qui forme environ 12% du tourteau.
<i>Sesamum indicum</i>	730	770	775	Le tourteau de sésame est utilisé pour la nourriture de volaille et bétail et comme engrais. Il ne contient pas moins de 35% de protéines et d'appréciables quantités de calcium et de phosphore. Mélangé à la farine d'arachide et de soja, il assure un apport protéique presque complet pour le bétail. Il est moins propre à la consommation humaine à cause de la difficulté d'éliminer les coques.
<i>Zea mays</i>				Les germes de maïs pressés forment soit le tourteau soit la farine de maïs largement employés comme nourriture du bétail et de la volaille.
Cultures pérennes				
<i>Aleurites</i> spp.				Le tourteau d'aleurite contient 20-25% de protéines mais la présence d'une protéine toxique le rend inapte à la consommation animale. On l'utilise comme engrais.
<i>Cocos nucifera</i>	1 470	1 565	1 405	Le tourteau de la noix de coco ou poonac sert à la nourriture du bétail ou de la volaille.

Tableau 8.6. (suite).

Nom scientifique	Production mondiale ¹ (10 ³ tonnes)			Propriétés des tourteaux et farines
	1976/1977	1977/1978	1978/1979	
<i>Elaeis guineensis</i>	515	445	545	Le tourteau de palmistes n'ayant pas une consistance suffisante est souvent employé sous forme de farine fréquemment utilisée dans les tourteaux composés.
<i>Olea europaea</i>				Le tourteau est utilisé comme engrais.
Autres	460	475	480	
Total mondial	73085	86440	90655	

Sources: 1. Anon. (1980); Godin & Spensley (1971).

Tableau 8. 7. Composition chimique de quelques oléagineux (per 100 g de partie comestible/utilisable).

Nom scientifique	Eau (g)	Energie		Pro- téine (g)	Lipides (g)	Glucides (g)	Fibre (g)	Calcium (mg)	Fer (mg)	Vit. A (U.I.)	Vit. B ₁ (mg)	Vit. B ₂ (mg)	Acide nicoti- nique (mg)	Vit. C (mg)
		kJ	kcal											
Cultures annuelles														
<i>Arachis hypogaea</i>	6	2432	579	27	45	17	3,0	50	2,5	ø	0,9	0,15	17,0	ø
<i>Brassica</i> spp.	8	2285	544	22	40	24	1,8	490	18	100	0,5	0,25	6,5	ø
<i>Carthamus tinctorius</i>				20-55	26-38									
<i>Glycine max</i>	8	1604	382	35	18	20	4,5	200	7,0	0-200	1,1	0,3	2,0	ø
<i>Gossypium</i> spp.	8			16-20	18-20									
<i>Helianthus annuus</i> (graines)	8	2201	524	27	36	23	2,5	100	7,0	ø	1,9	0,2	5,8	-
<i>Linum usitatissimum</i>					34-44									
<i>Ricinus communis</i>					40-55									
<i>Sesamum indicum</i>	5	2487	592	20	50	16	5,0	1500	10	20	1,0	0,25	5,0	ø
<i>Zea mays</i> (fruit)					4,5									
Cultures pérennes														
<i>Aleurites</i> spp.					50-60									
<i>Cocos nucifera</i> (mûr, frais)	45	1575	375	4	35	11	4,0	10	2,0	ø	0,05	0,02	0,6	ø
<i>Elaeis guineensis</i>														
huile de palme	>0	3780	900	0	100	0	0	0	0	1000- 100000	0	0	0	0
huile de palmiste					46-80									
<i>Olea europaea</i>	75	600	143	1,5	13,5	4	1,2	90	1,5	100	ø	ø	ø	0

-: données non disponibles; ø: traces.

Sources diverses.

Tableau 8.8. Caractéristiques morphologiques des principaux oléagineux et leurs cultivars.

Espèce	Cycle	Chromosomes (2n)	Structure	Temps de maturation	Cultivars
Cultures annuelles					
<i>Arachis hypogaea</i> (arachide)	annuel	40 (=4x)	herbacée, érigée ou rampante, 15-60 cm, ramification dimorphe; feuilles avec 2 paires de folioles; fleurs petites, jaunes; fructification souterraine, fruits (gousses) réticulés, 1-8 cm, à 1-6 graines; graines ovoïdes, 2 cm.	90-140 jours	Deux groupes principaux: (1) cvs Virginia: ramification alterne, à cycle long, dormance de la graine (30-60 jours), fruits à 2 graines. (2) cvs Spanish-Valecia: ramification séquentielle, à cycle court, sans dormance de la graine, fruits à 2-6 graines.
<i>Brassica</i> spp. (colza)	annuel		herbacées, érigées, branchues, jusqu'à 1 m; feuilles sessiles (<i>B. campestris</i>) ou pétiolées (<i>B. juncea</i>), fleurs jaunâtres; fruits (siliques) 3-5 cm; graines 2 mm de diam.	85-160 jours	La plupart des cvs sont des variétés locales (A: landraces)
<i>B. campestris</i>		20			Cvs Toria, cvs Brown Sarson, cvs Yellow Sarson (en Inde)
<i>B. juncea</i>		36			Cvs Rai (en Inde)
<i>Carthamus tinctorius</i> (carthame)	annuel	24	herbacé, érigé, branchu, 50-150 cm; feuilles épineuses, sessiles, luisantes; inflorescence: une capitule avec involucre conique; fleurs tubuleuses, hermaphrodites, jaune-orange; fruits (akènes) anguleux, blanc pâle, avec pappe, 8 mm.	120-200 jours	Plusieurs cvs sont distingués en Inde, variant en structure (présence d'épines), en pourcentage d'huile et de matière colorante. Des cvs avec un pourcentage élevé d'huile ont été sélectionnés aux États-Unis, ainsi que des cvs résistants aux maladies et prédateurs, et adaptés à la culture mécanisée.

Tableau 8.8. (suite).

Espèce	Chromosomes (2n)	Structure	Temps de maturation	Cultivars
<i>Glycine max</i> (soja)	40 (= 4x)	herbacé, érigé, buissonnant, parfois rampant et volubile, branchu, pubescent, 20–180 cm; feuilles trifoliolées; fleurs petites, blanches ou lilas; fruits (gousses) légèrement courbés, 3–7 cm, à 1–4 graines; graines globuleuses, noires ou jaunâtres, 0,5–1 cm, sensibles à l'égre-nage.	75–200 jours	Fortement diversifiés de cvs qui peuvent varier en: – temps de maturation – hauteur et type de plante – huile et protéines des graines – photopériodisme
<i>Gossypium</i> spp. (coton) <i>G. barbadense</i> <i>G. hirsutum</i>	52 (= 4x)	petits arbustes, glanduleux, 1–1,5 m, ramification dimorphe, tige et branches inférieures monopodiques, branches supérieures et branches secondaires sympodiques avec fruits; feuilles cordées, lobées; fleurs crème avec épicalice prononcé; fruits (capsules) ovoïdes, 4–6 cm; graines brun foncé, 1 cm, avec indument séminal (soies ou lint, et fuzz ou linter).	6–10 mois	Des cvs exempts de glandes qui produisent le gossypol, ont été sélectionnés pour rendre comestibles le tourteau et la farine du coton.
<i>Helianthus annuus</i> (tournesol)	34	herbacé, érigé, hirsute, souvent non branchu, 70–350 cm; feuilles cordées-ovales, longuement pétiolées; inflorescence: une capitule plate, pendante (diam. 10–50 cm) avec involucre à 3 rangées de bractées; fleurs ligulées neutres, jaunes; fleurs tubuleuses hermaphrodites; fruits (akènes) obovoïdes, variables en couleur, 1 cm.	70–120 jours	On peut distinguer 3 groupes de cvs: (1) cvs géants: 2–4 m de hauteur, capitules 30–50 cm de diam., maturation tardive, teneur en huile assez basse ('Mammoth Russian') (2) cvs demi-nains: 1,4–2,7 m de hauteur, capitules 17–23 cm de diam., maturation précoce, teneur en huile assez élevée ('Pole Star', 'Jupiter') (3) cvs nains: 60–140 cm de hauteur, capitules 14–17 cm de diam., maturation précoce, teneur en huile élevée ('Advance', 'Sunrise')

Tableau 8.8. (suite).

Espèce	Cycle	Chromosomes (2n)	Structure	Temps de maturation	Cultivars
<i>Linum usitatissimum</i> (lin)	annuel	30	herbacé, érigé, branchu, 30–120 cm; feuilles lancéolées; fleurs bleues ou blanches; fruits (capsules) 12 mm, avec nombreuses graines; graines luisantes, brunes ou blanc pâle, 3–6 mm.	150–210 jours	Deux groupes différents de cvs: (1) cvs cultivés pour les graines (2) cvs cultivés pour les fibres
<i>Ricinus communis</i> (ricin)	pérenne, cultivé comme annuelle	20	herbacé, érigé, branchu, 90–450 cm; branches creuses, vertes ou rougeâtres; feuilles peltées, longuement pétiolées, avec limbe palmipartite; inflorescence: une panicule, avec fleurs mâles à la base et fleurs femelles au sommet; fruits (capsules) globuleux, lisses ou épineux, 1,5–3 cm, à 3 graines; graines ovoïdes, comprimées latéralement, luisantes, marbrées, caronculees, 0,5–1,5 cm.	140–190 jours	Aux Etats-Unis des cvs nains non déhiscents ont été développés ('Baker 296', 'Pacific Hybrid 6'), et en Inde des cvs d'une durée moyenne de 165 jours avec un rendement amélioré (10–20% plus élevé que les cvs locaux).
<i>Sesamum indicum</i> (sésame)	annuel	26	herbacé, érigé, branchu ou non, glanduleux, 100–200 cm; tiges carrées, sillonnées longitudinalement; feuilles de forme très variable; fleurs en groupe de 1–3, à court pédoncule avec une glande de chaque côté quand fleur seule, roses ou violacées; fruits (capsules) déhiscents ou non, 2–3 cm, à nombreuses graines; graines ovales, 2–4 mm.	80–180 jours	Il existe un grand nombre de cvs qui se différencient selon temps de maturation, degré de ramification, nombre de fleurs par axille, pourcentage d'huile dans la graine, etc. Des cvs ont été développés avec des fruits non déhiscents.

Tableau 8.8. (suite).

Espèce	Cycle	Chromosomes (2n)	Structure	Temps de maturation	Cultivars
<i>Zea mays</i> (maïs)	annuel	20	herbacé, érigé, 1-4 m; tige pleine; feuilles à limbe développé (35-40 cm) et à gaine embrassante; monoïque; inflorescence(s) axillaire(s): un épi, constitué d'une rafle porteuse d'épillets à fleurons femelles, enveloppé de larges spathes insérées à la base de l'épi; à soies dépassant l'extrémité des spathes; inflorescence terminale: une panicule d'épillets à fleurons mâles; fruits (caryopses) en rangées, cunéiformes, variables en couleur, 0,5-2 cm.	90-150 jours	voir paragraphe 5.2.4. (tableau 5.8)
Cultures pérennes					
<i>Aleurites</i> spp. (aleurite)	pérenne (30 ans)	22	arbres, décidus, branchus, 20 m, avec latex dans toutes leurs parties; feuilles ovales, entières ou lobées, avec 2 glandes à la base du limbe; généralement monoïque avec inflorescences mâles, femelles ou mixtes; fruits (drupes composées) 4-8 cm. à 3-5 graines; graines ovales, 3 cm.	4,5 mois	

Tableau 8.8. (suite).

Espèce	Cycle	Chromosomes (2n)	Structure	Temps de maturation	Cultivars
<i>Cocos nucifera</i> (cocotier)	perenne (80-100 ans)	32	arbre, non branchu, 20-30 m, couronné par environ 30 feuilles, à tronc lisse; feuilles paripennées, à folioles nombreuses, 4-6 m, à stipules fibreuses formant une gaine entourant le tronc; monoïque, avec fleurs mâles et femelles sur la même panicule; fruits (drupes) 20-30 cm, avec exocarpe lisse, mésocarpe fibreux, et endocarpe (= coque) dur, à 1 graine; graine à tégument fin adhérent fortement à la coque, à albumen blanchâtre, huileux, et à grande cavité centrale remplie d'eau de coco en fruit jeune.	12-13 mois	Deux types: (1) cvs allogames, au stipe long, floraison 6-10 ans après semis, donnant 1 tonne de copra pour 4000-6000 noix (var. <i>typica</i> , 'Grand Cocotier') (2) cvs autogames, au stipe modeste, floraison 2 ans après semis, donnant 1 tonne de copra pour 6000-8000 noix (var. <i>nana</i> , 'Nain').
<i>Elaeis guineensis</i> (palmier à huile)	perenne (100 ans)	32	arbre, non branchu, 20-30 m, couronné par 40-50 feuilles, à tronc écailleux; feuilles paripennées, à folioles nombreuses, jusqu'à 7 m, avec pétiole épineux; monoïque, avec fleurs mâles et femelles en épis séparés; fruits (drupes) 3-5 cm, avec exocarpe lisse, rouge ou noirâtre, mésocarpe jaune-orange, huileux, endocarpe (= coque) en général dur, à 1 graine; graine (= amande, palmiste) à tégument mince et adhérent, à albumen huileux (amande + coque = noix de palme).	6 mois	Trois types: (1) dura, à coque de 2-8 mm d'épaisseur, à mésocarpe représentant 35-55% du poids du fruit (2) tenera, à coque de 0,5-2 mm d'épaisseur, à mésocarpe représentant 60-95% du poids du fruit (3) pisifera, dépourvu de coque, stérile en dominance

Tableau 8.8. (suite).

Espèce	Cycle	Chromosomes (2n)	Structure	Temps de maturation	Cultivars
<i>Olea europaea</i> (olivier)	perenne (100 ans)	46	arbre, sempervirent, branchu, formant des rejets à la base épaisse du tronc, 16-20 m; tronc se déformant en vieillissant, et prenant un aspect tourmenté; branchement près du niveau du sol donnant de grosses ramifications; feuilles lancéolées, gris-vert; inflorescence: un racème avec nombreuses fleurs sur les rameaux d'un an d'âge; fruits (drupes) d'abord verts, noirâtres quand mûrs, 1-2 cm, avec mésocarpe charnu, huileux, endocarpe dur, à 1 graine.	5-6 mois	Il existe un grand nombre de variétés (de populations ou de clones) existant dans le Bassin Méditerranéen. A cette très grande diversité du matériel végétal vient d'ajouter la confusion au niveau des noms donnés aux cvs. Quelques cvs: 'Chemlal', 'Chemlali', 'Picual', 'Franktoio'.

Sources diverses.

Tableau 8.9. Données écologiques des principaux oléagineux.

Espèce	Latitude (en °)	Altitude à l'équateur (m)	Température (en °C)		Besoins en eau (mm)	pH optimal	Sensibilité à la salinité
			moyenne	minimum absolu			
Cultures annuelles							
<i>Arachis hypogaea</i>	0-40	0-1 500	24-33	+ 0	500- 750	4,0-8,0	forte
<i>Brassica</i> spp.	0-58	1 500-2 500	15-20	- 6	200- 500	6,5-7,6	faible
<i>Carthamus tinctorius</i>	0-45	1 600-2 200	17-20	- 7	450- 600	5,0-8,0	faible
<i>Glycine max</i>	0-52	0-2 000	16-27	+ 0	350- 750	5,8-7,0	moyenne
<i>Gossypium</i> spp.	0-47	0-1 200	25	0	450- 800	6,0-7,0	moyenne
<i>Helianthus annuus</i>	0-55	1 000-2 600	15-23	- 0	250- 500	6,0-7,5	moyenne
<i>Linum usitatissimum</i>	0-55	1 600-2 700	14-20	- 5	500-1 000	6,5-7,5	moyenne
<i>Ricinus communis</i>	0-52	0-2 500	20-26	+ 0	250- 500	5,0-6,5	moyenne
<i>Sesamum indicum</i>	0-40	0-1 300	21-27	+ 0	300- 600	5,5-8,0	forte
<i>Zea mays</i>	0-50	0-1 800	25-30	0	450- 900	6,0-7,0	moyenne
Cultures pérennes							
<i>Aleurites</i> spp.							
<i>A. fordii</i>	29-31			- 6	750-1 000		
<i>A. montana</i>	0-28	1 000-1 800	18-22	+ 6	1 000-2 800	6,0-6,5	moyenne
<i>Cocos nucifera</i>	0-20	0- 600	24-28	+10	1 300-4 000	5,2-8,0	moyenne
<i>Elaeis guineensis</i>	0-13	0- 500	24-28	+10	1 500-4 000	5,5-7,0	moyenne
<i>Olea europaea</i>	18-45		15-20	- 4	200- 800	6,5-8,0	faible

Sources diverses.

Tableau 8.10. Données sur le semis des principaux oléagineux.

Culture	Matériel	Méthode	Quantité de semences (kg ha ⁻¹)	Poids 1000 graines (g)	Ecartement (distance entre lignes) (cm)	Densité (plantes ha ⁻¹)	Observations
Cultures annuelles							
<i>Arachis hypogaea</i> (arachide)	graine (bouture)	Le semis se fait en lignes à plat, en billon, ou sur buttes, avec 1-2 graine(s) par poquet. Le décortilage doit avoir lieu peu de temps avant le semis pour assurer un bon pouvoir germinatif.	80-125 (graines) 115-180 (en coque)	400-1000	30-60	70000-250000	En culture paysanne l'arachide est souvent associée aux autres cultures (p. ex. maïs).
<i>Brassica</i> spp. (colza)	graine	Semis en lignes, de préférence avec un semoir. Parfois le semis se fait à la volée suivi de hersage (à disques).	(2-5)-11	3-4	20-45	200000-500000	Le colza est cultivé pur et en association.
<i>Carthamus tinctorius</i> (carthame)	fruit	Semis à la volée ou en lignes	(5-13)-34	30-80	15-75	100000-300000	En Inde le carthame est souvent cultivé en association avec des céréales et des légumineuses à graines. Le sarclage est important pendant les jeunes stades de la culture.

Tableau 8.10. (suite).

Culture	Matériel	Méthode	Quantité de semences (kg ha ⁻¹)	Poids 1000 graines (g)	Ecartement (distance entre lignes) (cm)	Densité (plantes ha ⁻¹)	Observations
<i>Glycine max</i> (soja)	graine	Semis à la volée ou en lignes, en billons (en Chine) ou sur buttes (en Extrême-Orient). Aux Etats-Unis le semis se fait en lignes avec un semoir.	40-70	100-200	45-120	100 000-800 000	Le soja est cultivé en culture pure ou en association avec maïs, coton (en Chine) et autres cultures (en Manchourie). Cultivé comme fourrage il est associé au maïs, sorgho et Sudan grass; comme engrais vert, souvent au niébé (Etats-Unis).
<i>Gossypium</i> spp. (coton)	graine	Semis en lignes, de préférence sur billons		100-130	60-100	25 000-100 000	Le coton est parfois associé avec des cultures à cycle court, comme arachides ou haricots.
<i>Helianthus annuus</i> (tournesol)	fruit	Semis à la volée ou en lignes avec semoir	9-17	70-110	90-110	30 000-60 000	
<i>Linum usitatissimum</i> (lin)	graine	Le semis ne doit être pratiqué qu'avec un semoir, et pas à la volée	18-35	4-6	18-30	400 000-500 000	
<i>Ricinus communis</i> (ricin)	graine	Semis en lignes après préparation profonde du champ. En Afrique, 2-4 graines sont plantées par poquet, le démarrage étant fait ensuite à la plante.	± 13	100-1 000	100	40 000-50 000	En Inde le ricin est souvent associé aux autres cultures. Un sarclage régulier est important et doit être peu profond pour ne pas endommager les racines superficielles.

Tableau 8.10. (suite).

Culture	Matériel	Méthode	Quantité de semences (kg ha ⁻¹)	Poids 1000 graines (g)	Ecartement (distance entre lignes) (cm)	Densité	Observations
<i>Sesamum indicum</i> (sésame)	graine	Semis à la volée ou en lignes à la main ou par semoir. Graines souvent mélangées de terre pour obtenir une distribution égale des semences.	9-11	2-4	30-75	300 000-400 000	Le sésame peut être cultivé en association avec maïs et sorgho, et en Ouganda avec pois d'Angole aussi après la récolte d'éleusine. Le champ doit être bien préparé et sarclé à cause du lent développement du sésame au stade juvénile.
<i>Zea mays</i> (maïs)	fruit	Semis en lignes	10-30	150-300	75-100	10 000-70 000	Le maïs est souvent associé à d'autres cultures (p. ex. arachides, Cucurbitacées, tubercules).
Cultures pérennes							
<i>Aleurites</i> spp. (aleurite)	graine, porte-greffe et écussons	Les graines peuvent être semées: (1) directement dans le verger; (2) dans une pépinière, et les plants repiqués ensuite dans le verger; (3) dans une pépinière, les plants d'un an d'âge étant écussonnés et repiqués ensuite dans le verger.			500-800	148-400	L'aleurite se trouve aussi en culture associée à d'autres cultures (p. ex. maïs, soja), quand elle est encore jeune.

Culture	Matériel	Méthode	Quantité de semences (kg ha ⁻¹)	Poids 1000 graines (g)	Ecartement (distance entre lignes) (cm)	Densité (plantes ha ⁻¹)	Observations
<i>Cocos nucifera</i> (cocotier)	fruit (noix)	Les noix sont mises en ger- moir et, quelques semaines plus tard, placées en pépiniè- re, 3-4 mois après les plantu- res (de l'âge de 6 mois envi- ron) sont repiquées à leur emplacement définitif dans la cocoteraie.			780	143 (plantation en triangle)	Souvent manioc, patate dou- ce, maïs ou riz sont plantés en cultures dérobées entre les cocotiers avant leur stade de fructification. Bananier et ananas sont as- sociés à la culture cocotière dans certaines régions, ainsi que des Graminées de pâtu- rage.
<i>Elaeis guineensis</i> (palmier à huile)	noix, parties végéta- tives (par culture de tis- sus)	Les noix sont mises en ger- moir et 3-5 mois plus tard, placées en pré-pépinières. Après 3-5 mois un deuxième repiquage se fait dans une pépinière, où les plants res- tent 12-14 mois avant être repiqués à l'emplacement dé- finitif.		4000-13000 (seednuts)	780-850	143-160 (plantation en triangle)	Dans les plantations paysan- nes le palmier à huile est sou- vent associé aux cultures vi- vrières (p. ex. maïs, manioc, igname, bananier). Dans les plantations industrielles des plantes de couverture (Légé- mineuses) sont semées entre les arbres.
<i>Olea europaea</i> (olivier)	bouture (tige, souchet) dragon porte- greffe	Le bouturage à partir de ra- meaux ligneux ou souchets est la méthode la plus fré- quemment utilisée. Le semis de noyaux en pépinière suivi d'un greffage de la variété à multiplier est également uti- lisé.			1 000-2 400	17-100	

Tableau 8.11. Prélèvement d'éléments fertilisants par quelques cultures oléagineuses.

Culture	Produit récolté	Prélèvement en kg ha ⁻¹					Observations
		N	P	K	Ca	Mg	
Cultures annuelles							
<i>Arachis hypogaea</i>	gousse	45-52	2-4	12-14	6-8,5	4-7	par 1 tonne ha ⁻¹ de gousses (Sénégal)
		30	7	10,5	2	2,5	par 1 tonne ha ⁻¹ de gousses (Etats-Unis)
<i>Glycine max</i>	graine	60	7	10-15	?	?	par 1 tonne ha ⁻¹ de graines
<i>Helianthus annuus</i>	fruit	48	7	11	2	4	par 2 tonnes ha ⁻¹ de fruits
<i>Sesamum indicum</i>	graine	45	20	10	10	?	par 1,5 tonne ha ⁻¹ de graines
Cultures pérennes							
<i>Cocos nucifera</i>	fruit	92	41	137	23	38	par 7000 fruits ha ⁻¹
<i>Elaeis guineensis</i>	régime	56	22	105	14	18	par 20 tonnes ha ⁻¹ de régimes frais (FFB = fresh fruit bunches)
<i>Olea europaea</i>	fruit	5,4	0,5	6,2	?	?	par 800 kg ha ⁻¹ de fruits

Remarque. Les niveaux indicatifs d'un élément en pourcentage de la matière sèche des tissus foliaires analysés sont les suivants:

Cocotier (pour la feuille du rang 14): 1,8-2,0 N; 0,12 P; 0,8-1,0 K; 0,50 Ca; 0,30 Mg.

Palmier à huile (pour la feuille de rang 17): 2,5 N; 0,15 P; 1,0 K; 0,60 Ca; 0,24 Mg.

Sources diverses.

Tableau 8.12. Incidence des maladies et prédateurs chez quelques oléagineux.

Espèce	Maladies bactériennes	Maladies fongiques	Maladies virales	Maladies à mycoplasmes	Maladies à agent inconnu	Insectes nuisibles	Nématodes	Insectes des produits stockés	Oiseaux	Mammifères
Cultures annuelles										
<i>Arachis hypogaea</i>	xx	xx	xxx	-	-	xx	xx	xx	-	-
<i>Brassica</i> spp.	-	xx	-	-	-	xx	-	-	-	-
<i>Carthamus tinctorius</i>	x	xx	x	-	-	xx	x	x	-	-
<i>Glycine max</i>	xx	xx	x	-	-	xx	xx	xx	-	-
<i>Helianthus annuus</i>	x	xx	x	x	-	xx	-	x	xxx	-
<i>Sesamum indicum</i>	xx	xxx	x	xx	-	xxx	x	-	xx	x
Cultures pérennes										
<i>Cocos nucifera</i>	-	xx	x	xxx	xx	xx	xxx	x	-	xx
<i>Elaeis guineensis</i>	x	xxx	-	-	xx	xxx	xxx	-	xx	xx
<i>Olea europaea</i>	x	xxx	-	-	-	xx	-	-	xx	-

Explication: xxx: grave, xx: moyenne, x: légère, -: insignifiante.

Sources diverses.

Tableau 8.13. Maladies et prédateurs des principaux oléagineux.

Culture	Maladies	Prédateurs
Cultures annuelles		
<i>Arachis hypogaea</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Cercospora</i> spp.: cercosporiose (F); leaf spot disease (A). Symptômes: taches brunes ou noires surtout sur les feuilles menant à la défoliation. Lutte: chimique, culturale (rotation, semis précoce, destruction des débris infectés). - <i>Sclerotinia</i> spp.: pourriture du collet (F); root rot (A). Symptômes: pourriture du collet et autres parties de la plante; apparition de sclérotés brun-roux. Lutte: chimique, culturale (rotation); cvs résistants. - <i>Puccinia arachidis</i> Speg.: rouille (F); rust (A). Symptômes: décoloration et dessèchement des feuilles. Lutte: cvs résistants. 	<p>L'arachide est attaquée par un assez grand nombre d'insectes, dont la plupart sont polyphages. Les ennemis les plus importants sont:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pucerons (<i>Aphis craccivora</i>) - chenilles d'<i>Amsacta</i> spp. - jassides (<i>Empoasca</i> spp.) - 'army worms' (<i>Spodoptera</i> spp.) - 'bollworms' (<i>Heliothis</i> spp.) - thrips (<i>Frankliniella</i> spp.) - nématodes - termites, fourmis-parasol, mille-pattes. <p>Lutte: chimique, culturale.</p>

Tableau 8.13. (suite).

Culture	Maladies	Prédateurs
<i>Brassica</i> spp.	<p>– <i>Aspergillus flavus</i> Link. ex Fr.: maladie d'aflatoxines (F); aflaroot disease (A). Symptômes: sécrétion de composés cancérogènes, très toxiques pour de nombreux animaux domestiques. Lutte: récolter dès maturité, sécher rapidement, éviter toute réhumidification ultérieure des gousses, trier les graines; cvs résistants.</p> <p>– virus: p.ex. rosette (F); rosette virus disease (A): maladie virale très dévastatrice en Afrique dans les régions humides, transmise par <i>Aphis craccivora</i> Koch. Symptômes: feuilles chlorosées ou vert foncé, plante à port en rosette. Lutte: chimique, culturale (semis précoce et dense); cvs résistants.</p> <p>Une lutte efficace contre les maladies du colza et de la moutarde est difficile de nombreux pathogènes attaquant aussi bien les espèces cultivées que les espèces spontanées apparentées. Les maladies les plus importantes sont:</p> <p>– <i>Alternaria brassicae</i> (Berk.) Sacc.: Alternaria blight (A). Symptômes: mort des plantules, attaque des parties aériennes. Lutte: chimique (désinfection des semences), culturale (semences saines, diminuer la fréquence des <i>Brassica</i> dans la rotation).</p> <p>– <i>Peronospora brassicae</i> Gäum.: mildiou (F); downy mildew (A). Symptômes: chute des feuilles et déformation de la tige. Lutte: chimique, culturale (sarclage, destruction des débris, diminuer la fréquence des <i>Brassica</i> dans la rotation).</p> <p>– <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) dBy: Sclerotinia blight (A). Symptômes: mort des plantules, réduction de la vigueur de la plante. Lutte: culturale (rotation, brûlage des débris et des mauvaises herbes).</p> <p>– <i>Albugo candida</i> (Pers.) Kuntz: rouille blanche (F); white rust (A). Symptômes: déformations des plantes. Lutte: chimique (désinfection des semences), culturale (sarclage, rotation).</p>	<p>– pucerons: <i>Brevicoryne brassicae</i> L., cabbage aphid (A); <i>Lipaphis erysimi</i> Kalt., mustard aphid (A). Ils sont polyphages et en même temps vecteurs de maladies virales. Symptômes: Lutte: chimique, culturale (sarclage); cvs précoques; cvs résistants.</p> <p>– <i>Bagrada</i> spp.: larves et adultes des punaises (harlequin bugs (A)). Symptômes: flétrissement et dessèchement des plants. Lutte: chimique, culturale (destruction des mauvaises herbes).</p> <p>– <i>Athalia</i> spp.: larves (sawflies (A)). Symptômes: destruction des feuilles. Lutte: chimique, culturale (destruction des mauvaises herbes).</p>

Tableau 8.13. (suite).

Culture	Maladies	Prédateurs
<i>Carthamus tinctorius</i>	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Puccinia carthami</i> Corda: rouille (F); rust (A). Symptômes: flétrissement des plantules, pustules brunes sur les feuilles. Lutte: culturale (semences saines, rotation), cvs résistants. – flétrissements par <i>Verticillium</i> spp. et <i>Fusarium oxysporum</i> Schl.f. <i>carthami</i>. Symptômes: décoloration des feuilles. Lutte: chimique (désinfection des semences), culturale (rotation); cvs résistants. 	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Acanthiophilus helianthii</i> Rossi: saflower fly (A). Symptômes: pourriture des inflorescences. Lutte: chimique et/ou biologique? – pucerons, punaises de <i>Lygus</i>, acridiens, cicadelles, etc.
<i>Glycine max</i>	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Phakopsora pachyrhizi</i> Syd.: rouille de soja (F); soybean rust (A). Symptômes: taches chlorosées, défoliation. Lutte: culturale (rotation), cvs résistants. – <i>Phialophora gregata</i> (Allington & Chamberl.) W. Gams: brown stem rot (A). Symptômes: décoloration des éléments vasculaires, flétrissement et dessèchement des feuilles. Lutte: culturale (rotation); cvs résistants. – <i>Phytophthora megasperma</i> Drechs. var. <i>soja</i> A. A. Hildeb.: phytophthora rot (A). Symptômes: flétrissement. Lutte: cvs résistants. – <i>Pseudomonas glycinea</i> Coerper: bactériose (F); bacterial blight (A). Symptômes: taches brun-noir, chute des feuilles. Lutte: cvs résistants. – <i>Xanthomonas phaseoli</i> (E. E. Smith) Dowson var: <i>sojensis</i> (Hedges) Starr & Burckh.: bacterial pustule (A). Symptômes: verrues foliaires, jaunissement. Lutte: cvs résistants. – virose mosaïque (F); soybean mosaic virus (A). Symptômes: mosaïque. Lutte: chimique, cvs résistants. 	<p>Jusqu'à l'expansion récente du soja dans les zones tropicales et subtropicales, les insectes, sauf en Orient, n'ont pas été en général considérés comme un grave problème. Néanmoins, un grand nombre et une large variété d'insectes sont associés à la culture du soja et leur infestation peut sous certaines conditions provoquer des pertes de récolte ou de qualité. Les plus représentatifs dans les principales zones de culture du soja dans le monde sont cités par Norman (1978). Le 'corn ear worm' (<i>Heliothis zea</i> Boddie) et les 'stink bugs' (<i>Acrosternum hilare</i> Say, <i>Nezara viridula</i> L., <i>Euschistus servus</i> Say) sont probablement ceux qui posent le plus de problèmes. Lutte: chimique, culturale; cvs résistants.</p> <ul style="list-style-type: none"> – nématodes. Lutte: chimique, culturale (rotation); cvs résistants.
<i>Helianthus annuus</i>	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Plasmopara halstedii</i> (Farl.) Berl. & de Toni: mildiou (F); downy mildew (A). Symptômes: fonte des semis, décoloration foliaire, rabougrissement. Lutte: cvs résistants. – <i>Puccinia helianthii</i> Schw.: rouille (F); rust (A). Symptômes: verrues orange-noir, surtout sur les feuilles. Lutte: culturale (rotation); cvs résistants. – <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>: wilt and head rot (A). Symptômes: flétrissement, 	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Homoeosoma electellum</i> Hulst: sunflower moth (A). Symptômes: inflorescences couvertes d'une couche soyeuse. Lutte: chimique, culturale, biologique; cvs résistants. – oiseaux. Lutte: culturale, affolants mécaniques.

Tableau 8.13. (suite).

Culture	Maladies	Prédateurs
<i>Sesamum indicum</i>	<p>pourriture des inflorescences. Lutte: chimique, culturale, biologique; cvs résistants.</p> <p>– <i>Verticillium dahliae</i> Kleb.: flétrissement (F); Verticillium wilt (A). Symptômes: décoloration et flétrissement des feuilles, rabougrissement. Lutte: chimique (désinfection des semences), culturale (rotation); cvs résistants.</p> <p>– <i>Alternaria sesami</i> (Kawa.) Moh. & Beh.: Alternaria leaf spot (A). Symptômes: taches brun foncé, chute des feuilles, pourriture. Lutte: chimique (désinfection des semences), culturale (rotation, destruction des débris).</p> <p>– <i>Pseudomonas sesami</i> Malk.: bacterial leaf spot (A). Symptômes: taches brun foncé vers pourpre, nécrose. Lutte: chimique (désinfection des semences), culturale (destruction des débris); cvs résistants.</p> <p>– maladie à mycoplasmes (F); phyllody or green flowers (A). Symptômes: déformation des fleurs. Lutte: culturale (destruction des débris), biologique (lutte contre les jassides); cvs résistants (contre insecte-vecteur et mycoplasme).</p>	<p>– les aphidés sont cosmopolites et transmettent des maladies virales. Symptômes: feuilles ridées, déformation des jeunes tiges. Lutte: culturale (temps de semis, écartement), biologique.</p> <p>– <i>Asphondylia sesami</i> Felt: cécidomie (F); gall midge (A). Symptômes: gallicoles des boutons floraux et des fruits. Lutte: mesures effectives absentes.</p> <p>– <i>Orosius</i> spp.: jassides (F); jassids (A). Symptômes: dégâts directs et phyllodie provoquée par mycoplasme transmis par les jassides. Lutte: culturale (rotation, temps de semis, destruction des plantes infectées).</p> <p>– <i>Antigastra catalaunalis</i> Dup.: chenille des feuilles (F); leaf roller (A). Symptômes: enroulement des feuilles, collant feuilles et tiges par une couche soyeuse. Lutte: culturale.</p>
Cultures pérennes	<p>Les causes de nombreuses graves maladies sont incomplètement connues et les connaissances actuelles sujettes à révision en fonction de l'information disponible.</p> <p>Les maladies les plus importantes sont:</p> <p>– <i>Phytophthora</i> spp.: pourriture du bourgeon (F); bud rots (A). Symptômes: pourriture des tissus tendres apicaux du tronc causant la mort du bourgeon terminal. Lutte: culturale (éradication des palmiers morts par brûlage).</p> <p>– organisme pathogène inconnu: cadang-cadang, yellow mottling disease (A). Symptômes: taches jaunes foliaires donnant à l'arbre un aspect carencé, dépérissement lent de l'arbre suivi de mort (Philippines). Lutte: aucune.</p>	<p>– nématode: <i>Rhadinaphelenchus cocophilus</i> (Cobb.) Goodey: anneau rouge (F); red ring disease (A). Voir palmier à huile.</p> <p>– insectes: <i>Oryctes</i> spp., <i>Rhynchophorus</i> spp. Voir palmier à huile.</p> <p>– rats.</p>

Tableau 8.13. (suite).

Culture	Maladies	Prédateurs
	<ul style="list-style-type: none"> – maladie à mycoplasmes transmise par un vecteur inconnu: jaunissement mortel (F); lethal yellowing, Kaïncopé disease (A). Symptômes: chute prématurée des noix, nécrose des inflorescences, jaunissement des feuilles, pourriture du bourgeon. Lutte: cvs résistants du type nain malaisien. – <i>Ganoderma</i> spp.: pourriture du tronc (F); trunk rots (A). Voir palmier à huile. 	
<i>Elaeis guineensis</i>	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Rhizoctonia lamellifera</i> Small, <i>Pythium</i> sp.: blast (A). Symptômes: dépérissement et pourriture du cortex racinaire des palmiers de 4–10 mois d'âge. Lutte: culturale (ombrage et arrosage régulier pendant les stades critiques). – organisme pathogène inconnu: arcure défoliée (F); crown disease (A). Symptômes: pourriture des folioles dans les flèches donnant des feuilles courbées en arc de cercle en leur milieu chez des palmiers de 2–4 ans d'âge d'origine Deli dura. Lutte: la plupart des palmiers guérissent après quelque temps. – <i>Fusarium oxysporum</i> f. <i>elaeidis</i> Toovey: fusariose (F); vascular wilt disease (A). Symptômes: dessèchement et cassage des feuilles. Lutte: peu pratiquée, sélection semble prometteuse. – <i>Ganoderma</i> spp.: pourriture du tronc (F); trunk rots (A). Symptômes: feuilles âgées retombent sans cassure du rachis, finalement toute la couronne est tombée. Lutte: chimique?, culturale (brûlage des vieux troncs). – organisme pathogène inconnu: marchitez, sudden wither (A). Symptômes: pourriture racinaire, dessèchement rapide des feuilles. Associé avec <i>Sagalassa valida</i> (Amérique). Lutte: inconnue. – <i>Erwinia</i> sp. et autres pathogènes: pourriture du coeur (F); bud rots (A). Symptômes: pourriture de la partie inférieure des flèches du bourgeon terminal. Lutte: inconnue. 	<ul style="list-style-type: none"> – nématode: <i>Rhadinaphelenchus cocophilus</i>: anneau rouge (F); red ring disease (A). Symptômes: lésions à l'intérieur du tronc formant un anneau rouge sur une coupe transversale du tronc (Amérique). Vecteur: <i>Rhynchophorus palmarum</i> L. Lutte: chimique, biologique (contre l'insecte vecteur), culturale (destruction des palmiers infectés). – insectes: <i>Oryctes</i> spp.: Rhinoceros beetles (A). Symptômes: coléoptères attaquant de la base des jeunes feuilles vers le coeur. Lutte: culturale (brûlage des débris et troncs des palmiers morts). <i>Rhynchophorus</i> spp.: palm weevils (A). Symptômes: charançons minant le tronc, la couronne et les inflorescences des palmiers. Lutte: empêcher la formation de voies de pénétration (lutte contre les coléoptères et les charançons). <i>Sagalassa valida</i> Walk.: oil palm root miner (A). Symptômes: larves attaquant les racines (Amérique). Lutte: chimique (endrine). <i>Strategus aloeus</i> L.: Strategus beetle (A). Symptômes: coléoptères attaquant chez jeunes palmiers le plateau radulaire vers le bourgeon. Lutte: chimique (endrine), culturale (brûlage des débris et troncs des palmiers morts). – oiseaux (tisserins) – rats, porcs sauvages, éléphants.

Tableau 8.13. (suite).

Culture	Maladies	Prédateurs
<i>Olea europaea</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Cycloconium oleaginum</i> Cast.: l'oeil de paon (F). Symptômes: taches foliaires brun-jaunâtre, chute des feuilles et des fruits. Lutte: chimique. - <i>Pseudomonas savastanoi</i> Smith: tuberculose, chancre bactérien (F). Symptômes: tumeurs. Lutte: culturale (greffons, boutures et pied-mère sains); cvs résistants. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Dacus oleae</i> Gmel.: mouche de l'olive (F). Symptômes: chute des fruits. Lutte: chimique, biologique. - <i>Prays oleae</i> Bern.: teigne de l'oliver (F). Symptômes: chute des fruits. Lutte: chimique, biologique. - <i>Saissetia oleae</i> Bern.: cochenille noire (F). Symptômes: chute des feuilles. Lutte: chimique, biologique.

Sources diverses.

Tableau 8.14. Objectifs d'amélioration de quelques oléagineux.

Culture	Objectifs d'amélioration
Cultures annuelles	
<i>Arachis hypogaea</i>	Les objectifs incluent: rendements économiques plus élevés par hectare, résistance aux maladies et prédateurs, y compris moisissures productrices de toxines, maturité uniforme de la graine, caractères favorables à la mécanisation et à la transformation, goût et texture acceptables, meilleure conservation au stockage, plus forte teneur en huile et protéines, qualités nutritionnelles accrues, et moindre vulnérabilité génétique de la culture. On peut en outre inclure en tant que buts à long terme: lutte biologique contre les parasites, efficacité accrue de fixation d'azote, efficacité accrue dans l'utilisation de fertilisant; résistance au froid, à la sécheresse, et aux sols acides; ainsi qu'une capacité photosynthétique maximale.
<i>Brassica</i> spp.	Très peu de choses ont été faites dans les régions tropicales en matière de sélection. Priorité doit être donnée à la mise au point de cvs ayant de basses teneurs en acide érucique dans leur huile, de basses teneurs en glucosinates dans leur tourteau et de hauts rendements en graines.
<i>Carthamus tinctorius</i>	L'amélioration s'est surtout concentrée sur la sélection de cvs à haute teneur en huile. Une teneur plus élevée en huile et une réduction de la teneur en coque ont accru la valeur du carthame. Les autres objectifs incluent une période de croissance plus courte pour échapper à la gelée ou aux hautes températures, afin d'étendre les limites de la culture.
<i>Glycine max</i>	La sélection, jusqu'à maintenant, a été axée sur les besoins dans les pays tempérés. La tendance dans la décennie suivante s'orientera vers la culture dans les régions subtropicales et tropicales. Les difficultés les plus grandes pour la culture de soja dans les basses terres subtropicales et tropicales seront de surmonter la réponse de la culture à la photopériode et de mettre au point des cycles culturaux adaptés à ces régions. Les objectifs comprennent: rendements plus élevés par hectare, cvs ayant une période de maturité adaptée à une latitude donnée, cvs non sujets à la verse et à l'égrenage (important pour la récolte mécanisée), teneurs plus fortes en huile et protéines, résistance aux maladies, cvs permettant d'utiliser comme légume les graines non mûres et cvs pour l'utilisation en tant que fourrage et engrais vert.

Tableau 8.14. (suite).

Culture	Objectifs d'amélioration
<i>Gossypium</i> spp.	Des cvs ont été sélectionnés avec des graines dépourvues de glandes à pigments dont le contenu coloré est toxique – principalement le gossypol – et passe en partie dans l'huile et les tourteaux. L'intérêt de cvs sans ces glandes est double: <ul style="list-style-type: none"> – d'une part, coût de l'extraction de l'huile moins élevé, une simple neutralisation suffisant; – d'autre part, les tourteaux peuvent être utilisés pour la fabrication de farine alimentaire sans qu'il soit nécessaire de fixer le gossypol comme pour les cvs ordinaires.
<i>Helianthus annuus</i>	Les principaux objectifs de la sélection incluent: rendement accru en graines, maturité plus précoce, moindre hauteur de la plante, uniformité de type de plante, et résistance aux maladies et prédateurs. Un plus haut pourcentage d'huile est important dans la sélection pour les types cultivés pour la production d'huile, alors que dans la sélection des autres types les objectifs les plus importants sont une plus grande taille de la graine, un rapport grain/coque élevé, et l'uniformité quant à la taille, la forme et la couleur de la graine. Il est possible que la qualité de l'huile, le pourcentage et la qualité des protéines deviennent des objectifs de sélection additionnels et de plus en plus importants.
<i>Sesamum indicum</i>	Des rendements stables et plus élevés et une plus grande résistance aux maladies sont les principaux objectifs d'amélioration, de même que la sélection en vue de plus forte teneur en huile. Des cvs ont été sélectionnés dont les capsules sont indéhiscentes afin de faciliter la récolte mécanisée. La sélection a également porté sur les plantes à tige unique, qui mûrissent plus uniformément de la base au sommet. Avec ses qualités intrinsèques de saveur agréable, de haute valeur nutritionnelle, et la stabilité tant de son huile que de sa farine, le sésame mérite de mieux retenir l'attention.
Cultures pérennes	
<i>Cocos nucifera</i>	La sélection en vue de la résistance contre les maladies incurables mérite une haute priorité. Le développement de méthodes de multiplication végétative au moyen de culture de tissus accélérera les programmes d'amélioration. Le but final de la plupart des travaux de sélection sur le cocotier est d'augmenter le rendement en huile par hectare. L'hybridation entre types nains et de haute taille pour combiner la précocité des nains avec le haut rendement, les plus grandes noix et la vigueur des types de haute taille, laisse envisager des résultats prometteurs.
<i>Elaeis guineensis</i>	L'objectif majeur a été d'augmenter le rendement d'huile par hectare. La recherche en vue de sélection pour la résistance aux prédateurs, aux maladies et à la sécheresse mérite une haute priorité. La culture de tissus deviendra un instrument de valeur dans ce genre de recherche. Pour le moment l'accent est mis dans les travaux de sélection sur la production de tenera amélioré par croisement avec dura et pisifera sélectionnés (ces derniers en tant que parent mâle). Le développement de palmiers pisifera fertiles et de hauts rendements peut être accéléré par multiplication végétative.
<i>Olea europaea</i>	Il existe de fortes différences en rendement et teneur en huile. L'amélioration se fait par sélection de bons arbres-mères pour la multiplication végétative (clones, porte-greffe), ou pour l'hybridation.

Sources diverses.

Tableau 8.15. Commercialisation des huiles dans le monde (1978).

Culture	Production mondiale en huile ($\times 10^3$ tonnes) 1978-'79	Exportation mondiale 1978		Pays importateurs principaux
		en huile ($\times 10^3$ tonnes)	%	
Cultures annuelles				
<i>Arachis hypogaea</i>	3 285	723	22	Europe Occidentale, Venezuela
<i>Brassica</i> spp.	3 655	949	26	Inde, Europe Occidentale
<i>Carthamus tinctorius</i>	355	37	10	Japon
<i>Glycine max</i>	13 180	5 802	44	Europe Occidentale, Inde, Iran, Pakistan
<i>Gossypium</i> spp.	2 850	416	14,5	Proche-Orient
<i>Helianthus annuus</i>	4 575	1 257	27	Europe Occidentale
<i>Sesamum indicum</i>	660	87	13	Japon
<i>Zea mays</i>	550	117	21	Canada, Benelux
Cultures pérennes				
<i>Cocos nucifera</i>	2 570	1 521	55	Etats-Unis, Europe Occidentale
<i>Elaeis guineensis</i> huile de palme	3 790	2 065	54,5	Europe Occidentale, Inde, Etats-Unis, Japon
huile de palmiste	515	310	60	Europe Occidentale, Etats-Unis
<i>Olea europaea</i>	1 590	232	14,5	Europe Occidentale, Proche-Orient, Etats-Unis

Source: Anon. (1980).

Tableau 8.16. Caractéristiques particulières des oléagineux.

Culture	Caractéristiques particulières
Cultures annuelles	
<i>Arachis hypogaea</i>	Bien que souvent considérée comme une culture commerciale, l'arachide est aussi une importante culture de subsistance dans de nombreux pays en développement. La toxicité due à l'aflatoxine est un problème important, spécialement quand la récolte est faite trop tard et le séchage effectué trop lentement. L'aflatoxine ne contamine pas apparemment l'huile extraite, mais reste dans le tourteau.
<i>Brassica</i> spp.	La demande industrielle pour les huiles végétales à forte teneur en acide érucique s'accroîtra probablement dans le futur. Ceci peut justifier la sélection et la culture de cultivars de colza à forte teneur en acide érucique, à des fins non alimentaires. Pour l'alimentation humaine, néanmoins, il est probable que seules les huiles de colza et de moutarde à basse teneur en acide érucique seront permises dans le proche futur. Sa protéine ayant une haute valeur biologique, il se peut que la teneur en protéine de la graine devienne éventuellement plus importante que sa teneur en huile.

Tableau 8.16. (suite).

Culture	Caractéristiques particulières
<i>Carthamus tinctorius</i>	Le futur de cette culture dépendra de la demande en produits à base d'acide linoléique à des fins alimentaires ou industrielles, ou en huiles siccatives non jaunissantes, et d'une utilisation accrue des sous-produits protéiques. En tant qu'huile de cuisine, le carthame n'a pas pénétré les grands marchés parce qu'elle a tendance à former de fortes quantités de matières polymériques par oxydation. L'huile provenant d'un nouveau cv., avec presque 80 pour cent d'acide oléique, est d'excellente qualité pour la cuisine et pourrait devenir un sérieux rival de l'huile d'olive.
<i>Glycine max</i>	La large gamme de cvs disponibles et le vaste programme de sélection ont permis d'obtenir de nombreux types d'huile aptes à des usages spécifiques, et de nouveaux débouchés s'offrent continuellement. En conséquence, le soja a moins souffert que les autres oléagineux de la compétition des synthétiques. Le soja a de fortes potentialités comme culture dans les régions déficitaires en protéines et en huile, sous réserve que des cvs convenablement adaptés y soient introduits.
<i>Gossypium spp.</i>	L'utilisation commerciale des graines de coton dépend fortement de l'existence de capacité de broyage adéquate et de la disponibilité de transport bon marché à partir des usines d'égrenage, la faible teneur en huile ne permettant pas de hauts coûts de transport. La présence de substances dans les glandes à pigment réduit nettement la valeur de la graine de coton par rapport aux autres graines oléifères. Les graines sans glandes sont exemptes de gossypol et donnent donc un aliment qui n'a pas besoin d'être détoxifié pour être utilisé par les animaux monogastriques.
<i>Helianthus annuus</i>	L'huile de tournesol est très sujette à variations dans sa composition selon les différentes conditions de croissance. Une augmentation significative de la teneur en huile a été obtenue ces dernières années par la sélection de nouveaux cvs à fort rendement en huile en U.R.S.S. et en Europe de l'Est. L'extension des limites nord de la culture sera possible par la production de types à maturité précoce.
<i>Sesamum indicum</i>	Le principal problème est que les rendements ne sont pas favorables si on les compare à ceux des autres oléagineux, et à ce sujet les essais de sélection ont eu peu de succès. Un procédé amélioré pour l'élimination de la cuticule à goût amer de la graine pourrait donner de l'importance à la farine de sésame en tant que source de protéines qui contiennent de hauts niveaux d'acides aminés soufrés.
<i>Zea mays</i>	La demande s'accroît en huiles comestibles non saturées qui ont une teneur élevée en acide linoléique, celle-ci étant de 34-62% dans le maïs. L'huile de maïs a de fortes potentialités en tant qu'huile de cuisine car elle est un agent efficace de réduction du cholestérol du sang dans les cas d'artériosclérose.
Cultures pérennes	
<i>Cocos nucifera</i>	L'usage industriel de l'huile de coco a été menacé dans les années récentes par les possibilités accrues de substitution d'autres huiles et graisses, et aussi par le développement des matières chimiques à base de pétrole.
<i>Elaeis guineensis</i>	La production d'huile de qualité supérieure est difficile dans des pays (Nigéria par exemple) où l'huile est encore extraite par des milliers de petits producteurs et transportée dans de petits récipients et fûts qui sont utilisés continuellement et ne sont jamais nettoyés à fond. L'huile, de qualité médiocre, a une haute teneur en acides gras libres, contient souvent de l'eau et d'autres impuretés, et son blanchiment est médiocre.

Tableau 8.16. (suite).

Culture	Caractéristiques particulières
<i>Olea europaea</i>	L'huile d'olive est appréciée comme huile de cuisine et de table par suite de son goût spécial. Son importance relative va en décroissant, car alors que la production d'huile à partir des graines oléifères augmente rapidement, celle de l'huile d'olive a beaucoup moins progressé. Les oliviers montrent l'alternance de la fructification. La production est concentrée dans une petite partie du monde, la production varie donc de façon identique et simultanée dans la plupart des pays producteurs, perturbant l'équilibre du marché.

Sources diverses.

Tableau 8.17. Production énergétique du palmier à huile par 1 ha de plantation par an.

Composant	Energie (ha ⁻¹ an ⁻¹)		Remarques	
	10 ⁶ kJ	10 ⁶ kcal		
Feuilles:		156,7	37,3	1 l de gazole = 41 850 kJ
- folioles	51,7	12,3		1 kg d'huile de palme = 39 758 kJ
- pétioles	105,0	25,0		1 kg d'huile de palmiste = 37 971 kJ
Régimes & huiles:		277,6	66,1	
- huile de palme et de palmiste	196,1	46,7		
- rafles	39,1	9,3		
- coques	21,8	5,2		
- fibres	20,6	4,9		
Stipe:		90,3	21,5	
Production énergétique annuelle totale par hectare	524,6	124,9		

Source: Martin (1981).

Tableau 8.18. Potentiel énergétique correspondant à 1 ha de plantation de cocotiers de 150 arbres (donnant 10 000 noix et 1 800 pétioles par an).

Composant	Energie (ha ⁻¹ an ⁻¹)		Equivalent essence ¹	
	10 ⁶ kJ	10 ⁶ kcal	litres × 10 ³ par an	litres par jour
pétiole	65,60	15,62	1,94	5,3
bourre	67,20	16,00	2,00	5,4
coque	41,58	9,90	1,23	3,3
Total	174,38	41,52	5,17	14,0

1. Equivalent essence = 33 810 kJ/litre (8 050 kcal/litre).

Source: Banzon (1981).

9 Les légumineuses à graines

E. Westphal

9.1 Introduction

9.1.1 Généralités

Les légumineuses sont des plantes dont le fruit est une gousse formée par un seul carpelle et qui s'ouvre le long de ses deux sutures ventrale et dorsale pour se séparer en deux valves. La gousse peut être ronde ou plate ou ailée, épaisse ou mince, droite ou courbe, courte ou longue, parcheminée ou non, ligneuse ou charnue, déhiscence ou indéhiscence, partagée parfois en segments à une graine.

Dans le texte, le mot légumineuse (A: legume) est employé pour désigner toute plante appartenant aux Léguminosae, l'appellation légumineuse à graines (A: pulse ou grain-legume) étant réservée aux légumineuses cultivées dont les graines à l'état sec sont comestibles et entrent dans l'alimentation plus encore que les gousses et les feuilles de la plante.

9.1.2 Espèces, noms, origine et répartition

Espèces, noms Il y a deux groupes principaux de légumineuses tropicales:

- les légumineuses à graines,
- les légumineuses dont les graines sont oléifères: arachide et soja principalement.

Les légumineuses à graines dont la culture est la plus répandue dans les régions tropicales sont le haricot commun, le pois du cap (ou haricot de lima), le niébé (ou haricot dolique) et l'ambrévade (ou pois d'Angole ou pois pigeon). En Inde une place importante est occupée par trois légumineuses dont les graines sont de petite taille, à savoir: le pois chiche, l'ambrévade et l'ambérique (et le haricot velu). Parmi les autres légumineuses à graines de moindre importance cultivées dans les régions tropicales il faut citer: le pois sabre (ou haricot sabre), *Canavalia gladiata*, le cyamopse à quatre ailes, *Dolichos uniflorus*, l'antaque (ou dolique d'Egypte), *Vigna aconitifolia*, *Phaseolus acutifolius*, le haricot riz, le haricot adzuki, le pois carré, le pois bambara (ou haricot pistache ou vouandzou), la lentille de terre, le pois mascate. Les légumineuses à graines cultivées en bordure des tropiques en tant que culture d'hivernage ou à de fortes altitudes dans les régions intertropicales, comprennent: la gesse blanche, la lentille, le haricot d'Espagne, le pois et la fève de marais. La pomme de terre du Mossi et le dolique bulbeux sont surtout cultivés pour leurs tubercules comestibles, mais aussi pour leurs graines. Les graines de *Parkia* spp. sont utilisées comme condiment. On se reportera

au tableau 9.1 pour les informations générales concernant les espèces citées.

Origine et répartition Parmi les légumineuses mentionnées sur le tableau 9.1 cinq espèces sont originaires de l'Afrique, l'une d'elles étant seulement trouvée à l'état sauvage (*Parkia* spp.). *Vigna unguiculata* (niébé) et *Voandzeia subterranea* (pois bambara) ne sont importantes qu'en Afrique même. Ayant leur origine aux Amériques se trouvent sept espèces, parmi lesquelles l'importante *Arachis hypogaea* (arachide), *Phaseolus lunatus* (pois du cap) et *Phaseolus vulgaris* (haricot commun), qui se sont répandus dans les pays tropicaux et subtropicaux, *P. vulgaris* étant également cultivé dans les régions tempérées.

L'Asie est le centre d'origine de douze espèces, presque toutes de la tribu des Phaseoleae, parmi lesquelles *Glycine max* (soja) et *Dolichos lablab* (antaque) se rencontrent dans d'autres régions tropicales dans des proportions appréciables, la première espèce nommée étant trouvée aussi dans les régions subtropicales et les régions tempérées de climat chaud (les Etats-Unis). L'Inde est une très importante aire de culture pour diverses espèces asiatiques, telles que *Dolichos uniflorus* (A: horse gram), *Vigna mungo* (haricot velu), *Vigna radiata* (ambérique). Une espèce, *Cajanus cajan* (ambrévade) est aussi devenue importante hors de son centre d'origine qui fut l'Inde. Enfin, en Asie occidentale méditerranéenne cinq espèces ont été cultivées qui ont gagné les régions subtropicales tempérées, et les hautes terres des régions tropicales, telles que *Cicer arietinum* (pois chiche), *Lathyrus sativus* (gesse blanche), *Lens culinaris* (lentille), *Pisum sativum* (pois), et *Vicia faba* (fève des marais) tous appartenant à la tribu des Viciae.

Des traces de culture de légumineuses à graines ont été trouvées dans des sites archéologiques du Vieux continent et du Nouveau monde, indiquant qu'elles semblent avoir été parmi les toutes premières plantes domestiquées. Il se peut que dans le développement de l'agriculture une sorte de pression sélective sur les régimes alimentaires se fasse sentir, menant à des cultures dont les protéines se complètent les unes les autres par la composition en acides aminés de leurs parties comestibles. A long terme, une sélection portant à la fois sur des systèmes de culture efficaces et sur des régimes alimentaires adéquats a pu se développer, assurant ainsi à la communauté une nourriture suffisante et un régime alimentaire équilibré. Ceci se constate nettement aux Amériques où systèmes de culture et alimentaires sont basés sur la production et la consommation du maïs et des haricots. Des combinaisons complémentaires similaires entre légumineuses à graines et céréales peuvent être trouvées dans l'Ancien continent.

9.1.3 Importance économique, modes de consommation, préparation et utilisation

Importance économique Une haute production de légumineuses à graines est une caractéristique des régions qu'ont occupées les civilisations antiques, et où, du moins localement, de fortes densités démographiques se sont maintenues, avec des densités de population telles que les disponibilités locales en protéines animales provenant d'animaux domestiqués et sauvages n'étaient plus suffisantes. Que des civilisations puissent se développer et se maintenir sur une large base de protéines végétales, la preuve

en est donnée par le développement des civilisations aztèque et maya en Amérique, chez lesquelles aucun animal n'était domestiqué pour sa viande et où les principales sources de protéines pour la population étaient dans l'ensemble les cultures de céréales et de légumineuses à graines (+ Cucurbitacées). Sur l'Ancien continent, les animaux domestiques utilisés comme bêtes de somme et source de nourriture (viande, lait) ont été depuis longtemps une caractéristique bien connue des systèmes agricoles. Dans les sociétés stables, densément peuplées, les animaux servent à exploiter les ressources protéiques qui ne sont pas directement utilisables par l'homme. Porcs et volailles qui se nourrissent de ce qu'ils trouvent dans la nature et de détritiques sont typiques de ce genre d'agriculture.

Les légumineuses à graines forment un élément fondamental des systèmes cultureux des basses terres tropicales. Plusieurs espèces sont cultivées dans les zones tropicales sèches et humides, tant en monoculture qu'en de complexes cultures multiples et dans des systèmes de culture avec jachère buissonnante. Leur possibilité universelle de croissance vigoureuse dans une large gamme de milieux et sur des sols pauvres sans apport complémentaire d'azote, rendent les légumineuses à graines tout particulièrement avantageuses dans l'agriculture de subsistance.

La rapide croissance de quelques annuelles (niébé, haricots secs), la productivité hautement constante du soja et de l'arachide, et le fait que certaines espèces vivaces rampantes et volubiles (dolique bulbeux, pomme de terre du Mossi, pois du cap, pois mascate) et certaines espèces ligneuses pérennes (ambrévade, pois sabre, *Parkia* spp.) portent des fruits pendant une longue période, sont des avantages complémentaires dans les systèmes de culture complexes avec jachère buissonnante.

Plus d'une douzaine d'espèces contribuent à la production de légumineuses à graines dans les régions tropicales. Parmi elles, les haricots secs (*Phaseolus vulgaris*), les pois chiches, une partie des graines de soja, les pois secs, les lentilles et les fèves de marais sont nettement des espèces qui demandent une température assez fraîche et donc une altitude moyenne à élevée. De même, l'ambrévade, le niébé, l'arachide et les espèces asiatiques (A: asian grams) telles que ambérique, haricot velu, haricot riz, antaque, *Phaseolus aconitifolius*, et autres de la catégorie des 'haricots secs' de l'Asie du Sud sont généralement cultivés à de plus basses altitudes. Toutefois, le soja se rencontre dans les deux zones écologiques, du moins en Asie méridionale. Pour l'année 1977, la production de légumineuses à graines (arachide et soja non compris) se monte à environ 58 millions de tonnes, sur une superficie de 81 millions d'hectares (tableau 9.2). Les estimations concernant la production varient considérablement à travers les ans, et il se peut que les chiffres de production soient sous-estimés de 20 à 30%, étant donné que dans les régions tropicales et subtropicales un grand nombre des cultures de légumineuses à graines se font au niveau rural et ne sont pas incorporées dans les statistiques officielles. Si l'on ajoute l'arachide et le soja, la production atteint quelque 155 millions de tonnes, sur quelque 149 millions d'hectares, en 1977.

Sur le tableau 9.3 la production et la superficie des diverses légumineuses à graines indiquées par régions écologiques et selon les espèces, est basée sur l'information relative à 1971. Il ressort de ce tableau que parmi les régions tropicales, dans les premières

années 70, l'Asie méridionale a contribué à raison d'environ 21 millions de tonnes de grains secs sur environ 33 millions d'hectares, tandis que l'Afrique tropicale et l'Amérique Latine ont récolté environ 8,5 millions de tonnes chacune, sur respectivement 12 et 10 millions d'hectares.

Le pois chiche et les haricots secs ont constitué les deux tiers de la production totale de légumineuses à graines aux altitudes moyennes et élevées dans les régions tropicales. L'ambrevade, le niébé, l'ambérique et le haricot velu contribuent probablement plus directement à l'alimentation humaine, même dans les zones où l'arachide est la culture principale. L'ambrevade a été sans doute la légumineuse à graines de basses terres la plus importante, avec plus de 90% de la récolte produite en Inde en 1971. En ce qui concerne les plantes non citées et les plantes du 'potager' il est possible que leur production soit sous-estimée de probablement 10 à 15%. Les espèces originaires d'Asie (A: asian grams) ont donné collectivement à peu près 2,5 millions de tonnes en 1971, dont probablement 80% ont été cultivées en Inde (haricot velu 0,44 million de tonnes, ambérique, 0,30 million de tonnes, *Dolichos uniflorus* 0,39 million de tonnes). Environ 95% de la production du niébé de basses altitudes provient d'Afrique, avec plus de 60% pour le seul Nigéria. Néanmoins, il est tout à fait probable que la production est sous-estimée de 10 à 15%.

L'arachide représentait environ 40% de la totalité des légumineuses tropicales de basses terres en 1971, mais elle est principalement cultivée comme culture commerciale, pour la transformation industrielle en huile et tourteaux, plutôt que pour la consommation directe. Proportionnellement, le soja s'est accru plus rapidement aux altitudes moyennes à élevées, enregistrant un quintuplement de la production entre 1961–1965 et 1971. Entre 1971 et 1977, la production a doublé et a atteint quelque 79 millions de tonnes.

La catégorie 'autres' peut comprendre à la fois des espèces communes et certaines moins familières, et s'élève à environ 2,3 millions de tonnes sur environ 4,8 millions d'hectares. On estime que 80% proviennent des basses terres tropicales (Inde principalement).

Modes de consommation L'importance relative qu'occupent les légumineuses à graines dans les régimes alimentaires des divers pays est indiquée dans le tableau 9.4.

La consommation de légumineuses à graines dans le Nouveau monde va d'un ordre de grandeur très bas en Argentine et en Uruguay (3–7 g par personne par jour), où les besoins en protéines peuvent être couverts à partir des ressources d'origine animale, pour passer à des niveaux modérés au Chili (22 g), au Honduras (36 g), puis à de relativement hauts niveaux au Paraguay (44 g), au Mexique (51 g) et atteindre de très hauts niveaux au Brésil (68 g). La légumineuse à graines la plus importante est *Phaseolus vulgaris*. Aux Etats-Unis le niveau de consommation est élevé pour un pays développé (16 g).

Le sous-continent indien est la partie du monde qui est dans la plus grande dépendance des légumineuses à graines, par suite de la forte pression démographique qui s'exerce sur les terres, des interdits religieux frappant l'abattage du bétail bovin (la

vache est 'sacrée' dans la société hindoue) joints à l'interdiction de la consommation de toute viande quelle qu'elle soit pour un Hindou orthodoxe. Bien que le chiffre moyen de consommation de légumineuses à graines en Inde soit élevé (71 g), le niveau général le plus fréquemment constaté se situe entre 40 et 75 g par jour.

Les légumineuses à graines cultivées en Inde sont en dominance celles de l'Ancien continent: ambérique (*Vigna radiata*), haricot velu (*Vigna mungo*), pois chiche (*Cicer arietinum*), ambrévade (*Cajanus cajan*), pois (*Pisum sativum*), lentille (*Lens culinaris*), et gesse blanche (*Lathyrus sativus*). L'acceptation, à quelque degré significatif que ce soit, des légumineuses à graines du Nouveau monde *Phaseolus vulgaris* et *P. lunatus*, s'est heurtée à une extrême répugnance, bien que l'arachide ait été aisément acceptée. Il existe un grand contraste entre les quantités de légumineuses à graines entrant dans l'alimentation dans les pays voisins de l'Inde comme Sri Lanka (16 g), la Malaisie et l'Indonésie. En Indonésie, l'usage fait des légumineuses est assez intense, comme celui du soja pour la confection de 'temphe', de sauces au soja et autres préparations culinaires; l'ambérique y est très cultivée et l'arachide est également utilisée.

En Extrême-Orient (Chine et Japon) l'utilisation des légumineuses à graines se situe à un niveau élevé. Pour la Chine l'estimation officielle est de 42 g par personne par jour, dont 18 g de soja. Le Japon est un des rares exemples de société technologiquement avancée qui ait un fort niveau d'utilisation de légumineuses à graines (50 g), ceci dû aux méthodes avancées de transformation et de fabrication de produits à base de soja hautement acceptables et agréables au goût.

En Afrique, au sud du Sahara, la consommation de légumineuses à graines varie énormément, allant d'une utilisation extrêmement intensive du haricot commun dans l'Est du Zaïre et les zones limitrophes de l'Ouganda et du Burundi, où *Phaseolus vulgaris* atteint le rare statut de culture de base, pour tomber ailleurs à des niveaux très bas. Dans la zone de l'Ouganda où *P. vulgaris* est cultivé comme culture de base, des chiffres de 100–150 g par personne par jour ont été mentionnés. Les niveaux cités pour l'Afrique s'étendent de 0 à 150 g, avec un niveau moyen d'environ 40 g, qui peut même tomber à 13 g par personne par jour. La légumineuse à graines indigène, le niébé, est largement plantée et consommée. Les espèces américaines de *Phaseolus* sont beaucoup plus facilement acceptées par les Africains du fait de leur ressemblance en forme et en propriétés culinaires avec le niébé. *P. vulgaris* est une légumineuse à graines parfaitement acceptable dans une grande partie de l'Afrique, Afrique du Centre et du Sud particulièrement, où elle est parfois préférée au niébé car elle se conserve mieux une fois stockée, attirant moins les charançons. Le niébé, les haricots communs, les pois du cap, les cultivars nains à graines blanches de *Phaseolus coccineus*, l'ambrévade, le soja et le pois bambara peuvent parfaitement être cultivés en Afrique du Centre. Parmi ces légumineuses, seuls le niébé, le haricot commun, peut-être le pois du cap et le pois bambara sont facilement acceptés (en plus des arachides). Les essais d'introduction de soja et d'ambrévade ont été très décevants. Ces deux cultures sont extrêmement bien adaptées aux conditions régnantes d'une grande partie de l'Afrique, elles rendent bien, sont souhaitables du point de vue agronomique, mais tout ceci ne sert à rien devant le net manque d'acceptation. En Afrique, les légumineuses à graines

ne sont pas une nourriture de prestige, et les légumineuses à graines exotiques sont ainsi d'une introduction beaucoup plus difficile que des produits exotiques tels que le pain de froment auquel est associé un certain prestige.

Dans le reste de l'Afrique, le reste de la région méditerranéenne, et l'Europe, les niveaux de consommation sont moyens. En Afrique du Nord, la légumineuse à graines la plus populaire est probablement la fève de marais, mais d'autres sont cultivées et consommées d'une manière significative: pois chiche, lentille, et fénugrec (*Trigonella foenum-graecum*). Ce dernier est fortement aromatique et utilisé surtout comme assaisonnement, mais en Ethiopie il est traditionnellement consommé par les mères allaitantes, qui se nourrissent de plus grandes quantités de légumineuses à graines que de coutume pour maintenir l'apport du lait maternel.

Dans les régions nord-méditerranéennes, la consommation de légumineuses à graines est relativement forte selon les normes européennes, mais à mesure que le niveau de vie s'améliore, le niveau de consommation baisse. Les légumineuses à graines sont marquées d'une infamie: car elles constituent 'la viande du pauvre'. Les légumineuses à graines cultivées dans ces régions méditerranéennes d'Europe comprennent les fèves de marais, les pois etc., mais en outre *Phaseolus vulgaris* d'origine américaine y a été introduit dans une mesure beaucoup plus importante qu'en Afrique du Nord. L'importance des légumineuses à graines décline de la Méditerranée en allant vers le Nord de l'Europe, dans des régions où les protéines animales sont relativement plus abondantes.

Préparation et utilisation Les légumineuses ont divers avantages sur les autres plantes alimentaires: leur simplicité de préparation et la multiplicité des formes sous lesquelles elles sont comestibles, telles que jeunes pousses tendres et feuilles, gousses entières avant leur maturité, pois et haricots frais, et grains secs. Quelques espèces produisent des tubercules comestibles (pomme de terre du Mossi, dolique bulbeux et pois carré). La valeur nutritionnelle de la plupart des légumineuses à graines en termes de protéines, énergie, vitamines et minéraux est hautement complémentaire dans le régime alimentaire tropical constitué de racines et tubercules, plantains, céréales, légumes indigènes, fruits, et un minimum de protéines animales. Les protéines des graines de légumineuses sont aussi le concentré d'aliments protéiques obtenu sans transformation qui est le moins cher et le plus facilement stocké et transporté, tant pour l'usage rural que citadin.

Les nombreuses utilisations des légumineuses et les plats qui peuvent être préparés à partir des graines sèches ou des gousses et graines vertes encore tendres, sont chose assez familière. Toutefois il est moins notoirement connu que les germes et les feuilles vertes encore tendres sont d'un usage très répandu en tant qu'herbes potagères et contribuent de ce fait à l'apport de protéines dans l'alimentation. De plus, on ne sait pratiquement rien de l'utilisation des tubercules du pois carré (*Psophocarpus tetragonolobus*), de la pomme de terre du Mossi (*Sphenostylis stenocarpa*) et du dolique bulbeux (*Pachyrhizus erosus*) et on ne possède pas non plus d'études précises sur les niveaux de productivité et la valeur nutritionnelle des tubercules des légumineuses.

Quelques unes des meilleures espèces fourragères et à pâturer sont des légumineuses tropicales, comme les cultivars rampants ou semi-érigés du niébé, *Phaseolus acutifolius*, *Dolichos uniflorus*, l'ambérique, le haricot riz, le pois mascate, le cyamopse à quatre ailes, le soja, et autres.

Il n'est pas rare d'obtenir de légumineuses à graines densément semées plus de 20–40 tonnes ha⁻¹ de matière verte à haute teneur de protéine, ou 5–10 tonnes ha⁻¹ de foin sec, dans un laps de temps relativement court (60–80 jours). De même, ces espèces et d'autres aussi sont appréciables pour leur capacité de restauration de la fertilité du sol, et en tant que plantes de couverture, pour protéger les sols sensibles à l'érosion. Les types de niébé à port étalé forment une bonne couverture, alors que le pois carré est une plante excellente pour la nodulation et la fixation de l'azote.

Les légumineuses à graines peuvent être employées d'une manière générale de six différentes façons:

1. *Graines sèches mûres.* La plus grande partie de la production de légumineuses à graines est consommée sous cette forme. Sous réserve que la teneur en eau soit de 10% ou moins, que la température d'emmagasinage ne soit pas excessivement élevée et que l'infestation par les insectes des produits stockés soit évitée, la valeur nutritionnelle peut être maintenue pendant plusieurs années. Sauf pour les graines oléagineuses (soja, arachide) les légumineuses gardent une bonne viabilité; la germination après sept années de stockage dans un endroit frais n'a rien d'exceptionnel. Certaines graines de légumineuses deviennent dures au stockage et demandent un trempage et une cuisson prolongés avant d'être mangées (pois bambara et *Phaseolus acutifolius* p. ex.). Les graines de soja ne peuvent pas être utilisées de la même manière que celles des autres légumineuses à graines (c'est-à-dire les pois, les fèves, les divers *Phaseolus*, les lentilles, les pois chiches) mais doivent être soumises à une fermentation pour rendre leur protéine digestible. La grande majorité des graines sèches peut être consommée après stockage en mettant d'abord les graines sèches à tremper puis en les cuisant à l'eau.

2. *Graines fraîches, mûres et immatures.* Les légumineuses à graines qui peuvent être consommées en tant que graines mûres peuvent aussi être utilisées en tant que graines fraîches, mûres ou non. Quand les gousses sont coriaces et fibreuses, les graines sont enlevées de la cosse et cuites à peu près comme on le fait pour les fèves et les pois des jardins. Les pois du cap sont fréquemment mangés de cette façon.

3. *Gousses n'ayant pas encore atteint la maturité.* Les légumineuses à graines dont les gousses restent charnues pendant 2–3 semaines avant de devenir ligneuses peuvent être cueillies vertes et utilisées comme légume vert. C'est une des façons usuelles de la consommation des fruits de *Phaseolus vulgaris* et *P. coccineus* en Europe occidentale. Il est possible de se servir d'autres haricots tels que *Vigna unguiculata* cv.-groupe *Sesquipedalis* (dolique asperge) dont les gousses ont un mètre de long, *Canavalia ensiformis* (pois sabre), *C. gladiata* et *Psophocarpus tetragonolobus* (pois carré). Du point

de vue nutritionnel, les fruits immatures ont une plus basse teneur en protéine et sont relativement plus riches en vitamines et hydrates de carbone solubles que les graines mûres.

4. *Graines germées.* La pratique d'utiliser les germes de graines et les jeunes plants de légumineuses à graines en tant que légumes frais est très répandue en Orient. Le stockage des graines sèches et leur mise à germer selon les besoins permet la production d'un apport continu de matière légumière fraîche. La teneur en acide ascorbique passe de niveaux négligeables dans la graine à quelque 12 mg 100 g⁻¹ après 48 heures de germination. Les teneurs en riboflavine et niacine augmentent de façon significative et les hydrates de carbone insolubles sont également mobilisés. Bien que les germes de soja et d'ambérique aient été et soient communément utilisés, la fève de marais et le pois chiche ont été également utilisés de cette façon. Les processus impliqués dans la germination améliorent aussi apparemment la digestibilité des légumineuses à graines telles que le soja. Les germes peuvent être consommés en tant que salade ou comme légume.

5. *Produits fermentés.* Dans l'Asie du Sud-Est s'est développée une technologie alimentaire d'une remarquable sophistication, qui emploie toute une gamme de micro-organismes pour la fermentation de diverses matières végétales et animales. La fermentation des graines de soja est particulièrement intéressante du fait qu'elle améliore à la fois la digestibilité et la palatabilité.

Les produits fermentés sont (voir aussi paragraphe 8.6.4):

- sauce de soja: fermentation par *Aspergillus oryzae* (Chine, Japon)
- pâte de soja: fermentation par *A. oryzae* (Japon, Chine)
- tempeh: fermentation par *Rhizopus oryzae* (Indonésie)
- natto et hamanatto: fermentation par *Bacillus subtilis* (Japon et Corée respectivement).

6. *Extraction de protéines des légumineuses à graines.* La séparation des protéines facilement digestibles du soja de celles qui sont indigestes est communément effectuée en Chine et au Japon. Les produits le plus habituellement préparés sont:

- le 'caillé' de soja, 'tofu'
- le lait de soja
- autres produits. Le tourteau obtenu à partir de soja ou d'arachide est un produit très riche en protéines. Les protéines obtenues à partir de tourteaux oléagineux offrent de larges possibilités d'obtention de protéines isolées de grande valeur nutritionnelle qui permettent d'enrichir d'autres aliments, tels les produits céréaliers. La substitution du traitement en usine de la protéine végétale à celle d'origine animale est moins coûteuse et plus efficiente.

9.1.4 Composition chimique et valeur nutritionnelle

Les légumineuses à l'état sec produisent presque autant d'énergie par unité de poids que les céréales. Leur teneur élevée en protéine ressort clairement du tableau 9.5, l'ordre de grandeur se situant dans la plupart des cas entre 17 et 25%, le double à peu près de ce que donnent les céréales, et légèrement plus que la teneur de la viande, du poisson et des oeufs. Le soja et l'arachide sont exceptionnels, leur teneur étant respectivement d'environ 35 et 27%. La plupart des légumineuses généralement mangées par l'homme contiennent peu de matières grasses (1-2%); le pois chiche et le vouandzou en contiennent environ 4 et 6% respectivement, alors que les graines d'arachide et de soja en contiennent environ 45 et 18% respectivement. Les légumineuses contiennent environ 60% d'hydrates de carbone (amidon principalement) qui sont en général bien assimilés et utilisés. Dans le soja néanmoins, il y a seulement quelque 40% des hydrates de carbone qui sont présents sous une forme utilisable.

La valeur nutritionnelle des protéines des légumineuses à graines dépend de la composition en acides aminés de la protéine stockée dans les cotylédons. Pour que ces ressources soient pleinement exploitées, il peut être nécessaire d'adopter des techniques de transformation spéciales (comme dans le cas du soja). Les données sur la composition en acides aminés consignées sur le tableau 9.6 montrent que dans tous les cas où il est possible de définir le premier et le second acide aminé limitant on trouve toujours le tryptophane et les acides aminés soufrés (cystéine, cystine, méthionine) et particulièrement la méthionine. D'autre part, les légumineuses à graines ont en général une forte teneur en lysine, dont les céréales sont relativement carencées. On peut donc conclure que ceci est probablement un caractère général des légumineuses dans leur ensemble. Toutefois, une protéine ne remplacera les déficits en acides aminés d'une autre protéine que si toutes deux sont ingérées simultanément, ou presque simultanément. Ceci signifie que, si on veut que les légumineuses produisent leur effet maximal comme complément d'un régime à base de céréales, elles doivent être mangées régulièrement jour après jour en association avec la nourriture de base (figure 9.1). Tout bien considéré, en partant de la répartition des acides aminés établie provisoirement par la FAO, les protéines les plus satisfaisantes fournies par les légumineuses à graines sont celles du soja.

Les protéines des légumineuses sont en dominance des globulines, mais les albumines sont également présentes chez un assez petit nombre d'espèces.

Il apparaît qu'à l'état cru de nombreuses légumineuses contiennent des substances non digestibles ou antagonistes à la digestion. Cet inconvénient peut dans presque tous les cas être éliminé par la chaleur d'une cuisson adéquate, ou par un trempage préalable, surtout lorsque l'eau de trempage est changée, sans qu'il y ait pour cela altération de la composition en acides aminés. Le fait que les légumineuses soient si facilement rendues digestibles par une application correcte de chaleur lors de la cuisson a sans nul doute largement contribué à l'ampleur de leur utilisation. La cuisson, par sa chaleur, est la plus simple et plus effective méthode d'amélioration de la valeur nutritionnelle de nombreuses légumineuses à graines. Il en résulte une dénaturation

coefficient d'efficacité
protidique (CEP)

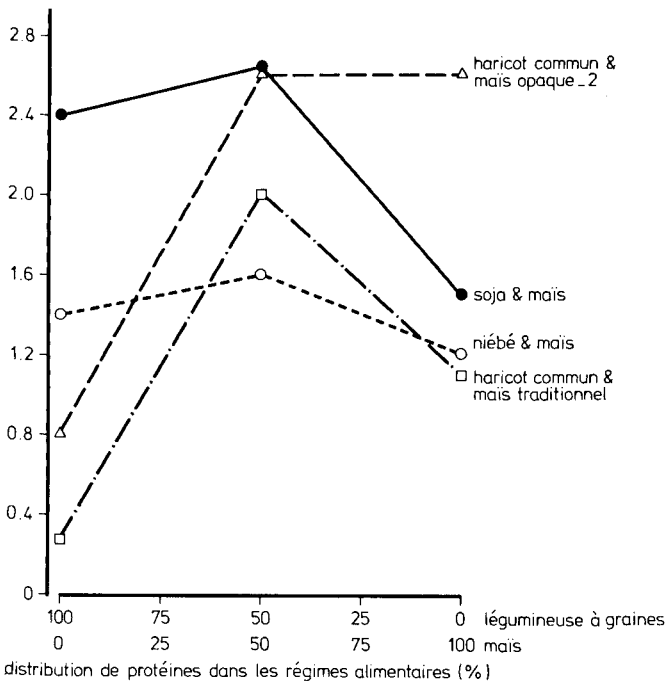


Figure 9.1. Distribution des protéines dans les régimes alimentaires (%). (d'après Bressani & Elias, dans: Summerfield & Bunting, 1980).

des protéines responsables de l'inhibition de trypsine (et autres protéases), de l'hémagglutination et de l'hydrolyse enzymatique des glucosides cyanogénétiques.

Parfois, néanmoins, des moyens plus complexes sont employés, tels la fermentation, comme par exemple dans la préparation de tempeh à partir des graines de soja.

Les constituants toxiques des légumineuses à graines incluent:

- Les inhibiteurs des protéases. Les inhibiteurs de trypsine (et peut-être aussi d'autres protéases) sont impliqués dans les troubles digestifs et de croissance provoqués par une alimentation à base de graines qui n'ont pas été cuites. Ces inhibiteurs de protéases sont des protéines aussi, thermo-labiles et non activées par la chaleur (soja et haricot vert).
- Hémagglutinines. Ce sont des protéines par leur nature et leurs propriétés caractéristiques sont apparemment détruites par dénaturation due à la chaleur. Il semble probable que l'action inhibitrice sur la croissance et les effets néfastes sur la digestion sont dus à l'action continue des inhibiteurs de protéases et des hémagglutinines (trouvés dans le soja et le haricot vert p. ex.).
- Glucosides cyanogénétiques. Parmi les légumineuses à graines courantes citées, seul

le pois du cap paraît vraisemblablement être une source significative de problèmes cyanogénétiques dans la nutrition. Le principe toxique a été extrait et identifié comme linamarine ou phaséolunatine, qui par hydrolyse enzymatique produit du glucose, de l'acétone et de l'acide cyanhydrique. Le principe toxique du manioc amer est apparemment identique. Des teneurs en cyanure de l'ordre de 10–20 mg par 100 g sont considérées sans danger.

– Saponines. Elles ont été constatées dans le soja, le haricot sabre et *Canavalia gladiata*. Elles sont supposées avoir une action délétère sur l'organisme après ingestion. Les saponines toxiques de *Canavalia* spp. causent nausée et vomissements mais elles peuvent être éliminées par un trempage préalable à la cuisson.

– Alcaloïdes. Bien que les alcaloïdes aient été suspectés d'être des agents toxiques dans les légumineuses à graines, on ne possède pas de preuves, ou fort peu, qui plaident en faveur de cette opinion.

– Facteurs provoquant des troubles cliniques:

• Goitre. Bien que le mécanisme d'action ne soit pas du tout clair, il semble qu'une fixation d'iode se fasse par quelques composés trouvés dans les graines des légumineuses, amenant une carence d'iode dans la thyroïde, d'où ensuite production de goitre. On a pu le constater chez les enfants en bas âge qui ont été nourris au lait de soja. Les graines de *Phaseolus vulgaris*, *Pisum sativum* et *Arachis hypogaea* inhibent l'assimilation de l'iode radioactive chez les humains. L'action des facteurs générateurs de goitre est assez similaire à celle des hémagglutinines.

• Lathyrisme. C'est une paralysie de l'homme qui affecte les membres inférieurs et a été associée à la consommation de la gesse blanche (*Lathyrus sativus*). Bien que la cause exacte du lathyrisme reste inconnue, le bilan des constatations faites laisse penser que quelque carence nutritionnelle (acides aminés essentiels ou vitamines) pourrait être responsable de cet état plutôt qu'un facteur spécifique déterminant. On prévient la maladie en assurant un équilibre raisonnable entre gesse blanche et autres aliments et son remplacement par d'autres légumineuses à graines lorsque cela est possible.

• Favisme. Cette maladie est une anémie hémolytique amenée par l'ingestion de *Vicia faba* à l'état cru. Le facteur toxique ou allergène n'a pas été identifié. La susceptibilité à cette maladie a une base génétique.

Il y a deux groupes de composés trouvés dans les légumineuses à graines qui tout en n'étant d'aucune façon antagoniques à la digestion ou ayant des effets toxiques doivent être mentionnés parce qu'ils présentent une certaine importance dans le domaine général de la nutrition. Ce sont les hydrates de carbone inassimilables et les combinaisons protéiques.

– Parmi les hydrates de carbone présents dans les légumineuses à graines certains ne sont pas digérés par les enzymes de l'intestin humain. Ils sont cependant digérés par des membres de la flore intestinale avec génération concomitante de produits gazeux. La flatulence causée ainsi est plus un désagrément qu'autre chose. Certaines légumineuses telles que le pois bambara ont une réputation notoire à ce sujet. Les hydrates de carbone non assimilables sont les galactanes, les pentoses et les hémicelluloses.

– Combinaisons protéiques. Quelque peu antagonique à la digestion et l'absorption proprement dites de la protéine des légumineuses à graines est la formation de composés protéiques avec phytine et hémicellulose.

9.2 Botanique

9.2.1 Morphologie

La plupart des légumineuses à graines sont dans leur état non amélioré volubiles, semi-rampantes ou grimpantes. Néanmoins plusieurs espèces sont à port dressé, avec leur propre appareil de soutien bien développé; parmi elles: *Parkia* (arbre), ambrévade (buisson rameux) et pois sabre. Il y a trois petites plantes herbacées à port érigé dont les fruits s'enfoncent sous terre: l'arachide, le pois bambara, et la lentille de terre. De nombreuses autres ont un port érigé ou semi-érigé et sont buissonnantes, telles le soja, l'ambérique, le niébé, *Dolichos uniflorus*, le haricot commun, le pois sabre, le pois du cap, *Vigna aconitifolia*, et *Phaseolus acutifolius*. Douze espèces sont classées dans les annuelles et treize sont plus ou moins pérennes, bien que les deux formes se trouvent fréquemment chez les mêmes espèces.

Les légumineuses à graines sont classées dans la famille des Leguminosae et en prédominance dans la grande sous-famille des Papilionoideae qui est largement répandue tant sous climat tropical que tempéré. Un nombre restreint d'espèces utiles appartiennent néanmoins à deux autres sous-familles: les Caesalpinioideae (*Cassia*, *Tamarindus*) et les Mimosoideae (*Acacia*, *Parkia*). Malgré leur grande variété de formes, les Leguminosae constituent un véritable groupe naturel dont les feuilles sont en général alternes et composées, pennées ou trifoliolées; les fleurs sont le plus souvent hermaphrodites et ont en général 5 sépales et 5 pétales; l'ovaire supère a seulement un carpelle, une cavité et un style; le fruit est une gousse; les graines ont deux cotylédons et un embryon contenant très peu d'endosperme. Les trois sous-familles peuvent être distinguées comme suit (figure 9.2):

- 1a Fleurs actinomorphes, calice et corolle ne se recouvrant pas (valvaire) dans le bouton floral *Mimosoideae*
- 1b Fleurs zygomorphes, segments du périanthe se recouvrant en dominance (imbriqués) dans le bouton floral 2
- 2a Corolle césalpinée, disposition des pétales en ordre descendant, le pétale postérieur le plus à l'intérieur; 5 pétales, non soudés *Caesalpinioideae*
- 2b Corolle papilionacée, disposition des pétales en ordre ascendant, pétale postérieur le plus à l'extérieur; les deux pétales antérieurs (formant la carène) souvent soudés à leur base *Papilionoideae*

Les Papilionoideae sont faciles à reconnaître du fait de la structure distinctive qu'a une fleur papilionacée (figure 9.3): calice tubulaire et généralement à 5 lobes, 5 pétales, se recouvrant en ordre ascendant, le pétale postérieur externe généralement le plus

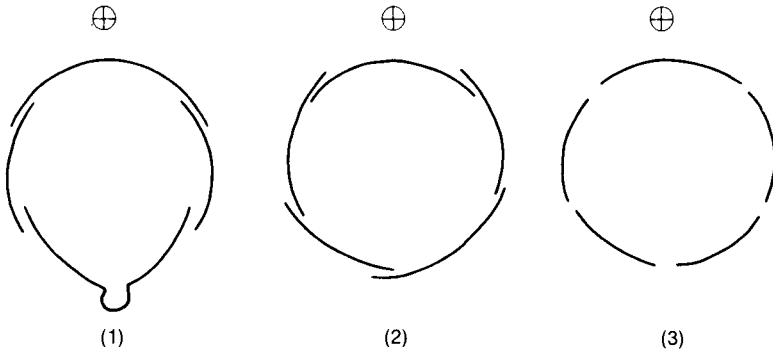


Figure 9.2. Disposition des pétales chez les trois sous-familles de Leguminosae. (1) Papilionoideae: préfloraison imbriquée, en ordre ascendant; (2) Caesalpinoideae: préfloraison imbriquée, en ordre descendant; (3) Mimosoideae: préfloraison valvaire (⊕ axe de l'inflorescence) (d'après Cogley & Steele, 1976).

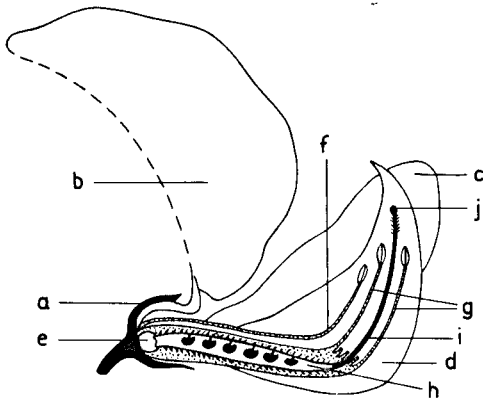


Figure 9.3. Diagramme d'une fleur de Papilionoideae. (a) lobe du calice; (b) pétale étendard; (c) aile; (d) carène; (e) disque; (f) étamine libre; (g) deux des neuf étamines soudées; (h) ovaire; (i) style; (j) stigmate (dessin par H. G. D. Zewald).

grand, formant l'étendard; 2 pétales latéraux plus ou moins parallèles entre eux formant les ailes; et les 2 pétales inférieurs internes, généralement soudés à leur bord inférieur, formant la carène qui renferme les étamines et l'ovaire; étamines généralement au nombre de 10, monadelphes (toutes soudées entre elles par des filaments) ou diadelphes (9 soudées par des filaments et l'étamine postérieure ou vexillaire étant libre), étamines rarement toutes libres, le plus souvent toutes fertiles; anthères à 2 loges, généralement déhiscentes suivant deux fentes longitudinales; ovaire supère, formé d'un seul carpelle, généralement uniloculaire, parfois avec de fausses cloisons, ovu-

les de 1 à plusieurs sur la suture ventrale; graines de taille, forme et couleur variables, sans endosperme (figure 9.4).

On trouvera sur le tableau 9.7 ainsi que sur la figure 9.5 l'information concernant la structure et les autres caractéristiques des principales légumineuses à graines.

9.2.2 Taxonomie

Sauf pour *Parkia*, qui est une Mimosoidea, les légumineuses mentionnées dans le tableau 9.1 appartiennent aux Papilionoideae. *Cicer*, *Lathyrus*, *Lens*, *Pisum* et *Vicia* appartiennent à la tribu des Viciae, alors que *Cajanus*, *Dolichos*, *Glycine*, *Phaseolus*, *Psophocarpus*, *Sphenostylis*, *Vigna* et *Voandzeia* appartiennent à l'importante tribu des Phaseoleae. La taxonomie du complexe *Dolichos-Phaseolus-Vigna* s'est en particulier avérée poser de gros problèmes dans la classification de cette dernière tribu, donnant lieu à de nombreux changements de noms.

9.2.3 Croissance et développement

Racines Le système racinaire des légumineuses est une structure primaire pivotante. La profondeur d'enracinement peut être de 1,5 m ou plus chez quelques espèces (arachide, ambrévide, pois chiche entre autres) ce qui explique probablement la tolérance à la sécheresse de quelques unes d'entre elles.

Nodosités De nombreuses espèces de légumineuses ont sur leurs racines des nodosités contenant des bactéries (*Rhizobium* spp.) qui sont capables de fixer l'azote atmosphérique, dont une partie est alors assimilable par la plante-hôte, tandis que l'azote dans

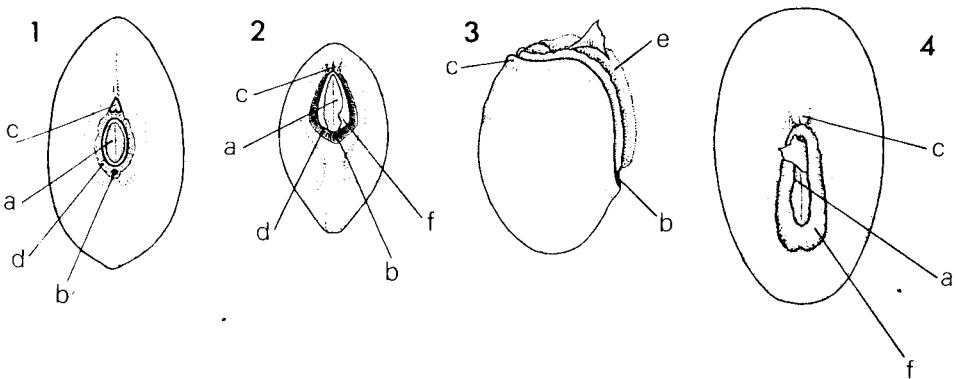


Figure 9.4. Types de graine ($2\frac{1}{2} \times$). 1 *Phaseolus vulgaris*; 2 *Vigna unguiculata*; 3 *Dolichos lablab*; 4 *Mucuna pruriens*. – a. hile; b. micropyle; c. protubérances jumelées; d. anneau entourant le hile ('corona'); e. arille couvrant le hile; f. arille annulaire (d'après Westphal, 1974).

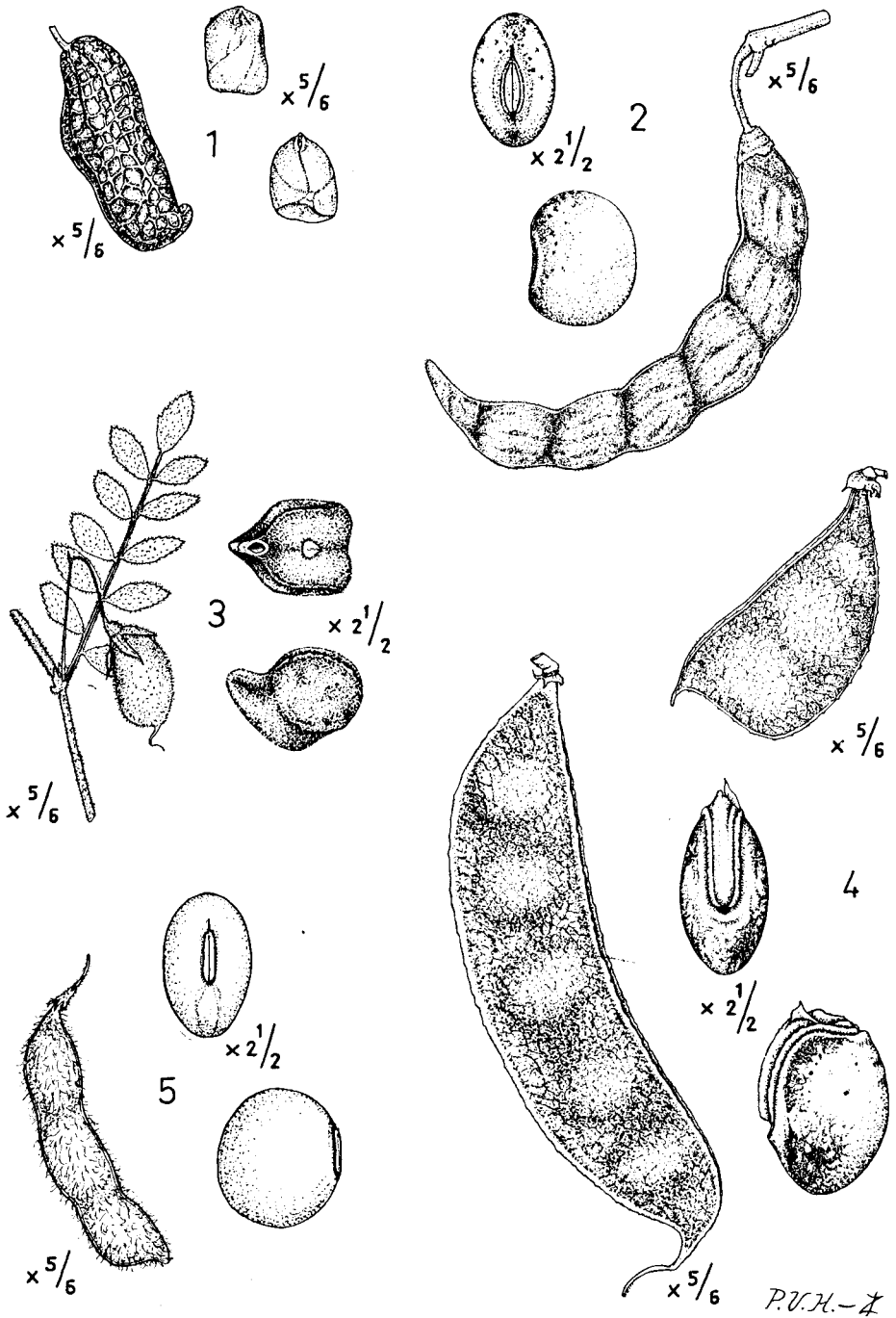
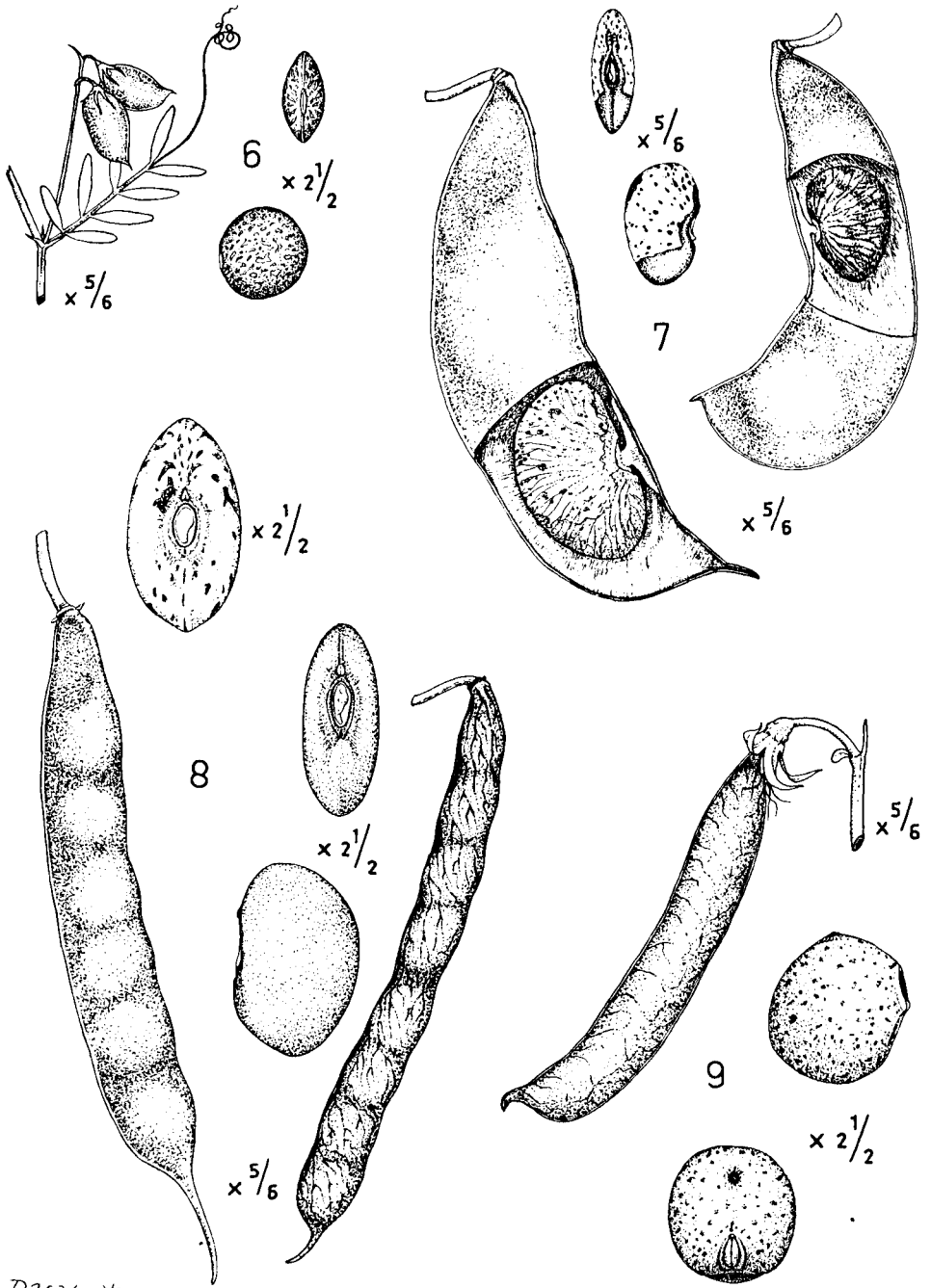


Figure 9.5. Principales légumineuses à graines (1). 1 *Arachis hypogaea*: arachide; 2 *Cajanus cajan*: pois d'Angole; 3 *Cicer arietinum*: pois chiche; 4 *Dolichos lablab*: antaque; 5 *Glycine max*: soja.



P.V.H.-Z

Figure 9.5. Principales légumineuses à graines (2). 6 *Lens culinaris*: lentille; 7 *Phaseolus lunatus*: pois du cap; 8 *Phaseolus vulgaris*: haricot commun; 9 *Pisum sativum*: pois.

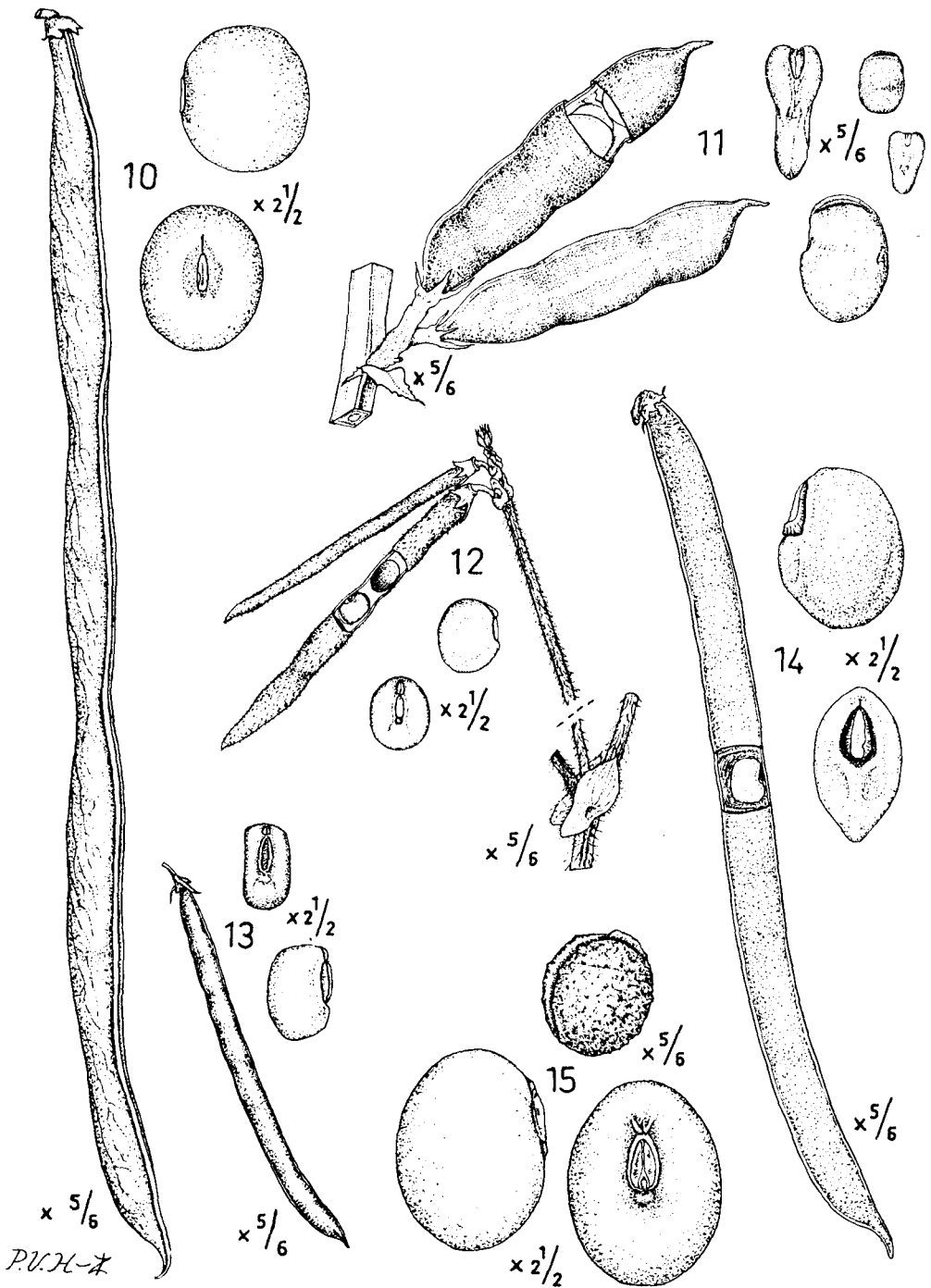


Figure 9.5. Principales légumineuses à graines (3). 10 *Sphenostylis stenocarpa*: pomme de terre du Mossi; 11 *Vicia faba*: fève de marais; 12 *Vigna radiata*: ambérie; 13 *Vigna umbellata*: haricot riz; 14 *Vigna unguiculata*: nièbé; 15 *Voandzeia subterranea*: vouandzou (dessins par H. G. D. Zewald).

le sol se trouve accru par les nodosités qui éclatent et se désagrègent; en retour, les bactéries sont approvisionnées en hydrates de carbone par la plante-hôte. Leur forme et leur taille sont caractéristiques chez chaque espèce. Après la germination les bactéries envahissent les radicules de la plante provoquant une prolifération des cellules sous forme de développement nodulaire (figure 9.6). La vie active d'un nodule peut ne pas dépasser 4 semaines mais ils sont produits continuellement pendant la vie de la plante. Diverses espèces et souches de *Rhizobium* existent pour les différentes légumineuses. La fixation d'azote demande de l'énergie; on a estimé que pour chaque unité d'azote fixée au moins 9 unités d'hydrates de carbone étaient consommées. Bien que la connaissance des divers composants de l'équation du bilan azoté sous les conditions tropicales humides soit loin d'être encore totale, il existe de fortes présomptions que la contribution apportée par les micro-organismes au système sol-plante puisse être d'une importance de 100 kg N ha⁻¹ an⁻¹ sous des circonstances variables. Il semble du domaine des possibilités que lorsque les facteurs qui contrôlent le taux de fixation de l'azote atmosphérique seront mieux compris, de plus grands taux de fixation puissent être obtenus.

Tige et ramification Chez le soja le mode de croissance peut être défini ou indéfini comme il en est chez *Phaseolus*. Dans les formes définies de *Phaseolus* l'axe principal et les branches se terminent par des inflorescences après la production de peut-être 3-10 noeuds. La grosse masse de fleurs est produite en inflorescences terminales pendant une pointe de pleine floraison. La croissance végétative s'arrête en effet lorsque l'afflux principal de gousses s'est produit. Dans les formes indéfinies, la floraison peut ne pas avoir lieu avant qu'un minimum de 20-30 noeuds aient été formés. Une floraison prolongée se manifeste par des inflorescences latérales sur l'axe principal ou sur les branches qu'il a produit. Croissance végétative et formation de fruits se continuent pendant une période indéfinie. Un grand nombre d'espèces à croissance indéfinie peuvent facultativement devenir pérennes.

Chez l'arachide, le mode de ramification fondamental est monopode. Dans le groupe des cultivars Virginia l'axe principal ne porte que des branches végétatives, qui à leur tour montrent une alternance régulière, en général par paires, de branches végétatives et reproductrices avant de se terminer par des séries de noeuds stériles (ramification alterne). Dans le groupe de cultivars Spanish-Valencia l'axe principal produit à partir des noeuds inférieurs quelques branches ascendantes monopodes, suivies par des branches reproductrices sur les noeuds suivants, avant de se terminer en séries de noeuds stériles. Les monopodies latérales peuvent produire une courte séquence proximale de branches végétatives suivie d'une séquence distale de branches reproductrices avant de se terminer en noeuds stériles, répétant ainsi la structure de la tige principale (ramification séquentielle).

Floraison La production d'une forte pointe de floraison dans les formes définies provoque très rapidement des organes récepteurs pour des produits de la photosynthèse, et la croissance végétative s'arrête en effet lorsque le principal afflux de gousses a

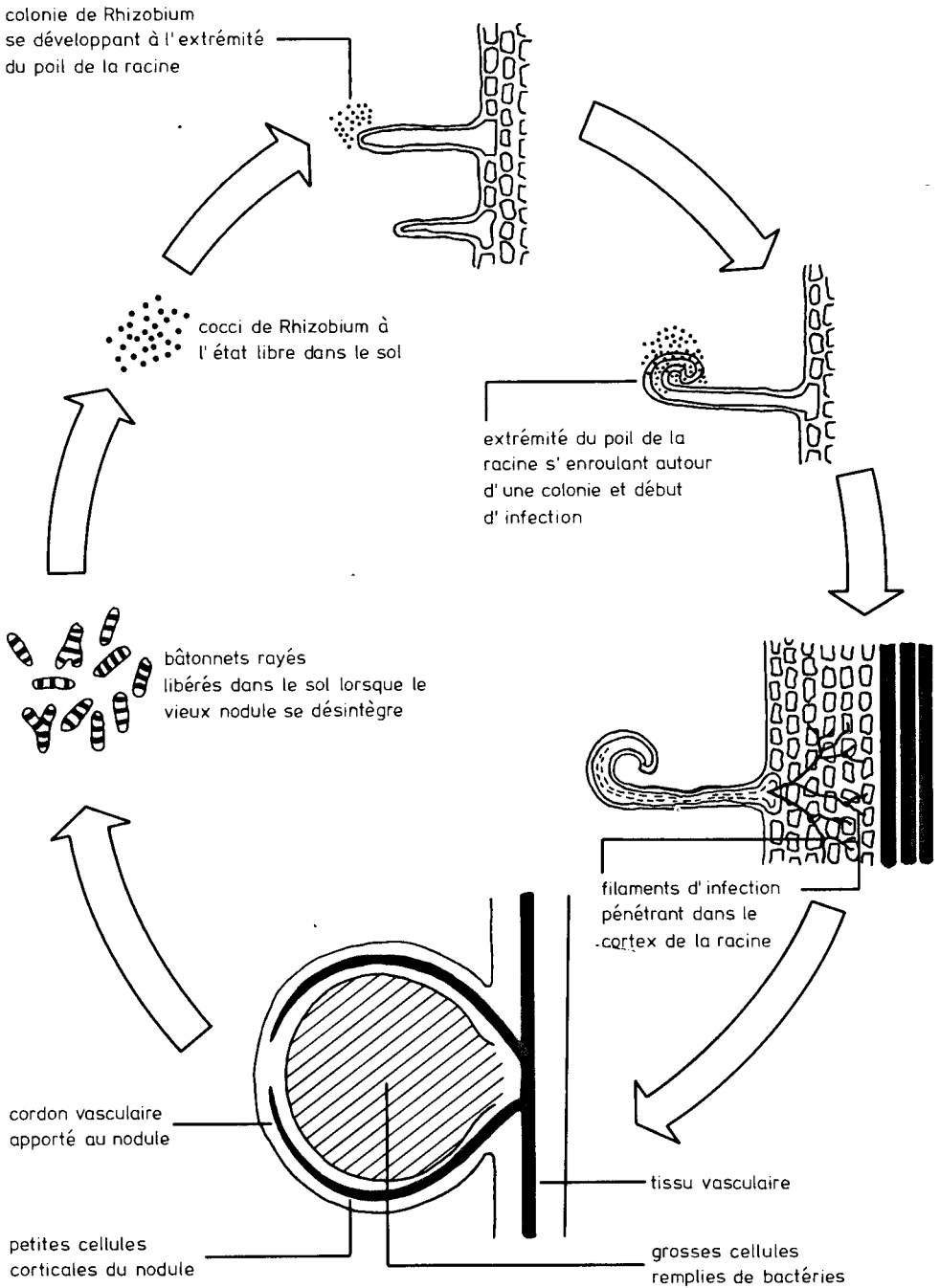


Figure 9.6. Diagramme représentant la formation du nodule chez une légumineuse, et le cycle végétatif d'une bactérie nodulaire (souche de *Rhizobium*) (d'après Cobley & Steele, 1976).

eu lieu. Chez les formes indéfinies, la pointe de la floraison est sensiblement retardée et une structure végétative beaucoup plus importante est construite.

Quelques légumineuses à graines tropicales importantes sont à photopériodisme indifférent: elles comprennent l'arachide et les formes à photopériodisme indifférent de légumineuses à graines, telles que celles de *Phaseolus vulgaris*, qui peut être également bien cultivé dans les régions tropicales (cultures de graines en Afrique de l'Est) ou en Europe occidentale (comme culture maraîchère). Le problème des exigences quant à la photopériode est arrivé au premier plan lorsqu'il s'est agi de faire passer dans des zones tempérées des matériels végétaux provenant de régions tropicales. Deux exemples très clairs sont fournis par le soja et les divers haricots *Phaseolus*. La culture du soja faite avec succès aux Etats-Unis résulte de l'introduction de cultivars qui pouvaient progressivement tolérer de plus longues photopériodes. Dans le cas du soja, la floraison est favorisée par des jours courts dans tous les cultivars. Dans quelques cultivars une longueur de jour particulière peut inhiber complètement la floraison, dans d'autres l'effet produit est plutôt une floraison retardée. Chez *Phaseolus* il semble exister une distinction plus tranchée entre formes à jours courts et à photopériodisme indifférent. Néanmoins, dans le groupe à jours courts, il existe une situation peut-être comparable à celle que l'on trouve chez le soja. Sous des conditions de jours longs, les types de *Phaseolus* de jours courts présentent souvent une roulure et une distorsion des folioles, due probablement à l'absence de l'important organe récepteur que forme le fruit.

La fleur papilionacée est très attractive pour les insectes. Le trèfle commun (*Trifolium* spp.) et autres plantes fourragères légumineuses sont remarquables par leur abondante sécrétion de nectar qui attire les abeilles, lesquelles transportent le pollen de fleur en fleur.

La présence d'un système d'auto-incompatibilité du S-allèle limite l'autofécondation à un très bas niveau, de sorte que les trèfles sont dépendants des abeilles pour la pollinisation croisée. En contraste marqué avec la situation que l'on trouve chez les trèfles, est celle que présente le pois (*Pisum sativum*), où il n'existe aucun système d'auto-incompatibilité de S-allèle. En outre, le potentiel de pollinisation croisée est encore réduit par la déhiscence prématurée des anthères avant l'anthèse. La germination du pollen a généralement déjà eu lieu au moment de l'anthèse et la visite d'insectes à ce stade manque à peu près totalement d'efficacité pour répandre la pollinisation croisée. La situation chez les légumineuses à graines correspond dans l'ensemble en général à celle du pois: la plupart des espèces de légumineuses à graines peuvent donc fructifier en l'absence de tout insecte porteur de pollen. Il y a deux importantes exceptions: *Phaseolus coccineus* qui ne sera pas fructifié en l'absence d'insectes visiteurs et la fève de marais (*Vicia faba*) dont la fructification est très réduite en l'absence de pollinisation par les insectes.

Développement des fruits La gousse, dans le cas des haricots *Phaseolus*, atteint ses dimensions maximales 2-3 semaines après la floraison. Quand la croissance de la gousse est achevée, la graine se développe ensuite rapidement et augmente de grosseur.

9.2.4 Cultivars

L'information sur la plupart des cultivars de légumineuses à graines est rare, du fait que les types cultivés localement (p. ex. gesse blanche, pomme de terre du Mossi, dolique bulbeux) sont souvent des variétés locales et non des cultivars bien déterminés. Pour certaines légumineuses à graines (arachide, haricot commun entre autres) il existe de nombreux cultivars bien définis. On se reportera au tableau 9.7 pour de plus amples informations.

9.3 Ecologie

9.3.1 Facteurs climatologiques

Il y a un chevauchement très net des conditions et de l'adaptation des espèces quand on considère les différentes zones écologiques et même chaque zone prise séparément. Les réponses aux différences en photopériode, aux saisons ainsi qu'à la latitude sont d'importantes composantes dans l'adaptation des cultivars traditionnels de légumineuses à leur milieu. En se basant sur deux zones d'altitude différentes, les basses terres tropicales (moins de 600–800 m d'altitude) et les régions tropicales d'altitude moyenne et élevée, on peut classer écologiquement les principales légumineuses selon la répartition indiquée au tableau 9.8.

Dans les basses terres tropicales semi-arides (pluviométrie annuelle inférieure à 600 mm) arachide et niébé, cultivars à cycle court pour l'un et l'autre, sont les espèces principales, suivies de l'ambrévade à cycle court au second rang, alors que pois bamba-ra, lentille de terre, *Parkia* spp., *Vigna aconitifolia*, cyamopse à 4 ailes, *Dolichos uniflorus* et *Phaseolus acutifolius* représentent les espèces secondaires.

Dans les basses terres tropicales sub-humides (pluviométrie annuelle entre 600 et 1 000 mm) les cultivars à cycles moyen et long d'arachide et de niébé sont dominants ainsi que l'ambrévade, l'ambérique et le haricot velu. Dans une moindre mesure, on trouve l'antaque, *Dolichos uniflorus* et *Parkia* spp. Ces 8 espèces se rencontrent toutes aussi dans la zone semi-aride et, dans une certaine mesure, dans la zone humide également. De plus, le haricot commun, le soja, le haricot riz et le pois sabre sont également cultivés dans cette zone, particulièrement là où la répartition des pluies est plus favorable.

Dans les basses terres tropicales humides (pluviométrie annuelle entre 1 000 et 1 500 mm) les cultivars à cycles moyen et long de niébé, d'ambrévade et haricot velu sont dominants; on y trouve dans une moindre mesure l'arachide, le pois du cap, le haricot commun, le soja, le haricot riz, le pois sabre, et *Canavalia gladiata*. Le haricot commun, le soja, le haricot riz, le pois sabre et *Canavalia gladiata* n'exigent généralement pas 1 000 mm pour produire de façon satisfaisante, mais leur rendement est meilleur lorsque les pluies sont bien réparties. Ils ont donc été classés ici étant donné la meilleure répartition des pluies. De nombreuses espèces légumineuses, y compris arachide, ambrévade, niébé, ambérique et haricot velu, s'accoutument de précipitations d'un ordre

de grandeur allant de moins de 600 mm à plus de 1 000 mm.

Dans les basses terres tropicales très humides (pluviométrie annuelle de plus de 1 500 mm) ce sont la pomme de terre du Mossi, le pois du cap, le dolique bulbeux, le pois mascate et le pois carré que l'on rencontre en particulier. Le pois sabre et *Canavalia gladiata*, le haricot riz, l'ambrévade de moyen et long cycle et le soja poussent plus spécialement dans les régions tropicales humides, mais pourraient probablement être étendus aux régions très humides, leur ordre d'adaptabilité allant approximativement en décroissant.

Dans les zones tropicales d'altitude moyenne et élevée (au dessus d'à peu près 800 m) le soja, le haricot commun, le pois chiche et le pois sont les légumineuses dominantes. On y trouve également l'arachide, le niébé, l'ambrévade, le haricot d'Espagne, la lentille, la fève de marais et la gesse blanche. L'arachide, le niébé et l'ambrévade se rencontrent jusque dans les régions subtropicales, alors que soja, haricot commun, haricot d'Espagne, pois chiche, lentille, pois, fève de marais, et gesse blanche se rencontrent aussi bien dans les régions subtropicales que dans les régions tempérées. Le haricot adzuki se rencontre dans les régions subtropicales et tempérées.

9.3.2 Sols

Les légumineuses demandent un sol qui permette un enracinement profond, qui draine librement, et qui, sans contenir nécessairement de fortes quantités de matières azotées, soit fondamentalement apte à assurer le maintien des bactéries de *Rhizobium*.

La plupart des espèces demandent des sols sableux à limono-sableux qui soient bien drainés. Néanmoins, un petit nombre d'espèces telles que pois sabre, soja, haricot velu et haricot riz tolèrent bien les sols lourds et même l'engorgement du sol par l'eau dans une certaine mesure. Le haricot velu, l'ambrévade et le haricot riz sont fréquemment cultivés après le riz. Le pois sabre et *Canavalia gladiata* ont en outre une certaine tolérance à la salinité. Les espèces semi-arides sont généralement plus sensibles à l'engorgement du sol par l'eau, mais ont aussi de meilleurs rendements sous de basses humidités et un beau soleil. Quelques unes des espèces grimpantes à long cycle comme la pomme de terre du Mossi, le dolique bulbeux et le pois mascate peuvent parfois tolérer des conditions du sol très humides et l'ombre, étant donné qu'elles sont communément cultivées dans les zones de la forêt humide sous ciel fortement couvert.

La résistance à la sécheresse que montrent quelques légumineuses à graines est fonction de leur profondeur d'enracinement qui leur permet d'utiliser l'eau résiduelle du sol dans les couches profondes du sol (voir aussi tableau 9.8 sous 'tolérance à la sécheresse' et sous 'pH moyen').

9.4 Agronomie

9.4.1 Multiplication, préparations de semis/plantation etc., association

Multiplication (tableau 9.9) La culture de la plupart des légumineuses à graines

se fait seulement à partir de semences. En certains cas (arachide p. ex.) la multiplication végétative par des boutures de tige est possible. Les légumineuses à tubercules (pois carré, dolique bulbeux, pomme de terre du Mossi p. ex.) peuvent aussi être reproduites par boutures de tubercule. Il peut en être de même pour les formes pérennes à tubercules des haricots américains de *Phaseolus* (le haricot d'Espagne p.ex.).

Préparations de semis/plantation C'est une bonne pratique que de traiter les semences des légumineuses à graines au moyen d'une application d'insecticides-fongicides. Le traitement fongicide ne peut être utilisé conjointement avec une inoculation de *Rhizobium*. Si l'inoculation de la graine doit être faite pour introduire une nouvelle souche de *Rhizobium* dans la région, il vaut mieux alors utiliser la plus haute qualité de semences disponible. Un tégument de graine intact est une barrière très efficace contre les invasions fongiques, spécialement lorsque la pigmentation est forte.

L'époque optimale pour semer les légumineuses à graines à long cycle dans les climats de mousson est le moment le plus rapproché possible de l'apparition des premières pluies. Les conditions et l'expérience locales peuvent toutefois demander que soit légèrement modifiée la recommandation de semer aussi précocement que possible. Quelques légumineuses à graines peuvent éventuellement être cultivées en culture dérobée sur l'eau résiduelle encore dans le sol dans la toute première partie de la saison sèche. Il en est particulièrement ainsi des pois chiche, haricot commun et ambérique. Le pois chiche peut être semé à la fin des pluies, après une culture de riz, et c'est aussi le cas de l'ambérique. Le haricot commun peut être semé à la mi-saison, ayant ainsi sa croissance végétative pendant les dernières pluies et atteignant sa maturité dans le début de la saison sèche.

Sous des conditions de sol chaud et sec, il est recommandable de semer les légumineuses à plus grosses graines (arachide, pois bambara, haricots américains de *Phaseolus* et soja p. ex.) à des profondeurs allant jusqu'à 7,5 cm, surtout dans les sols légers. Sur des sols plus lourds et sous des conditions plus humides des profondeurs de semis de l'ordre de 2,5–5 cm sont plus satisfaisantes. Pour les légumineuses à petites graines, en particulier les espèces asiatiques du genre *Vigna*, le mieux est probablement de semer à une profondeur de 2–4 cm.

Un semis en profondeur sous des conditions chaudes et sèches, donne à la graine quelque protection contre la dessiccation par le soleil et rend peu probable que sa germination soit provoquée par de légères averses. Il y a un très net avantage à ce que la graine soit placée de façon à ne pas germer tant qu'elle n'a pas reçu une substantielle quantité de pluie.

Sur le tableau 9.9 sont consignées les informations concernant les modes de semis pour quelques unes des légumineuses à graines qui sont en Afrique les plus importantes ou potentiellement importantes.

Association La production des légumineuses à graines se fait en culture associée et en culture pure. La culture associée peut être un système extrêmement flexible dans lequel l'équilibre entre l'habituelle culture de base prédominante et les cultures asso-

ciées peut varier selon les besoins du cultivateur et le milieu physique. La culture associée du maïs et des haricots *Phaseolus* s'est déjà probablement pratiquée au Mexique depuis les premiers jours de l'agriculture. L'énergie de la lumière incidente peut être plus efficacement exploitée dans la culture associée que dans la culture pure et le sol aussi est plus efficacement utilisé par des systèmes racinaires différents qui probablement prospectent le sol dans des couches dont les niveaux ne sont pas identiques.

9.4.2 Phytotechnie

Des généralisations en matière de sarclage, tuteurage, buttage, irrigation, fertilisants, besoins en main-d'oeuvre, etc. ne sont pas possibles étant donné que l'on ne dispose d'information que pour quelques unes des cultures et seulement pour des régions spécifiques. Ce ne sont donc que quelques aspects de la culture des légumineuses à graines qui sont traités dans ce qui suit.

Sarclage La plupart des légumineuses à graines sont très sensibles à la compétition des mauvaises herbes pendant les premiers stades de croissance. Cette période peut couvrir 2-9 semaines après la germination. Particulièrement l'ambrévade et le pois carré sont des plantes qui poussent lentement. Une fois établies, certaines légumineuses à graines empêchent toute croissance des mauvaises herbes par leur développement vigoureux (antaque, pois mascate). La lutte contre les adventices est le plus souvent faite manuellement, mais aussi mécaniquement et au moyen d'herbicides (haricot commun, pois, pois chiche). Le niébé est assez sensible aux herbicides.

Irrigation Diverses légumineuses à graines sont aussi cultivées sous irrigation. Une assez grande partie de la culture du haricot commun dans le monde est faite sous irrigation; dans les régions arides, les apports sont généralement de 400-450 mm d'eau, en 7 arrosages ou plus, en fonction du sol, du climat et de la longueur du cycle de la culture. En Inde, le pois chiche, le niébé, *Dolichos uniflorus*, l'antaque, l'ambrévade, etc. sont aussi cultivés comme culture irriguée.

Fumure et fixation de l'azote atmosphérique Les besoins nutritionnels des légumineuses sont similaires à ceux des autres plantes, si ce n'est que leur capacité d'assimilation symbiotique de l'azote atmosphérique crée des exigences spéciales, notamment en molybdène et cobalt, mais aussi en bore, cuivre, phosphate et zinc. Tout trouble dans la nutrition peut limiter la fixation d'azote et influencer sur la concentration et la qualité des protéines, et agir soit sur le système symbiotique soit sur la croissance de la plante. Le tableau 9.10 permet de se rendre compte des besoins quantitatifs des légumineuses en certains éléments nutritifs.

Les troubles nutritionnels les plus communs des légumineuses sont probablement le résultat d'une carence en phosphate, d'une acidité défavorable du sol, et de carences en soufre et potasse. Aux niveaux actuels de rendement déterminés par l'assimilation limitante d'azote, il semble que les légumineuses à graines soient extrêmement efficien-

tes pour prélever les éléments nutritifs du sol. Il se peut qu'il faille en partie attribuer à cette faculté la non-réponse des légumineuses à graines aux fertilisants en général. On trouve peu de recommandations qualifiées concernant la fertilisation d'une légumineuse à graine quelle qu'elle soit. La question qui se pose n'est pas un apport à une dose ou une autre d'un fertilisant donné, ou les mérites relatifs de différents engrais composés, mais de savoir s'il ne faut appliquer aucun fertilisant. La solution à donner au problème est la recommandation suivante: donner une bonne fertilisation à la rotation dans sa totalité, mais y laisser les légumineuses, spécialement celles dont les systèmes racinaires sont profonds, exploiter les résidus laissés par les autres cultures, ce qu'elles semblent faire avec beaucoup d'efficacité.

Un des principaux obstacles à l'obtention d'une plus haute production des cultures de légumineuses à graines est le goulot d'étranglement que pose le système de fixation d'azote dans les nodosités. A l'heure actuelle il semble qu'il soit impossible de fournir un supplément d'azote à la plante puisque l'effet de ce supplément de fertilisants minéraux azotés est de supprimer l'activité des nodosités de la racine. Lorsque l'activité des nodosités de la racine est entièrement supprimée, des additions de fertilisants minéraux ne peuvent apparemment pas faire grand chose de plus que remplacer l'azote fixé sur la nodosité. Il se peut que de futurs travaux indiquent quelque manière de sortir de cette très sérieuse impasse.

S'il s'agit d'arachide et de soja, une légère fumure azotée, de par exemple 20–30 kg N ha⁻¹, pour un bon départ de la culture, est non seulement habituelle, mais le plus souvent très bénéfique aussi étant donné qu'elle aide la plante à prendre un bon départ. La plus grande partie de l'azote stocké dans les cotylédons a été consommée dans les 2–3 semaines de la germination. Les plantes alors ont recours à l'adsorption de l'azote contenu dans le sol jusqu'à ce que commence la fixation d'azote, et c'est pendant ce court intervalle que les jeunes plantes peuvent avoir besoin d'azote additionnel.

Engrais vert La culture de légumineuses annuelles en tant qu'engrais vert, en rotation avec d'autres cultures, ne présente probablement d'intérêt que lorsque l'on dispose de sols dont la teneur en eau est suffisante. Les effets favorables sont de courte durée et il est improbable que l'on puisse maintenir la fertilité par le seul emploi d'engrais vert.

Un grand nombre des légumineuses utilisées comme engrais vert (plantes de couverture) ont des graines dont le tégument est très dur et imperméable, qui doivent être prétraitées avant le semis pour assurer une germination rapide et régulière. Ceci peut se faire soit en faisant tremper les graines dans de l'eau chaude qu'on laisse refroidir pendant une nuit, soit en les mettant dans un bain d'acide sulfurique concentré pendant 15 minutes, après quoi elles sont soigneusement lavées, soit en endommageant mécaniquement le tégument de la graine.

Verse et éclatement La verse se produit fréquemment chez les espèces *Vigna* et *Phaseolus* de type érigé et semi-érigé, ainsi que chez le soja, mais elle pose beaucoup moins

de problèmes chez l'ambrévade et le pois sabre. L'éclatement et l'égrenage qui s'ensuit est aussi un gros problème chez les légumineuses, particulièrement chez les espèces plus primitives et sauvages, et là où humidification et dessèchement alternent fréquemment. L'éclatement est le plus grave chez le soja et également chez *Phaseolus acutifolius*, le haricot riz et les espèces sauvages de *Vigna*. Moins susceptibles sont la plupart des ambrévade, niébé et ambérique.

Rotations Les légumineuses sont dans les rotations les partenaires tout indiqués des céréales; elles sont complémentaires l'une l'autre de multiples façons. Les profondeurs d'enracinement des deux groupes ont tendance à être différentes, les ravageurs et les agents pathogènes d'un groupe n'ont pas tendance à attaquer l'autre, et les effets bénéfiques des cultures de légumineuses à graines sont aisément exploités par les céréales. La question devient alors combien de fois il convient de cultiver les légumineuses à graines dans une rotation. Ceci dépend de la nécessité de séparer les cultures de légumineuses à graines et de céréales, mais une alternance régulière des deux cultures peut être satisfaisante. On peut avoir par exemple une rotation maïs-arachide-sorgho-niébé, dans laquelle céréales et légumineuses à graines alternent, de sorte que chaque culture apparaît seulement une fois dans le cycle complet. C'est probablement un système qui donne satisfaction, sous réserve que les diverses espèces légumineuses ou céréalières n'aient pas les mêmes ravageurs ni les mêmes problèmes d'ordre pathogène. En ce qui concerne les légumineuses à graines, les arachides peuvent entrer dans la rotation avec la plupart des autres légumineuses à graines telles que soja, niébé, et haricots *Phaseolus*. Des problèmes peuvent surgir si niébé et haricot commun ou pois du cap ont été prévus en alternance dans les successions entre céréales et légumineuses à graines. Les deux légumineuses à graines choisies doivent de préférence avoir une relation taxonomique lointaine et avoir en commun le moins possible de ravageurs et d'agents pathogènes. Il faudra redoubler d'attention si des membres de genres étroitement apparentés, comme *Vigna* et *Phaseolus*, sont envisagés dans la même rotation. Dans les zones où on peut s'attendre que des problèmes se posent si des cultures de la même famille occupent la terre à 50% du temps, d'autres cultures telles que plantes à racines et à tubercules pourraient être incorporées.

Il est préférable d'exploiter tous les niveaux du profil du sol sur la base d'un cycle complet de la rotation plutôt que dans chaque saison. Les légumineuses à graines sont particulièrement utiles à ce point de vue car elles ont souvent un enracinement très profond, arachide, ambrévade, pois du cap et antaque en étant des exemples.

Un autre avantage des légumineuses à graines est le large éventail de cycles végétatifs qu'elles présentent, qui peut aller d'une culture à cycle long atteignant sa maturité au bout de 5-6 mois ou plus, pour tomber aux cultures dérobées auxquelles seulement 2 mois sont nécessaires pour arriver à maturité. Une plus efficiente utilisation de la terre est obtenue lorsque après la principale culture, riz par exemple, des légumineuses à graines telles que le pois chiche, peuvent s'établir et parvenir à maturité sur l'eau résiduelle.

9.5 Maladies et prédateurs

Maladies Les maladies des légumineuses à graines, celles en particulier de leurs parties aériennes, ont dans l'ensemble une gamme de plantes-hôtes plus restreinte que les prédateurs. En revanche, les agents pathogènes du système racinaire ont tendance à avoir une gamme de plantes-hôtes beaucoup plus large et peuvent attaquer un très grand nombre de légumineuses à graines et de plantes d'autres familles. La lutte contre les maladies est effectuée en se servant de semences exemptes de maladies, en pratiquant des rotations adéquates, et en utilisant des cvs tolérants, plutôt que par des traitements phytosanitaires à base de produits chimiques. A l'exception de l'arachide, et du haricot *Phaseolus* dans une mesure restreinte, les légumineuses à graines sont cultivées en tant que culture de subsistance, de sorte qu'il est peu probable qu'on veuille investir un capital dans une culture qui ne donne aucun profit en numéraire. L'information sur l'incidence des principales maladies chez les légumineuses à graines est consignée sur le tableau 9.11. Des bactéries pathogènes sont à l'origine de graves maladies de plusieurs légumineuses économiquement importantes telles que l'arachide, le soja, le pois du cap, le haricot commun, le pois etc. Les principales bactéries pathogènes appartiennent aux genres *Xanthomonas*, *Pseudomonas* et *Corynebacterium*. Les maladies fongiques: les taches foliaires, les rouilles, la pourriture des racines, 'blight', le flétrissement, etc. se rencontrent surtout chez le haricot commun, les pois etc. Les maladies virales attaquent particulièrement l'arachide, le haricot commun et le niébé.

Prédateurs Les insectes nuisibles des légumineuses sont extrêmement nombreux et diversifiés. Les légumineuses sont parmi les cultures les plus lourdement attaquées et plus de 500 insectes nuisibles ont déjà été répertoriés. La résistance de la plante est à la clé de la lutte antiparasitaire intégrée, dans laquelle la lutte contre les insectes nuisibles des fleurs et des gousses ne se fait pas seulement par des traitements chimiques mais aussi par des techniques culturales appropriées, en vue d'un maximum de lutte biologique. Les insectes parasites sont très fréquents sur le haricot commun, le pois, le niébé etc., et les insectes des produits stockés attaquent la plupart des légumineuses à graines, en particulier le haricot commun et le niébé. Les nématodes sont une nuisance chez l'arachide, le soja, le pois du cap, le haricot commun, le pois, le haricot riz et le niébé (tableau 9.11).

9.6 Récolte, rendement, stockage et transformation

9.6.1 Récolte

La récolte, chez la plupart des légumineuses à graines est assez simple. A des fins de subsistance, les légumineuses à graines à croissance indéfinie peuvent être cueillies à diverse reprises. Dans le cas du pois carré, les premières gousses vertes sont prêtes à être cueillies quelque 10 semaines après le semis: elles sont alors succulentes, mais deviennent fibreuses et d'un goût moins agréable si elles ne sont pas cueillies au bon

moment. Puis, après environ 6 semaines, les graines sont mûres et peuvent être récoltées. Le haricot vert (*Phaseolus vulgaris*) et le dolique asperge (*Vigna unguiculata* cv.-groupe *Sesquipedalis*) sont récoltés avant croissance complète des gousses. La cueillette commence 2–4 semaines après l'apparition des premières fleurs, c'est-à-dire chez les cultivars précoces environ 7–8 semaines après le semis; il convient de les cueillir tous les 3–4 jours. Chez le pois du cap les gousses mûrissent irrégulièrement, et doivent être récoltées avant de devenir trop cassantes car elles peuvent éclater et s'égrener à maturité complète.

Les légumineuses à graines de croissance définie sont souvent coupées ou arrachées quand les fruits sont mûrs, ainsi qu'on le fait pour le haricot commun, le niébé, le pois chiche, la lentille, le pois, le soja, l'ambérique. Les haricots secs de *Phaseolus vulgaris* sont récoltés dès qu'un important pourcentage des gousses sont complètement mûres et ont pris une couleur jaune. Chez le niébé, les gousses ont tendance à mûrir irrégulièrement et si elles sont laissées trop longtemps sur la plante elles peuvent éclater et s'égrener du moins dans certains cultivars. Elles sont donc cueillies à la main de temps à autre et stockées.

L'arachide, le pois bambara et la lentille de terre sont arrachés et étalés au soleil pour sécher avant de détacher les fruits. Néanmoins, les fruits tels qu'ils sont retirés du sol, ont une très haute teneur en eau et celle-ci doit être réduite à un niveau d'au plus 5–8%. Les arachides sont aussi mécaniquement récoltées.

En ce qui concerne les cultures de légumineuses à graines de croissance définie, il n'y a aucune raison pour que la récolte entièrement mécanisée ne soit pas pratiquée. La facilité par exemple avec laquelle la récolte du soja peut être totalement mécanisée est l'une des causes de l'énorme accroissement de la production de soja aux Etats-Unis. La récolte doit se faire avant que les gousses s'ouvrent et s'égrènent.

En Inde il est de pratique courante de couper l'ambrevade au ras du sol, de transporter la récolte sur des aires de battage où on la laisse sécher pendant quelques jours avant de procéder au battage en frappant avec des bâtons. Cette technique de base peut être utilisée avec seulement de légères modifications pour la grande majorité des légumineuses à graines lorsque les chaumes et gousses peuvent être placés sur une feuille de lourd polyéthylène, pour procéder ensuite au battage et au vannage.

Les tubercules du pois carré (*Psophocarpus tetragonolobus*) sont récoltés 4–8 mois après le semis; dans le cas de la pomme de terre du Mossi (*Sphenostylis stenocarpa*) la récolte a lieu environ 8 mois après la plantation. La récolte est déterrée à la main généralement au début de la saison des pluies. Le dolique bulbeux (*Pachyrhizus erosus*) atteint la maturité des tubercules en 5–8 mois, bien que dans les régions chaudes du Mexique une culture commerciale soit obtenue en quelque 3 mois. Les tubercules sont déterrés à la main; si la production est à grande échelle une charrue est parfois employée à cette fin.

9.6.2 Rendement

De toute évidence, c'est le soja qui donne les meilleures performances de rendement

actuellement, tant en termes de quantité que de qualité (haute teneur en protéine et huile). Dans des essais, des rendements de 6 000 kg ha⁻¹ de graines sèches ont été obtenus. Néanmoins, quelques espèces jusqu'ici relativement non améliorées, telles que l'ambrévade et le pois sabre peuvent donner sous certaines circonstances de hauts rendements: 3 000–5 000 kg ha⁻¹ et 4 600 kg ha⁻¹ de graines sèches, respectivement. Même les cultures à cycle court telles que pois bambara et haricot commun ont des potentiels de hauts rendements pour leur période d'occupation du sol: 2 600 kg ha⁻¹ et 2 500 kg ha⁻¹ de graines sèches, respectivement. Le niébé de court cycle peut produire 1 500 kg ha⁻¹ de graines sèches. L'information sur les rendements moyen et maximal est consignée sur le tableau 9.8.

9.6.3 Stockage

Pour le stockage, il importe avant tout que le produit soit sec, il faut qu'il ait été séché à l'air pour ne plus contenir plus de 10% d'eau ou moins. Sous les climats à mousson les graines qui ont été séchées à l'air pendant la saison sèche à l'ombre pendant à peu près un mois sont généralement en bonne condition pour être stockées. Les graines doivent être ramassées avec soin afin d'éliminer celles qui ne sont pas saines ou sont endommagées. L'idéal pour le stockage est une cuve, ou un fût métallique, imperméable à l'air, qui maintiendra à un bas niveau la teneur en eau de la graine et ne permettra pas aux insectes nuisibles et agents pathogènes de pénétrer. On peut se rapprocher de cet idéal en utilisant des sacs de polyéthylène.

Les graines se conservent bien pendant une longue période par suite de leur basse teneur en eau et de leur tégument dur. Elles se détériorent rapidement lorsqu'elles sont exposées à de hautes températures, à l'humidité élevée et aux infestations par les insectes. Deux facteurs essentiels pour un stockage sans danger sont la propreté et le contrôle de l'humidité de l'air.

9.6.4 Transformation

Les modes de préparation des légumineuses à graines pour leur consommation, avec ou sans décorticage, diffèrent considérablement selon les divers pays et régions, mais les ressemblances l'emportent sur les différences. On consomme les graines après les avoir fait bouillir, entières ou broyées, ou les avoir fait rôtir, ou après fermentation ou après germination. Les légumineuses peuvent être rendues digestibles et d'un goût agréable par de simples méthodes domestiques, mais elles donnent aussi des produits commerciaux usinés, tels que la farine d'arachide. On se reportera à ce sujet au paragraphe 9.1.3.

9.7 Amélioration

Il existe de multiples possibilités d'amélioration tant par l'application des méthodes et techniques traditionnelles de sélection que par le développement de techniques nou-

velles visant l'augmentation du rendement et une meilleure qualité des légumineuses à graines qui peuvent être cultivées dans les régions tropicales. La variation génétique est généralement suffisante dans les espèces pour que l'on puisse à juste titre s'attendre à obtenir par la sélection non seulement une plus grande résistance aux maladies et aux ennemis des cultures, mais aussi à un rehaussement quantitatif et qualitatif des protéines, ainsi qu'à une réduction des quantités respectives des hémagglutinines.

Sélection pour rendre plus efficace le pouvoir fixateur de la symbiose *Rhizobium*-légumineuses Les propriétés nodulaires des légumineuses sont héréditaires et peuvent souvent être améliorées par sélection et croisements appropriés. Les caractéristiques des souches de *Rhizobium* sont tout particulièrement importantes quand on cherche à améliorer la fixation de l'azote atmosphérique. Un usage plus efficace des facteurs génétiques de l'hôte devrait également être fait pour mieux comprendre les symbioses *Rhizobium*-légumineuses. Le succès de la formation de nodules fixatrices d'azote sur les racines des légumineuses dépend d'une séquence complexe de processus physiologiques, dans un grand nombre desquels intervient une interaction entre bactérie et plante-hôte. Au cours de cette séquence l'échec peut se produire, allant de la non-réussite de l'infection à une fixation symbiotique médiocre lorsque les nodules fournissent insuffisamment d'azote à la plante-hôte pour que celle-ci parvienne à sa croissance maximale. Toute tentative d'examen ou d'amélioration de la nodulation des légumineuses doit impliquer à la fois la bactérie et la plante-hôte. De nombreux facteurs inhérents à la plante qui sont sous contrôle génétique sont impliqués dans la nodulation des légumineuses.

Dans l'ensemble la recherche à ce sujet a deux buts fondamentaux:

- se servir des gènes de l'hôte pour définir les facteurs responsables de l'établissement et du maintien des nodosités;
- améliorer par sélection et croisements le pouvoir fixateur de la plante.

Sélection en vue d'une meilleure qualité des protéines Depuis un temps comparativement récent, la qualité de la protéine est devenue un important objectif dans la sélection concernant les légumineuses à graines. L'identification des hautes lignes de protéines est la première étape dans l'amélioration de la teneur en protéine de toute légumineuse à graines. L'acide aminé essentiel limitant le plus commun est la méthionine, même dans le soja. Le tryptophane est un autre acide aminé essentiel, qui, bien que non nécessairement limitant dans les légumineuses à graines, n'est pas présent dans la protéine de la graine à un pourcentage suffisamment élevé pour avoir quelque valeur en tant que complément des déficiences que l'on trouve communément dans la protéine des céréales. La sélection pour améliorer la teneur et la qualité en protéine de la graine est possible, simplement sur la base des teneurs en protéines brutes et des teneurs en acides aminés essentiels limitants tels que la méthionine et le tryptophane.

Une analyse complète des acides aminés de la protéine extraite de deux différents génotypes d'une légumineuse à graines comme *Phaseolus vulgaris* peut montrer des différences appréciables. De plus, la protéine extraite de la graine du même génotype

cultivé sous des conditions différentes peut aussi être dissemblable. Les constituants protéiques des extraits protéiques de la graine d'une légumineuse à graines comprennent des globulines et des albumines. Le travail sur les protéines de la graine est compliqué par le fait que les globulines tout spécialement peuvent dissocier en formes oligomériques. Ce qui, en fait, est à l'origine une seule protéine peut par suite des techniques de séparation utilisées produire de nombreux composants séparés. Le sélectionneur de plantes doit être capable de déterminer quelle gamme de polypeptides aurait dû en fait être incorporée dans une protéine donnée.

L'évaluation finale de la qualité nutritionnelle doit être faite dans des régimes alimentaires mixtes, étant donné que les légumineuses à graines sont généralement ingérées avec d'autres aliments.

Élimination des matières indésirables La variété des composés dont il s'agit est considérable (voir paragraphe 9.1.4). Ce sont soit des protéines soit des produits de l'action enzymatique, qui théoriquement peuvent être éliminés à condition que l'espèce soit polymorphe vis-à-vis de l'enzyme en question et que des formes inactives existent. S'il était possible de réduire la teneur en alcaloïde des graines légumineuses vénéneuses il pourrait être possible de les utiliser pour l'alimentation humaine. Quelques espèces de légumineuses à graines qui sont potentiellement utiles, telles que le pois mascate, pourraient procurer une source appréciable de protéines végétales si les facteurs toxiques étaient éliminés.

Légumineuses à graines à retenir pour l'amélioration génétique Le choix des légumineuses à graines des basses terres tropicales qu'il vaut la peine d'améliorer doit être fait sur une base rationnelle, en prenant en considération leur importance actuelle, les préférences alimentaires, les problèmes de maladies et d'ennemis de la culture, le potentiel de productivité inhérent, les qualités nutritionnelles (p. ex. la répartition des acides aminés essentiels), la diversité génétique dont on dispose et la facilité relative des manipulations génétiques.

Six légumineuses à graines constituent la majeure partie de la production de légumineuses à graines et de graines oléifères de légumineuses dans les basses terres tropicales: l'arachide, l'ambrévade, le niébé, quelques haricots asiatiques (l'ambérique p. ex.), le soja et les haricots *Phaseolus*. Dans les basses terres tropicales d'Afrique, les légumineuses les plus importantes sont l'arachide, le niébé, le pois bambara et l'ambrévade. Le pois du cap, la pomme de terre du Mossi, le haricot commun, le pois mascate, l'antaque, *Parkia* spp. et le soja sont d'une importance secondaire. Il serait utopique de vouloir axer d'importants efforts d'amélioration génétique sur plus de 4-5 légumineuses à graines actuellement, du moins sur le plan de l'action internationale. Toutefois, il peut être opportun dans le futur de mettre en route des programmes d'amélioration pour quelques unes des espèces secondaires les plus prometteuses. En outre, des intérêts d'ordre localisé peuvent mener à décider que l'accent doit porter sur quelques espèces actuellement obscures.

Les légumineuses à graines des basses terres tropicales appartenant au premier ordre

de priorité comprennent:

- | | |
|-----------------------------|---|
| (1) <i>Arachis hypogaea</i> | (3) <i>Vigna unguiculata</i> |
| (2) <i>Cajanus cajan</i> | (4) <i>Vigna radiata</i> (y compris <i>V. mungo</i>) |

Ces 4 cultures doivent recevoir un large soutien, nationalement et internationalement.

Le deuxième ordre de priorité, pour des espèces ayant un potentiel régional est:

- | | |
|------------------------------|----------------------------------|
| (1) <i>Phaseolus lunatus</i> | (3) <i>Dolichos lablab</i> |
| (2) <i>Glycine max</i> | (4) <i>Voandzeia subterranea</i> |

Un troisième ordre de priorité est assigné aux espèces dont l'adaptation et l'usage sont plus localisés mais qui présentent un potentiel considérable pour une expansion de la production. On peut penser que ces espèces seraient d'un grand intérêt immédiat au point de vue national. Elles comprennent:

- | | |
|--|------------------------------------|
| (1) <i>Sphenostylis stenocarpa</i> | (4) <i>Canavalia ensiformis</i> |
| (2) <i>Psophocarpus tetragonolobus</i> | (5) <i>Dolichos uniflorus</i> |
| (3) <i>Mucuna pruriens</i> Cv.-
groupe Utilis | (6) <i>Vigna aconitifolia</i> |
| | (7) <i>Cyamopsis tetragonoloba</i> |

On se reportera au tableau 9.12 pour les objectifs de l'amélioration de quelques légumineuses à graines tropicales des basses terres.

Collections de plasma germinatif Etant donné que les espèces mineures tendent à être rapidement perdues lors de l'expansion de systèmes culturaux plus sophistiqués, le besoin se fait urgemment sentir de collectionner et de maintenir les plasmas germinatifs indigènes.

9.8 Production, commercialisation et tendances

La production totale en 1971 était d'environ 112 millions de tonnes de graines. Comparé à la période 1948-1952 cela représentait une augmentation de la production d'environ 103%. En 1977, la production totalisait environ 155 millions de tonnes (voir en outre les tableaux 9.2 et 9.3). Non compris l'arachide et le soja, la production a totalisé quelque 44 millions de tonnes en 1971 et environ 58 millions de tonnes en 1977.

Il ne fait aucun doute que les cultures de légumineuses à graines joueront un rôle vital dans le développement des économies rurales de nombreux pays. Outre les cultures telles que niébé, haricot *Phaseolus* et espèces mineures, dont on peut s'attendre qu'elles garderont un rôle local comme culture de subsistance (bien que l'exportation de haricots *Phaseolus* puisse offrir des perspectives), l'arachide est une culture servant

un objectif double en tant que culture de subsistance et culture de rapport. La demande en est forte, le prix est généralement satisfaisant et l'amélioration des techniques de production pour une plus grande efficacité offre des possibilités d'augmentation des marges de profit. En ce qui concerne le soja c'est une culture importante dans les sociétés technologiquement avancées et celles dans lesquelles son potentiel nutritionnel est réalisé par la transformation sous fermentation. Le problème en ce qui concerne la production de soja dans de nombreuses régions, particulièrement en Afrique, est que la demande sur le marché local est négligeable, et qu'avec les hauts coûts de transport pour évacuer le produit de l'intérieur vers les marchés mondiaux, ce produit n'est pas compétitif. La popularité relativement plus grande de l'arachide par rapport au soja est probablement due au fait que ce qui n'est pas vendu peut être mangé, alors que dans les régions où le soja n'est pas une nourriture usuelle, tout surplus de production ne sera pas mangé.

La diversité de l'arachide dans ses utilisations contraste avec celle du pois chiche, du niébé, de la lentille et autres légumineuses à graines qui n'ont pas dans l'ensemble d'autres débouchés économiques que le simple marché direct des légumineuses à graines. Pour la plupart des légumineuses à graines, il n'existe pas de marché lucratif alternatif comparable à un commerce de confiserie vers lequel la production puisse être dirigée. Le pois chiche par exemple est presque entièrement une culture pratiquée pour la consommation locale. En termes mondiaux, l'aire dévolue au pois chiche est au troisième rang, directement après celle des graines sèches de *Phaseolus* et de pois, et en termes de production actuelle il vient après les haricots secs, les pois secs et les fèves de marais. Il ne figure que dans une très faible mesure dans le commerce international. L'arachide, bien que cultivée dans de nombreuses parties du monde en tant que culture de subsistance, a atteint un statut considérable dans le monde en développement, spécialement en Afrique, en tant que culture de rapport. Une grande partie de cette production africaine figure dans le commerce extérieur.

Les légumineuses à graines qui viennent en tête (à l'exception des légumineuses oléifères bivalentes telles que soja et arachide) constituent un ensemble désigné en tant que haricots secs, qui consiste en *Phaseolus* en grande partie. La production de ces haricots est universelle, avec une légère prédominance de production en Amérique du Sud vis-à-vis des autres aires de production. La répartition de la production de pois chiche, lentille, 'grams' asiatiques (p. ex. ambérique, haricot velu) et ambrévade montre similairement une forte prépondérance de production en Asie (principalement l'Inde). Les légumineuses à graines méditerranéennes *Pisum* et *Vicia* sont surtout produites en Europe et en Chine, la fève plus abondamment en Chine et le pois en dominance en Europe.

9.9 Caractéristiques particulières

L'augmentation rapide des prix des produits alimentaires et la pénurie mondiale en énergie et fertilisants sont des stimulants pour la prospection de sources de nutrition plus efficaces, les légumineuses par exemple. Les efforts à entreprendre pour améliorer

rer la production de légumineuses à graines devraient être concentrés sur la production de protéines d'origine végétale de haute qualité, avec une composition en acides aminés aussi proche que possible de celle d'une bonne protéine animale. Ceci peut se faire par traitement et/ou usinage et le mélange de protéines de différentes sources, avec peut-être en plus des additions d'acides aminés essentiels limitants synthétiques et d'acides gras. A mesure que la demande en matières de ce genre augmentera, l'aspect économique s'améliorera inévitablement.

L'utilisation coordonnée et intégrée de légumineuses à graines et de céréales et de graines oléagineuses, dans un contexte industriel, pourrait amplement subvenir aux besoins en protéines végétales équilibrées dans les temps à venir, lorsque la composition en acides aminés du mélange sera similaire à celle d'une bonne protéine animale. Une formule de ce type peut être préparée à partir d'une légumineuse à graines telle que *Phaseolus vulgaris*, d'une céréale telle que le riz, et de la graine oléagineuse du sésame, dont tous les acides aminés essentiels peuvent être obtenus.

C'est aux instituts internationaux de recherche agronomique, tels que ICRISAT (Inde), IITA (Nigéria) et CIAT (Colombie), qu'il incombera d'inclure les quatre légumineuses principales des basses terres tropicales (arachide, ambrévade, niébé, ambérique) et le haricot commun dans leurs activités concernant l'amélioration, en donnant aux organisations individuelles et régionales la possibilité d'inclure dans leur programmes de recherche quelques légumineuses secondaires ou d'intérêt localisé.

9.10 Bibliographie

Ouvrages généraux

- Ayanaba, A. & P. J. Dart, eds., 1977. Biological nitrogen fixation in farming systems of the tropics. Wiley. Chichester.
- Aykroyd, W. R. & J. Doughty, 1964. Legumes in human nutrition. FAO nutr. Stud. 19. Rome.
- Botton, H., 1957/8. Les plantes de couverture en Côte d'Ivoire. J. Agric. trop. Bot. appl. 4: 553-615. 5: 45-172.
- Cobley, L. S. & W. M. Steele, 1976. An introduction to the botany of tropical crops. 2nd ed. Longman. London: 71-110.
- Duke, J. A., 1981. Handbook of legumes of worldwide economic importance. Plenum Press. New York & London.
- FAO, 1979. Annuaire de la production. Vol. 32. Rome.
- Hardy, R. W. F., P. G. Heytler & R. M. Rainbird, 1983. Status of new nitrogen inputs for crops. In: CIBA Foundation Symposium 97. Better crops for food. Pitman. London: 28-45.
- Irvine, F. R., 1974. West African Crops. Oxford Univ. Press. London: 193-217.
- Kachroo, P., ed., 1970. Pulse crops of India. Indian Conc. Agric. Res. New Delhi.
- Kay, D. E., 1979. Crop and Product digest 3. Food legumes. Trop. Prod. Inst. London.
- National Academy of Sciences, 1979. Tropical legumes: resources for the future. Washington.
- Platt, B. S., 1971. Tables of representative values of foods commonly used in tropical countries. Medic. Res. Council; Spec. Rep. Series 302. Her Maj. Stat. Off. London.
- Purseglove, J. W., 1968. Tropical Crops. Dicotyledons I. Longman. London: 199-332.
- Rachie, K. O. & L. M. Roberts, 1974. Grain legumes of the lowland tropics. Adv. Agron. 26: 1-132.

- Rachie, K. O. & P. Sylvestre, 1977. Grain legumes. Dans: C.L.A. Leakey & J. B. Wills, eds. Food crops of the lowland tropics. Oxford Univ. Press. London: 41-74.
- Smartt, J., 1976. Tropical pulses. Longman. London.
- Stanton, W. R., ed., 1966. Grain legumes in Africa. FAO. Rome.
- Summerfield, R. J. & A. H. Bunting, eds, 1980. Advances in legume science. Kew.
- Westphal, E., 1974. Pulses in Ethiopia, their taxonomy and agricultural significance. Agric. Res. Rep. Wageningen. 815.

Cultures spécifiques

- Akinola, J. O., P. C. Whiteman & E. S. Wallis, 1975. Agronomy of the pigeon pea (*Cajanus cajan*). Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. U.K. Review Series no. 1.
- Baradi, T. A. El. 1977. Pulses 2. Chickpeas. Abstr. Trop. Agric. 3 (3): 9-18.
- Clausen, R. T., 1944. A botanical study of yam beans (*Pachyrrhizus*). Cornell Univ. Agric. Exp. Stat., Mem. 264.
- Doku, E. V. & S. K. Karikari, 1971. Bambara nut. Econ. Bot. 25 (3): 255-262.
- Gillier, P. & P. Silvestre, 1969. L'arachide. Maisonneuve & Larose. Paris.
- Gooding, H. J., 1962. The agronomic aspects of pigeon peas. Fld Crop Abstr. 15: 1-5.
- Hawtin, G. & C. Webb, eds, 1982. Faba Bean Improvement. Martinus Nijhoff Publ. The Hague.
- ICRISAT, 1980. Proceedings International Workshop on Chickpea Improvement, 28 Feb.-2 March 1979. Hyderabad.
- ICRISAT, 1981. Proceedings International Workshop on Pigeon peas I & II, 15-19 December 1980. Patancheru.
- Kay, D. E., 1973. Crop and Product digest 2. Root crops. Trop. Prod. Inst. London: 1-3, 240-245.
- Kennedy, P. B. & B. A. Madson, 1925. The mat bean, *Phaseolus aconitifolius*. Bull. Calif. agric. Exp. Stat. 396.
- Khan, T. N., 1982. Winged bean production in the tropics. FAO Plant Production and Protection Paper 38. Rome.
- Kofi Amuti, 1980. *Geocarpa* groundnut (*Kerstingiella geocarpa*) in Ghana. Econ. Bot. 34 (4): 358-361.
- Lush, W. M., L. T. Evans & H. C. Wien. 1980. Environmental adaptation of wild and domesticated cowpeas (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Fld Crops Res. 3 (2): 173-187.
- Maesen, L. J. G. van der, 1972. *Cicer* L. A monograph of the genus, with special reference to the chickpea (*Cicer arietinum* L.), its ecology and cultivation. Meded. Landb. Hogesch. Wageningen 72 (10).
- Nabhan, G. P. & R. S. Felger, 1978. Teparies in Southwestern North America. Econ. Bot. 32 (1): 2-19.
- National Academy of Sciences, 1975. The winged bean. A high-protein crop for the tropics. Washington D. C. 2nd ed. 1981.
- Piper, C. V. & W. J. Morse, 1938. The velvet bean. USDA Fmr's Bull. 1276.
- Sacks, F. M., 1977. A literature review of *Phaseolus angularis* - The adzuki bean. Econ. Bot. 31 (1): 9-15.
- Saint Clair, P. M., 1972. Responses of *Lens esculenta* Moench to controlled environmental factors. Meded. Landb. Hogesch. Wageningen 72 (12).
- Schaaffhausen, R. v., 1963. Dolichos lablab or hyacinth bean. Econ. Bot. 17 (2): 146-153.
- Sellschop, J. P. F., 1962. Cowpeas, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Fld Crop Abstr. 15 (4): 259-266.
- Summerfield, R. J., P. A. Huxley & W. Steele, 1974. Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Fld Crop Abstr. 27 (7): 301-312.
- Sutcliffe, J. F. & J. S. Pate, eds. 1977. The physiology of the garden pea. Acad. Press. London.
- Wall, D., ed., 1973. Potentials of fields beans and other food legumes in Latin America. CIAT. Cali.
- Webb, C. & G. Hawtin, eds, 1981. Lentils. Commonwealth Agric. Bureaux & ICRISAT.

9.11 Tableaux

Tableau 9.1. Noms, origine, répartition et utilisation des principales légumineuses à graines.

Nom scientifique	Noms vernaculaires	Origine	Répartition	Utilisation
<i>Arachis hypogaea</i> L.	arachide (F); ground-nut (A); peanut (Am)	Amérique du Sud (Brésil)	Régions tropicales et subtropicales. Producteurs principaux: Inde, Chine, Etats-Unis, Nigéria. Importante au Cameroun.	Industrielles; huile, tourteaux (aliments du bétail); graines mangées crues ou rôties, utilisées en confiserie et sauces au curry, chaumes verts en tant que fourrage et foin.
<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp. Syn. <i>C. indicus</i> Spreng.	ambrévide, pois d'Angole, pois pigeon (F); pigeon pea, Angola pea, red gram (A)	Inde	Régions tropicales et subtropicales, particulièrement l'Inde. Parfois trouvé près des habitations au Cameroun.	Jeunes feuilles, jeunes pousses, jeunes gousses et graines jeunes et mûres comestibles; fourrage, foin et ensilage, plante de couverture, brise-vent, engrais vert. Résistant à la sécheresse.
<i>Canavalia ensiformis</i> (L.) DC.	pois sabre, haricot sabre, fève de Jacques (F); jack bean (A)	Caraïbes et parties proches en Amérique	Dans toutes les régions tropicales.	Feuilles, pousses terminales, jeunes gousses, et graines jeunes et mûres comestibles; parfois aussi fleurs; engrais vert, plante de couverture, fourrage. Graines mûres cuites avant leur consommation.
<i>Canavalia gladiata</i> (Jacq.) DC.	sword bean (A)	Asie	Asie, Inde particulièrement; se trouve dans toutes les régions tropicales. Au Cameroun seulement trouvé comme plante d'ornement.	Jeunes gousses et graines en tant que légume en Asie tropicale; engrais vert, plante de couverture, fourrage. Graines mûres un peu vénéneuses.
<i>Cicer arietinum</i> L.	pois chiche (F); chick-pea, Egyptian pea, gram (A)	probablement Asie de l'Ouest ou Europe méditerranéenne	Inde, Asie de l'Ouest, Ethiopie, région méditerranéenne. Principaux producteurs: Inde, Pakistan, Ethiopie.	Graines, jeunes pousses et gousses tendres comestibles; le reste de la plante en tant que fourrage.
<i>Cyamopsis tetragonoloba</i> (L.) Taub. Syn. <i>C. psoralleoides</i> DC.	cyamopse à quatre ailes (F); cluster bean (A)	probablement l'Inde	Régions tropicales assez sèches, Inde.	Gousses tendres comme légume; graines sèches pour muilage; fourrage, engrais vert.

Tableau 9.1. (suite).

Nom scientifique	Noms vernaculaires	Origine	Répartition	Utilisation
<i>Dolichos lablab</i> L. Syn. <i>Lablab niger</i> Med.	antaque, dolique d'Egypte (F); hyacinth bean, bonavist bean, lablab (bean), Egyptian bean, etc. (A)	probablement d'origine asiatique	Régions tropicales, Inde	Jeunes pousses, feuilles, jeunes gousses, et graines tendres et sèches comestibles; chaumes et graines sèches en tant que nourriture du bétail; engrais vert, plante de couverture, pâture. Graines mûres cuites avant consommation. Résistance à la sécheresse.
<i>Dolichos uniflorus</i> Lam. Syn. <i>D. biflorus</i> Auct. non L.	horse gram (A)	probablement Asie du Sud-Est	Inde principalement	Graines comestibles après cuisson à l'eau ou frites (pour le bétail aussi); tiges, feuilles et cosses comme fourrage; engrais vert.
<i>Glycine max</i> (L.) Merr. Syn. <i>G. soja</i> (L.) Sieb. & Zucc.	soja (F); soybean, soya bean (A)	Asie de l'Est	Asie du Sud-Est, Amérique du Nord, autre part à petite échelle. Principaux producteurs: Etats Unis, Chine, Brésil, Argentine. Introduit au Cameroun.	Industrielles: protéine et huile; graines vertes comme légume, graines sèches comestibles après fermentation; pâtre et fourrage; engrais vert et plante de couverture.
<i>Kerstingella geocarpa</i> Harms	lentille de terre (F); Kersting's groundnut (A)	Afrique tropicale	Nigéria, Dahomey, Ghana	Graines sèches, comme les autres légumineuses.
Syn. <i>Macrotyloma geocarpum</i> (Harms) Mar. & Baud.				
<i>Lathyrus sativus</i> L.	gesse blanche (F); grasspea, chickling vetch or pea (A)	Europe méridionale et Asie de l'Ouest	Inde, Moyen-Orient, parties de l'Afrique et Amérique du Sud. Producteur principal: Inde.	Feuilles et graines comestibles; fourrage, graines données au bétail. Graines bouillies avant consommation. N'est pas mangé en grandes quantités ni sur une longue période. Résistance à la sécheresse.

Tableau 9.1. (suite).

Nom scientifique	Noms vernaculaires	Origine	Répartition	Utilisation
<i>Lens culinaris</i> Med. Syn. <i>L. esculenta</i> Moench	lentille (F); lentil (A)	Asie de l'Ouest	Régions tempérées, subtropicales et tropicales de haute altitude: Inde, Moyen-Orient, Ethiopie.	Jeunes gousses en tant que légume; graines sèches comme les autres légumineuses; plante entière (sèche ou verte) comme fourrage.
<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC. Cv.-groupe Utilis. Syn. M.p. var. utilis (Wall. ex Wight) Baker ex Burck	pois mascate (F); velvet bean (A)	probablement l'Asie tropicale	Dans toutes les régions tropicales (spéc. Asie, Afrique). Trouvé à l'état sauvage au Cameroun mais non mangé.	Jeunes feuilles et jeunes gousses en tant que légume; graines mûres, comme les autres légumineuses; plante de couverture, pâture, fourrage, foin, ensilage, engrais vert. Graines bouillies avant consommation.
<i>Pachyrhizus erosus</i> (L.) Urban	dolique bulbeux (F); Mexican yam bean (A)	Mexique et Nord de l'Amérique centrale	Dans toutes les régions tropicales: Sud-Est de l'Asie, Inde, en particulier Mexique.	Tubercules mangés crus ou cuits; jeunes gousses parfois en tant que légume.
<i>Parkia</i> spp. <i>P. biglobosa</i> (Jacq.) Benth. <i>P. filitoides</i> Welw. ex Oliv.	African locust bean (A)	Afrique	Afrique, y compris Nord-Cameroun	Graines fermentées et utilisées comme condiments en Afrique de l'Ouest; pulpe du fruit utilisée pour pâtisserie et boissons.
<i>Phaseolus acutifolius</i> Gray var. <i>latifolius</i> Freem.	teparty bean (A)	Amérique du Nord	Amérique du Nord	Graines sèches, comme autres légumineuses; foin et plante de couverture aux Etats-Unis. Résistant à la sécheresse.
<i>Phaseolus coccineus</i> L.	haricot d'Espagne (F); scarlet runner bean (A)	Amérique du Sud	Europe, Asie, Afrique, Amérique centrale	Gousses tendres comme légume, graines vertes et sèches ainsi que tubercules sont comestibles. Graines sèches seulement importantes dans les hautes terres d'Amérique centrale.

Tableau 9.1. (suite).

Nom scientifique	Noms vernaculaires	Origine	Répartition	Utilisation
<i>Phaseolus lunatus</i> L.	pois du cap, haricot de Lima, haricot de sieva (F); Lima bean (large-seeded cvs), sieva bean (small-seeded cvs) (A)	Amérique tropicale	Parties du monde de climat chaud. Trouvé parfois au Cameroun.	Jeunes gousses, graines jeunes et mûres, parfois jeunes feuilles sont mangées; plante de couverture, fourrage, engrais vert. La graine mûre n'est mangée qu'après avoir été bouillie.
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	haricot, haricot commun (F); common bean, haricot bean (A)	Mexique	Amérique et Afrique tropicales, régions subtropicales et tempérées. Principaux producteurs en Amérique du Sud. Culture importante dans l'Ouest du Cameroun.	Jeunes gousses, jeunes graines, parfois jeunes feuilles en tant que légume; graines mûres, comme les autres légumineuses; paille, fourrage.
<i>Pisum sativum</i> L.	pois (F); pea, garden pea, field pea (A)	probablement l'Asie du Sud-Est	Régions tempérées, subtropicales et tropicales pendant la saison fraîche. Principaux producteurs: Chine et Russie.	Jeunes gousses, jeunes graines, parfois feuilles, comme légume; graines sèches, comme les autres légumineuses; fourrage, foin, ensilage, engrais vert, plante de couverture.
<i>Sphenostylis tetragonolobus</i> (L.) DC.	pois carré, haricot ailé (F); Goa bean, winged bean (A)	probablement l'Asie tropicale	Surtout en Asie tropicale. Récemment introduit dans quelques pays ouest-africains (p.ex. Ghana).	Jeunes feuilles, pousses, fleurs, et jeunes gousses en tant que légume; graines mûres mangées grillées; racines à tubercules; engrais vert, plante de couverture, culture fourragère.
<i>Sphenostylis stenocarpa</i> (Hochst. ex Rich.) Harms	potomme de terre du Mossi (F); African yam bean (A)	Afrique de l'Ouest	Afrique de l'Ouest. Trouvé aussi dans l'Ouest du Cameroun.	Graines sèches, comme les autres légumineuses; tubercules frais ou cuits. Graines trempées avant consommation.
<i>Vicia faba</i> L.	fève de marais, fève-roule (F); field bean, horse bean, broad bean (A)	région méditerranéenne ou Asie du Sud-Ouest	Régions tempérées et subtropicales, hautes terres tropicales. Principal producteur: Chine.	Jeunes graines en tant que légume, graines sèches, comme les autres légumineuses; fourrage, foin.

Tableau 9.1. (suite).

Nom scientifique	Noms vernaculaires	Origine	Répartition	Utilisation
<i>Vigna aconitifolia</i> (Jacq.) Maréchal Syn. <i>Phaseolus aconitifolius</i> Jacq.	mat or mot bean (A)	Inde, Pakistan, Birmanie	Asie du Sud-Est. Principal producteur: Inde.	Jeunes gousses comme légume, graines mûres mangées cuites; fourrage, foin, engrais vert.
<i>Vigna angularis</i> (Willd.) Ohwi & Ohashi Syn. <i>Phaseolus angularis</i> Willd.	haricot adzuki (F); adzuki bean (A)	probablement Japon	Chine, Japon; introduit aux Etats-Unis. Principaux producteurs: Japon et Chine.	Graines sèches, comme les autres légumineuses; cuites entières ou incorporées dans un plat (utilisées dans les soupes, les gâteaux et la confiserie); culture fourragère.
<i>Vigna mungo</i> (L.) Hepper Syn. <i>Phaseolus mungo</i> L.	haricot velu (F); black gram, urd (A)	Inde	Inde principalement	Graines sèches, comme les autres légumineuses, gousses vertes en tant que légume; engrais vert, plante de couverture, fourrage, cosses et paille comme aliment du bétail.
<i>Vigna radiata</i> (L.) Wilczek Syn. <i>Phaseolus radiatus</i> L., <i>P. aureus</i> Roxb.	ambérique (F); green gram, mung bean (A)	Inde	Surtout l'Asie du Sud-Est. Sporadiquement en Afrique. Principal producteur: Inde.	Graines sèches, comme les autres légumineuses, jeunes feuilles et jeunes gousses en tant que légume; foin, engrais vert, plante de couverture.
<i>Vigna umbellata</i> (Thunb.) Ohwi & Ohashi Syn. <i>Phaseolus calcaratus</i> Roxb.	haricot riz (F); rice bean (A)	Asie tropicale	Asie tropicale, en particulier Asie du Sud-Est.	Graines sèches, comme les autres légumineuses, jeunes gousses et feuilles en tant que légume; fourrage, engrais vert, plante de couverture.
<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp. Syn. <i>V. sinensis</i> (L.) Hassk.	niébé, haricot dolique, dolique de Chine, haricot à oeil noir, pois de Brésil (F), cowpea, black-eye pea (A)	probablement Afrique de l'Ouest	Régions tropicales et subtropicales, Afrique de l'Ouest en particulier. Principaux producteurs: Nigéria, Niger. Important au Cameroun.	Jeunes feuilles, pousses, jeunes gousses et jeunes graines en tant que légume; graines sèches, comme les autres légumineuses; fourrage, engrais vert, plante de couverture.

Tableau 9.1. (suite).

Nom scientifique	Noms vernaculaires	Origine	Répartition	Utilisation
<i>Vandzeta subterranea</i> (L.) Thou.	pois bambara, vouandzou, haricot	Afrique de l'Ouest	Afrique tropicale surtout.	Graines sèches, comme les autres légumineuses et mangées après avoir été bouillies (sont très dures).
Syn. <i>Vigna subterranea</i> (L.) Verdc.	pistache (F); Bambara groundnut (A)		Principaux producteurs: Nigéria, Niger, Ghana. Important au Cameroun.	

Sources diverses.

Tableau 9.2. Superficie et production des principales légumineuses à graines, oléagineux compris (1977).

	Superficie (en 10 ⁶ ha)	Production (en 10 ⁶ tonnes)
<i>Légumineuses à graines</i>	80,951	57,983
fèves de marais	1,003	10,605
haricots secs	28,995	16,108
lentilles	1,951	1,236
pois	13,069	14,687
pois chiche	10,133	6,843
autres	25,800	8,504
<i>Graines légumineuses oléagineuses</i>	67,848	97,196
arachide	18,605	17,990
soja	49,243	79,206
Total	148,799	155,179

Source: FAO (1979).

Tableau 9.3. Superficie et production de légumineuses à graines dans les différentes régions écologiques (1971).

Région	Superficie (en 10 ⁶ ha)	Production (en 10 ⁶ tonnes)	Observations		
			culture	superficie (en 10 ⁶ ha)	production (en 10 ⁶ tonnes)
Monde	117,50	111,6			
Régions tropicales	55,84	37,82			
Afrique	environ 12	environ 8,5			
Asie	environ 33	environ 21			
Amérique Latine	environ 10	environ 8,5			
Basses terres tropicales	33,28	21,64	arachide	14,87	13,01 (en coques)
			ambrévade	2,91	2,61
Afrique	10,23	7,29	'grams' asiatiques	7,80	2,52
Asie	22,04	13,21	niébé	2,99	1,08
Amérique Latine	1,01	1,14	soja	0,70	0,51
			autres	4,01	1,91
Régions tropi- cales d'altitu- de moyenne et élevée	22,56	16,18	pois chiche	8,50	5,69
			haricots secs	8,38	5,53
			soja	1,96	2,60
			pois	1,5	1,18
			lentille	0,95	0,48
			fève de marais	0,47	0,32
			autres	0,80	0,38
Régions subtro- picales et tempé- rées	61,70	73,78	soja	32,56	43,64
			autres (pois, fève de marais, haricots secs, pois chiche, lentille)	29,14	30,14

Source: en partie Rachie & Roberts (1974).

Tableau 9.4. Apports de légumineuses à graines dans l'alimentation, dans 34 pays (en g par personne par jour).

Pays	Quantité	Pays	Quantité
Allemagne de l'Ouest		Italie	16
Suède		Israël	16
Nouvelle-Zélande		Sri Lanka	16
Uruguay		Etats-Unis	16
Belgique/Luxembourg		Portugal	19
Suisse	3-7	Chili	22
Irlande		Egypte	26
Finlande		Turquie	27
Pays-Bas		Grèce	29
Norvège		Ecuador	36
Argentine		Honduras	36
Autriche		Paraguay	44
Australie		Japon	50
		Mexique	51
Canada		Brésil	68
Danemark		Inde	71
France	8-13		
Royaume-Uni			
Afrique du Sud			

Source: Aykroyd & Doughty (1964).

Tableau 9.5. Composition chimique des graines des principales légumineuses à graines (par 100 g de partie comestible).

Espèce	Eau (g)	Energie		Protéi- nes (g)	Lipides (g)	Gluci- des (g)	Fibre (g)	Cal- cium (mg)	Fer (mg)	Vit. A (U.I.)	Vit. B ₁ (mg)	Vit. B ₂ (mg)	Acide nicoti- nique	Vit. C (mg)
		kJ	kcal											
<i>Arachis hypogaea, sec</i>	6	2432	579	27,0	45,0	17	3,0	50	2,5	ø	0,9	0,15	17,0	ø
<i>Cajanus cajan</i>	10	1378	328	20,0	2,0	58	7,0	100	5,0	ø-140	0,5	0,15	2,3	ø
<i>Canavalia ensiformis</i>	8	1525	363	25,0	3,0	59	1,8	100	4,0	ø	0,5	0,1	1,1	ø
<i>Cicer arietinum</i>	9	1546	368	20,0	5,0	61	2,8	120	9,0	ø-200	0,5	0,15	1,5	ø
<i>Dolichos lablab</i>	8	1474	351	21,0	1,0	65	2,0	80	4,5	100	0,5	0,1	1,8	ø
<i>Dolichos uniflorus</i>	10	1420	338	22,0	0,5	61	5,3	280	8,0	40	0,4	0,15	2,5	ø
<i>Glycine max</i>	8	1604	382	35,0	18,0	20	4,5	200	7,0	0-200	1,1	0,3	2,0	ø
<i>Lathyrus sativus</i>	10	1231	293	25,0	1,0	46	15,0	110	5,6	70	0,1	0,4	-	ø
<i>Lens culinaris</i>	10	1424	339	24,0	1,0	59	4,0	70	7,0	ø-200	0,5	0,2	2,0	ø
<i>Mucuna pruriens</i>														
Cv.-groupe <i>Urtis</i>	10	1474	351	24,0	5,0	53	5,0	130	-	50	0,5	0,2	1,7	ø
<i>Parkia</i> spp.	10	1596	380	26,0	10,0	47	3,0	300	4,0	-	0,06	0,2	3,0	ø
<i>Phaseolus acutifolius</i>	10	1390	331	24,0	1,0	57	4,5	-	-	-	0,3	0,1	2,7	ø
<i>Phaseolus coccineus</i>	12	1369	326	20,0	1,5	58	5,0	120	10,0	ø	0,3	0,1	2,0	ø
<i>Phaseolus lunatus</i>	12	1369	326	20,0	1,5	58	5,0	90	6,0	ø	0,5	0,14	1,5	ø
<i>Phaseolus vulgaris</i>	10	1424	339	24,0	1,7	57	4,0	110	8,0	ø	0,5	0,2	2,0	ø
<i>Pisum sativum</i>	10	1415	337	25,0	1,0	57	4,5	70	5,0	10-200	0,8	0,2	2,5	ø
<i>Psophocarpus tetragonolobus</i>	14	1697	404	33,0	16,0	32	5,0	-	-	-	0,08	-	-	ø
<i>Vicia faba</i>	9	1436	342	25,0	1,5	57	4,5	100	6,0	15-100	0,4	0,3	2,5	ø
<i>Vigna angularis</i> ¹	13	1365	325	25,3	0,6	57,1	5,7	252	7,6	15	0,57	0,18	3,2	-
<i>Vigna radiata</i>	12	1361	324	22,0	1,0	57	4,7	100	8,0	40	0,45	0,2	2,0	ø
<i>Vigna umbellata</i> ¹	11	1420	338	19,3	0,6	65,4	5,8	218	7,2	30	0,58	0,08	2,2	-
<i>Vigna unguiculata</i>	10	1428	340	22,0	1,5	60	4,0	90	5,0	ø-50	0,9	0,25	2,0	ø
<i>Vouandzeia subterranea</i>	10	1541	367	18,0	6,0	60	3,3	65	6,0	-	0,3	0,1	2,0	ø

-: données non disponibles, ø = trace.

Sources: 1. Aykroyd & Doughly (1964); Platt (1971).

Tableau 9.6. Teneur en acides aminés de quelques légumineuses à graines (en mg/g N).

Culture	Isoléucine	Leucine	Lysine	Phénylalanine	Tyrosine	Acides aminés sulfurés total (S)	Méthionine	Cystine	Thréonine	Tryptophane (Tr.)	Valine	Taux de protéine	Premier acide aminé limitant	Second acide aminé limitant
Bilan provisionnel FAO	270	306	270	180	180	270	144	126	180	90	270	100		
<i>Arachis hypogaea</i>	260	380	220	320	220	150	60	90	170	70	310	55	S	Tr
<i>Cajanus cajan</i>	380	490	450	540	210	160	70	90	240	30	330	38	Tr	S
<i>Canavalia ensiformis</i>	280	570	370	390	240	180	110	80	310	-	330			
<i>Cicer arietinum</i>	360	460	430	300	210	170	80	90	220	50	310	57	Tr	S
<i>Dolichos lablab</i>	280	520	380	290	220	130	60	70	240	-	340			
<i>Dolichos uniflorus</i>	420	490	490	430	160	220	90	140	240	60	370	71	Tr	S
<i>Glycine max</i>	340	480	400	310	200	200	80	110	250	90	330	72	S	Tr
<i>Lens culinaris</i>	330	440	380	280	170	100	50	50	220	50	340	36	S	Tr
<i>Mucuna pruriens</i>														
Cv.-groupe <i>Utilis</i>	300	480	390	300	320	130	80	60	250	-	240			
<i>Phaseolus acutifolius</i>	280	480	410	330	200	150	60	90	250	-	360			
<i>Phaseolus lunatus</i>	360	520	420	370	160	190	100	90	300	60	390	66	Tr	S
<i>Phaseolus vulgaris</i>	360	540	460	350	240	120	60	60	270	60	380	46	S	Tr
<i>Pisum sativum</i>	350	520	460	320	250	160	80	80	240	70	350	58	S	Tr
<i>Vicia faba</i>	390	540	350	260	170	70	30	40	200	60	310	26	S	Tr
<i>Vigna angularis</i>	280	490	440	340	210	180	110	70	240	-	340			
<i>Vigna mungo</i>	270	490	460	410	210	140	90	60	230	-	370			
<i>Vigna radiata</i>	350	560	430	300	100	110	70	40	200	50	370	40	S	Tr
<i>Vigna unguiculata</i>	260	450	410	340	210	230	120	110	220	-	340			
<i>Voandzeia subterranea</i>	280	510	430	360	240	190	120	70	240	-	340			

Source: Aikroyd & Dougherty (1964).

Tableau 9.7. Caractéristiques morphologiques des principales légumineuses à graines et leurs cultivars.

Espèce	Cycle	Chromosomes (2n)	Structure	Temps de maturation (en jours)	Cultivars
<i>Arachis hypogaea</i> (arachide)	annuel	40 (= 4x)	herbacée, érigée ou rampante, 15-60 cm, ramification dimorphe; feuilles avec 2 paires de folioles; fleurs petites, jaunes; fructification souterraine. Fruit réticulé, 1-8 cm, à 1-6 graines; graines ovoïdes, de 2 cm de longueur. Poids de 1 000 graines 400-1 000 g.	90-140	<ul style="list-style-type: none"> - cvs Virginia: ramification alterne, à cycle long, dormance de la graine (30-60 jours), fruits à 2 graines. - cvs Spanish-Valencia: ramification séquentielle, à cycle court, pas de dormance de la graine, fruits à 2-6 graines.
<i>Cajanus cajan</i> (ambrévide)	perénne	22	arbuste, ligneux, pubescent, 1-4 m; feuilles trifoliolées; fleurs jaunes à rouge-orange; fruit en forme de croissant, à bec, 4-12 cm, à 3-6 graines; graines subglobuleuses, 8 mm de diam. Poids de 1 000 graines 100-300 g.	190-250	<ul style="list-style-type: none"> - cvs à grande taille, compacts, maturation tardive - cvs à grande taille, clairsemés - cvs moyennement grands et compacts - cvs moyennement grands et clairsemés - cvs nains et buissonnants, maturation précoce.

Tableau 9.7. (suite).

Espèce	Cycle	Chromosomes (2n)	Structure	Temps de maturation (en jours)	Cultivars
<i>Cicer arietinum</i> (pois chiche)	annuel	16	herbacé, érigé ou traçant, ramifié, pubescent-glanduleux, 25-50 cm; feuilles imparipennées; fleurs petites, pourpres ou blanches; fruits renflés, à bec, 1-3,5 cm, à 1-3 graines; graines angulaires, à bec, env. 1 cm de diam., diversement colorées. Poids de 1 000 graines 100-350 g.	120-180	<ul style="list-style-type: none"> - Cv.-groupe Orientale: graines très petites, poids de 1 000 graines 100-120 g, de couleur foncée, angulaires; fleurs pourpres; plante petite. - Cv.-groupe Asiaticum: graines petites, poids de 1 000 graines 140-200 g, de couleur claire, arrondies ou angulaires; fleurs blanches ou pourpres; plante de hauteur moyenne. - Cv.-groupe Eurasiaticum: graines moyennement larges, poids de 1 000 graines 200-300 g, blanches, rarement colorées, arrondies; fleurs blanches?; plante grande.
<i>Dolichos lablab</i> (antaque)	annuel ou pérenne à court terme	22 (?24)	herbacée, buissonnante ou grimpante, pubescente, d'odeur désagréable, 0,5-6 m; feuilles trifoliolées; fleurs 1,5-2 cm, blanches ou pourpres; fruits oblongs ou en forme de croissant, aplatis, à bec, 5-20 cm; graines ovoïdes avec arille blanc et proéminent, diversement colorées, env. 1 cm. Poids de 1 000 graines 250-500 g.	90-300	<ul style="list-style-type: none"> - Cv.-groupe Mediterraneum: graines très grandes, poids de 1 000 graines plus de 350 g, blanches, arrondies; fleurs blanches; plante de hauteur moyenne ou très haute. - Cv.-groupe Lablab: graines mûres avec long axe à angle droit avec la suture, ne dépassant pas $\frac{1}{2}$-$\frac{3}{4}$ de la largeur du fruit mûr; fruits déhiscents ou indéhiscents. - Cv.-groupe Ensiformis: graines mûres avec long axe plus ou moins oblique par rapport à la suture, remplissant presque le fruit mûr; fruit indéhiscant. - Cv.-groupe Bengalensis: graines mûres avec long axe parallèle à la suture, remplissant plus ou moins le fruit mûr; fruit indéhiscant.

Tableau 9.7. (suite).

Espèce	Cycle	Chromosomes (2n)	Structure	Temps de maturation (en jours)	Cultivars
<i>Glycine max</i> (soja)	annuel	40 (= 4x)	herbacé, érigé, buissonnant, parfois rampant et volubile, pubescent, 20–180 cm; feuilles trifoliolées; fleurs petites, blanches ou lilas; fruits légèrement courbés, 3–7 cm, à 1–4 graines; graines globuleuses, noires ou jaunâtres, 0,5–1 cm, susceptibles à l'égrenage. Poids de 1 000 graines 100–200 g.	75–200	<p>Fort diversité de cvs qui peuvent varier en:</p> <ul style="list-style-type: none"> – temps pour atteindre la maturité – hauteur et type de plante – taille, couleur, teneur en huile et protéine des graines – photopériodisme <p>Ces cvs existent pour l'utilisation en tant que:</p> <ul style="list-style-type: none"> – culture oléagineuse – culture légumière – culture comme légumineuse à graines
<i>Lens culinaris</i> (lentille)	annuel	14	herbacé, à nombreuses branches, mi-érigée, légèrement pubescente, 25–40 cm; feuilles pennées se terminant en vrille; fleurs petites, bleu pâle; fruits oblongs, comprimés, de 13 mm, à 1–2 graines; graines en forme de lentille, 3–9 mm de diam., brun-gris à noir. Poids de 1 000 graines 20 g.	100–180	<ul style="list-style-type: none"> – Cv.-groupe Macrosermae: graines grandes, 6–9 mm de diam.; fleurs blanches, rarement bleues. – Cv.-groupe Microsermae: graines petites, 3–6 mm de diam.; fleurs bleu-blanchâtre à blanches ou roses.
<i>Phaseolus lunatus</i> (pois du cap)	perénne ou annuel	22	herbacé grimpant ou buissonnant, pubescent, avec racines épaissies, 90–450 cm; feuilles trifoliolées; fleurs jusqu'à 1 cm, blanc verdâtre ou lilas; fruits le plus souvent en forme de sabre, à bec, jusqu'à 13 cm, à 1–4 graines; graines variant en taille et couleur, avec lignes transversales rayonnant du hile à l'autre côté de la graine, 1–3 cm. Poids de 1 000 graines 4,5–10 kg.	180–270	<ul style="list-style-type: none"> – cvs de type petit et buissonnant – cvs de type haut, grimpant, variant tant en taille, forme et couleur des graines qu'en taille et forme des fruits.

Tableau 9.7. (suite).

Espèce	Cycle	Chromosomes (2n)	Structure	Temps de maturation (en jours)	Cultivars
<i>Phaseolus vulgaris</i> (haricot commun)	annuel	22	herbacé, grimpant, volubile ou érigé, 20–300 cm; feuilles trifoliolées; fleurs 1,5–2 cm, blanches ou légèrement pourprées; fruits linéaires, à bec, jusqu'à 20 cm, à 5–7 graines; graines oblongues, globuleuses ou en forme de rognon, variant en couleurs, 7–16 mm. Poids de 1 000 graines 2–6 kg.	60–100	De nombreux cvs sont répertoriés comme étant des: – cvs nains ou buissonnants, ne demandant pas de tuteurage et à maturité précoce. – cvs grimpants ou à rames, demandant un tuteurage, prenant plus de temps à arriver à maturation et portant des fruits sur une plus longue période. Ceux-ci sont subdivisés en: – haricots verts (A: snap beans), cultivés pour les gousses – haricots en cosse vertes encore jeunes, cultivés pour les graines fraîches – haricots en cosse sèches, cultivés pour les graines mûres, séchées.
<i>Pisum sativum</i> (pois)	annuel	14	herbacé, grimpant ou nain, glabre, cireux, 30–150 cm; stipules ressemblant à une feuille, plus grandes que les folioles; feuilles pennées avec vrille terminale ramifiée; fleurs env. 2,5 cm; blanches ou pourpres; fruits oblongs, à bec, de 15–20 cm; à 5–10 graines; graines globuleuses, lisses ou ridées, diversement colorées, 6–8 mm de diam. Poids de 1 000 graines 250 g.	90–150	De nombreux cvs sont répertoriés comme produisant: – gousses comestibles – pois verts à écosser – pois pour conserve – graines sèches comestibles – fourrage, engrais vert, plante de couverture.

Tableau 9.7. (suite).

Espèce	Cycle	Chromosomes (2n)	Structure	Temps de maturation (en jours)	Cultivars
<i>Sphenostylis stenocarpa</i> (pomme de terre du Mossi)	perenne	18	herbacée, grimpante, vigoureuse, allant jusqu'à 2 m, avec racines tuberculisées; feuilles trifoliolées; fleurs de 2,5 cm, pourpres; fruits linéaires avec des bords relevés, plats, 25-30 cm; graines arrondies, jusqu'à 7-10 mm de diam., diversement colorées.	150-300	
<i>Vicia faba</i> (fève de marais)	annuel	12, 14	herbacée, à port érigé, raide, glabre, 30-180 cm; feuilles pennées se terminant souvent en petite pointe; fleurs 2,5-3,7 cm, blanches, avec une tache brune sur chaque aile; fruits oblongs, à 2-5 graines; graines variables de forme, 1-2,5 cm, diversement colorées. Poids de 1000 graines 4-8 kg.	90-210	<p>- Cv.-groupe Faba: cvs à grandes graines. Fèves de marais (A: broad beans) à graines grandes, larges, plates, de 2,5 cm, avec fruits longs.</p> <p>- Cv.-groupe Minor: cvs à petites graines. Fèves de marais (A: tick beans) à graines petites, arrondies, en forme de bourrelet.</p> <p>Un groupe intermédiaire est parfois distingué: les fèves (A: horse beans) à graines de taille moyenne, en forme de bourrelet, de 1,5 cm.</p>

Tableau 9.7. (suite).

Espèce	Cycle	Chromosomes (2n)	Structure	Temps de maturation (en jours)	Cultivars
<i>Vigna radiata</i> (ambérique)	annuel	22	herbacée, (semi-)érigée, très ramifiée, plutôt chevelue, 0,5–1,3 m; feuilles trifoliolées; fleurs jaunes, 1–1,7 cm; fruits étalés, cylindriques, courbés, 5–10 cm, avec une courte pilosité; à 10–15 graines; graines globuleuses, 2,5–5 mm, vertes, parfois jaunes ou noires, dont le légument présente de fins sillons ondulés. Poids de 1 000 graines, 30–40 g.	80–120	Divers cvs sont connus, différents en comportement, hauteur, temps de maturation, couleur des fruits, taille et couleur des graines. Deux principaux groupes de cvs sont distingués selon la couleur des graines: – cvs dorés (A: golden gram) avec graines jaunes; surtout pour pâturage, foin, ensilage et comme plante de couverture, mais de bons cvs pour l'alimentation humaine se trouvent en Inde, avec tendance à éclater. – cvs avec graines vertes (A: green gram); communément plantés comme légumineuse à graines, avec moins de tendance à éclater.
<i>Vigna umbellata</i> (haricot riz)	annuel	22	herbacée, (semi-)érigée ou volubile, 1,5–3 m; feuilles trifoliolées; fleurs 1,5–2 cm, jaunes; fruits cylindriques, glabres, 6–12 cm, s'égrenant, à 8–12 graines; graines oblongues, environ 8 mm, diversement colorées. Poids de 1 000 graines 80–120 g.	60–90	

Tableau 9.7. (suite).

Espèce	Cycle	Chromosomes (2n)	Structure	Temps de maturation (en jours)	Cultivars
<i>Vigna unguiculata</i> (niébé)	annuel ou pérenne à court terme	22	herbacé, rampant, grimpant ou (semi-)érigé, presque glabre, pouvant atteindre 2-4 m (dolique asperge); feuilles trifoliolées; fleurs 2,5-3 cm, blanc sale ou violettes; fruits pendants, érigés ou étalés, linéaires, à bec, jusqu'à 100 cm, à 8-20 graines; graines globuleuses, angulaires ou en forme de rognon, lisses ou ridées, jusqu'à 12 mm. Poids de 1 000 graines 100-250 g.	65-150	Il existe de nombreux cvs: - Cv.-groupe Unguiculata: le niébé commun: étalé ou (semi-)érigé, 15-80 cm; fruits pendants, 10-30 cm; graines de 6-10 mm. - Cv.-groupe Biflora: le niébé 'catjang': étalé ou (semi-)érigé, 15-80 cm; fruits érigés ou étalés, 7-12 cm; graines de 3-6 mm. - Cv.-groupe Sesquipedalis: le dolique asperge; grimpant, 2-4 m; fruits pendants, 30-100 cm, plus ou moins renflés et flasques quand jeunes; graines de 8-12 mm. - Cv.-groupe Textilis: cultivé pour les fibres de ses pédoncules atteignant 60 cm.
<i>Vandzeta subterranea</i> (pois bambara)	annuel	22	herbacé, petit, buissonnant, avec branches rampantes s'enracinant, allant jusqu'à 25 cm; feuilles trifoliolées; fleurs de moins de 1 cm, jaune pâle; fructification souterraine, fruits oblongs, ridés quand mûrs, 2-4 cm, à 1-2 graines; graines globuleuses, dures lorsque sèches, jusqu'à 1,5 cm de diam., diversement colorées. Poids de 1 000 graines 1 kg.	90-150	Plusieurs cvs sont connus, qui diffèrent en comportement, forme de feuilles, forme, couleur et dureté des graines.

Sources diverses.

Tableau 9.8. Données écologiques des principales légumineuses à graines.

Cultures	Régions tropicales			au dessus de 800 m	Régions subtro- picales		Régions tempérées	Tolérance à la sé- cheresse	pH moyen	Rendement (kg ha ⁻¹)
	basses terres									
	semi- aride	sub- humide	très humide							
<i>Arachis hypogaea</i>	xxx	xxx	x	xx	xx	x	+	6,5	600-800 (-3000)	
<i>Cajanus cajan</i>	xx	xxx	xx	xx	xx	xx	++	6,4	500-1600 (-5000)	
<i>Canavalia ensiformis</i>		x	xx	xx	xx		++	6,1	800-1000 (-4600)	
<i>Canavalia gladiata</i>			xx	xxx	xxx		+	6,0	800-1000 (-4600)	
<i>Cicer arietinum</i>	xx	x			xxx	xx	+	7,2	400-1600 (-4000)	
<i>Cyamopsis tetragonoloba</i>		xx	x	x		x	++	7,2	400-600 (-1600)	
<i>Dolichos lablab</i>	xx	xx	x	xxx	xxx	xx	++	6,2	400-500 (-1500)	
<i>Dolichos uniflorus</i>	xx	xx	xx	xxx	xxx	xx	++	6,4	200-300 (-1200)	
<i>Glycine max</i>		x	xx	xxx	xxx	xx	+	6,2	600-1000 (-4000)	
<i>Kerstingiella geocarpa</i>	xx							5,1	500	
<i>Lathyrus sativus</i>				xx	xx	xx	++	6,8	400-1225	
<i>Lens culinaris</i>				xx	xx	xxx		6,8	600-1200	
<i>Mucuna pruriens</i>										
Cv.-groupe <i>Utilis</i>			x	xx	xx	x		6,0	700-1000	
<i>Pachyrhizus erosus</i>				xx	xx	x		6,0	jusqu'à 600	
<i>Parkia</i> spp.	xx	xx	x				?		350-500	
<i>Phaseolus acutifolius</i>	xx							6,3	300-400 (-1600)	
<i>Phaseolus coccineus</i>				xx	xx	xx		6,5	150-1700	
<i>Phaseolus lunatus</i>			xx	xx	xx	x	+	6,2	500-600 (-3000)	
<i>Phaseolus vulgaris</i>		x	xx	xxx	xxx	xxx		6,4	500-1100 (-2500)	
<i>Pisum sativum</i>				xxx	xxx	xxx		6,3	500-1500	
<i>Psophocarpus tetragonolobus</i>			x	x	x			5,8	400-500 (-2500)	
<i>Sphenostylis stenocarpa</i>			xx	x	x			5,8	300-500 (-1200)	
<i>Vicia faba</i>				xx	xx	xxx		6,6	500-2300	

Tableau 9.8. (suite).

Cultures	Régions tropicales				au dessus de 800 m	Régions sub-tropicales	Régions tempérées	Tolérance à la sécheresse	pH moyen	Rendement (kg ha ⁻¹)
	basses terres									
	semi-aride	sub-humide	humide	très humide						
<i>Vigna acuminifolia</i>	xx				x	x	++	7,1	300-400 (-1600)	
<i>Vigna angularis</i>			x		x	xx	+	6,1	500-1250	
<i>Vigna mungo</i>	x	xxx	xxx	x	x	x	++	6,4	200-700 (-2700)	
<i>Vigna radiata</i>	x	xxx	xxx	x	x	x	++	6,6	200-700 (-2700)	
<i>Vigna umbellata</i>		x	xx	xx	x	x	+	7,2	200-300 (-1200)	
<i>Vigna unguiculata</i>	xxx	xxx	xxx	x	xx	x	+	6,1	300-400 (-3100)	
<i>Voandzeia subterranea</i>	xx	x			x			5,5	300-800 (-4000)	

Explications:

semi-aride: pluviométrie annuelle de moins de 600 mm.
sub-humide: pluviométrie annuelle entre 600-1000 mm.
humide: pluviométrie annuelle entre 1000-1500 mm.
très humide: pluviométrie annuelle de plus de 1500 mm.

xxx: espèce principale.

xx: espèce secondaire.

x: espèce mineure.

+ +: résistant à la sécheresse.

+: tolérant à la sécheresse.

Sources diverses.

Tableau 9.9. Données sur le semis de quelques légumineuses à graines.

Culture	Matériel	Méthode	Quantité de semences (kg ha ⁻¹)	Poids 1 000 graines
<i>Cajanus cajan</i> (ambrévade)	graine	Souvent cultivé en culture associée avec sorgho, éleusine, mil à chandelle, maïs, sésame et autres cultures et continue sa croissance après que la culture de court cycle associée a été récoltée. En ce cas il est semé soit à la volée soit en une ligne toutes les 3–5 lignes de la culture principale. Si cultivé comme engrais vert, plante de couverture ou fourrage, le semis à la volée est habituel.	1–3,5 (en association) 9–22 (en culture pure)	100–130 g
<i>Cicer arietinum</i> (pois chiche)	graine	Cultivé en culture pure ou associée avec céréales et autres cultures. Graines semées à la volée soit en lignes dans des sillons.	25–50 à 80–230	100–350 g
<i>Dolichos lablab</i> (antaque)	graine	Les cvs de plein champ sont fréquemment semés en culture intercalaire avec des céréales (éleusine); les graines sont généralement semées à la volée. Les cvs de jardin de case sont semés en poquets (6–10 graines par poquet), éclaircis ensuite à 4 plantes, qui ont besoin d'un support pour grimper.	6–17 (en association) 55–70 (en culture pure) 24 (comme engrais vert)	250–500 g
<i>Phaseolus lunatus</i> (pois du cap)		En Afrique, à l'exception de Madagascar, ils sont cultivés comme culture de case. En Inde, le pois du cap est planté sur de petites buttes avec 2–3 graines par butte.	en Inde: 8–10; aux Etats-Unis: (90–)130–170 (cvs à grosses graines), 56–78 (cvs à petites graines)	4,5–10 kg

Ecartement	Densité	Observations
<p>en culture pure: 90–180 cm entre lignes, 30–120 cm sur ligne</p>	<p>Cvs à long cycle donnent la réponse la meilleure à de basses densités de 7000–10000 plantes ha⁻¹. En Inde, les rendements de grain les plus hauts sont obtenus à des écartements de 60 × 60 cm (env. 27000 plantes ha⁻¹). A Trinidad, 2,5 tonnes ha⁻¹ de graines sèches ont été obtenues avec 165000 plantes ha⁻¹ d'un cv. nain.</p>	<p>La croissance des plants est très lente pendant les 30–50 premiers jours, rendant sarclage nécessaire. Il est généralement planté vers la fin d'une rotation, pour restaurer le sol; le cycle peut être par exemple: maïs-arachide-tabac-ambrévade.</p>
<p>en culture pure: 25–60 cm entre lignes, 10 cm sur ligne</p>	<p>densité optimale est d'env. 40000 plantes ha⁻¹.</p>	<p>Le pois chiche est une bonne culture précédente dans une rotation comprenant le coton, le blé ou l'orge, et il convient comme seconde culture après le riz.</p>
<p>en culture pure: 30–100 cm entre lignes, 10–25 cm sur ligne comme engrais vert: 20 × 50 cm (Brésil)</p>	<p>10000–340000 plantes ha⁻¹</p>	<p>En Afrique, il semble que s'accroisse la pratique indienne de semer la culture au début des pluies, de l'utiliser comme culture de foin pendant les pluies et de récolter les graines quelques 3 mois après la fin des pluies.</p>
<p>Généralement semé en lignes: 75–100 cm entre lignes, 10–50 cm sur ligne (selon le type). En Inde: 150 × 150 cm. Aux Etats-Unis: – cvs buissonnants sont semés à 70–90 × 5–20 cm – cvs à rame sont semés en buttes distantes de 90–120 cm entre elles, avec 3–4 graines par butte.</p>	<p>environ 150000 plantes ha⁻¹ sont nécessaires pour un rendement d'environ 1300 kg ha⁻¹ de graines sèches.</p>	<p>Le plus gros obstacle peut-être à une plus grande production de pois du cap dans l'Afrique de l'Ouest est la préférence de goût accordée au niébé et le fait qu'il prend plus de temps à cuire que le niébé.</p>

Tableau 9.9. (suite).

Culture	Matériel	Méthode	Quantité de semences (kg ha ⁻¹)	Poids 100 graines
<i>Phaseolus vulgaris</i> (haricot commun)	graine	En Afrique tropicale il est généralement cultivé en culture intercalaire avec maïs, patate douce, coton et café. Les cvs buissonnants sont normalement employés comme culture de champs; les cvs grimpants sont surtout pour la culture maraîchère et la culture de case.	20–80(–120) en général. Aux Etats-Unis: – haricots buissonnants: 80 – haricots grimpants: 20–35	2–6 kg
<i>Sphenostylis stenocarpa</i> (pomme de terre du Mossi)	graine ou tubercule	Dans le Sud-Est du Nigéria, la culture est généralement faite en association d'ignames et de haricots sur le même tuteur.	?	?
<i>Vigna radiata</i> (ambérique)	graine	Cultivée en culture pure ou associée avec des céréales. Les graines sont semées soit à la volée soit en lignes dans des sillons.	6–20	30–40 g
<i>Vigna unguiculata</i> (niébé)	graine	Semis à la volée ou à des espaces réguliers. En Asie et en Afrique, le niébé est surtout cultivé sur de petites surfaces autour de l'habitation, souvent en association, mais aussi en culture pure. En Afrique de l'Ouest le niébé est une culture secondaire en association avec des céréales (maïs, sorgho, mil); il est souvent semé à la volée après que la céréale a environ 50 cm de hauteur.	20–40 (en association), 15–100 (en culture pure), 100 (comme culture fourragère)	100–250 g

Ecartement	Densité	Observations
<p>Cvs buissonnants: 30–45 cm entre lignes, 30 cm sur ligne, mais pour rendre le sarclage plus facile l'écartement suivant est conseillé: 75–90 entre lignes, 10–15 sur ligne.</p> <p>Cvs grimpants: sur buttes, 90–120 cm de distance, avec 4–6 graines par butte, éclaircies à 3–4 plantes; en lignes aussi et alors à 90–120 × 15–30 cm.</p>	(110000–)150000 (–320000) plantes ha ⁻¹	Il peut parfois être semé comme culture pure entre 2 céréales qui se succèdent, telles que le maïs et le blé. C'est la culture de légumineuses à graines la plus importante en Afrique.
Il est semé à un écartement de 90 cm avec 2–3 graines par poquet.	environ 12 350 plantes ha ⁻¹	Les tubercules sont une importante source d'amidon et de protéines.
25–100 cm entre lignes, 5–25 cm sur ligne	150000–200000 plantes ha ⁻¹	<p>En Inde, si en culture pure, elle précède généralement le blé, la canne à sucre ou les cultures potagères qui sont faites dans la saison fraîche de la même année.</p> <p>En Indonésie, elle est cultivée comme seconde culture sur les rizières et est semée immédiatement après la récolte du riz, entre les chaumes. Elle est souvent cultivée comme engrais vert avec le riz, ou utilisée en culture dérobée ou mise dans la rotation avant ou après le riz.</p>
<p>Sur les champs semés à la volée on éclaircit afin d'obtenir une inter-distance de 2 × 2 m.</p> <p>Au Nigéria, les graines sont plantées à 90–180 cm avec 3 graines par poquet.</p> <p>En Afrique francophone, la plantation en buttes est recommandée, avec 50 × 50 ou 50 × 60 cm pour les cvs précoces et un plus grand écartement pour les cvs tardifs.</p> <p>Sous mécanisation, les cvs précoces sont semés à 15–25 cm sur la ligne, lignes distantes de 75–90 cm. Les cvs nettement vigoureux, arrivant plus tard à maturation, sont plantés à distance double sur la ligne.</p>	150000 plantes ha ⁻¹	<p>Après le haricot commun, le niébé est la principale culture de légumineuses à graines de l'Afrique tropicale. C'est une des plus importantes par suite de sa contribution actuelle et de ses potentialités en tant que fournisseur de la nourriture de l'homme et du bétail dans les zones semi-arides à humides de l'Afrique.</p> <p>Etant donné que la plupart des cvs commencent leur floraison 35–70 jours après la germination, la date de semis doit être prévue de façon que les longues périodes de pluies soient terminées au moment où la culture entre en floraison. Les cvs précoces sont semés au début des pluies, ou en tant que culture irriguée. Les cvs tardifs sont se-</p>

Tableau 9.9. (suite).

Culture	Matériel	Méthode	Quantité de semences (kg ha ⁻¹)	Poids 1000 graines
<i>Voandzeia subterranea</i> (pois bambara)	graine	Semé soit en association avec céréales et tubercules, soit pur sur billons ou non. Généralement 1 graine par trou est plantée, mais dans la culture associée avec manioc et autres plantes à tubercules, plusieurs graines sont mises par trou.	25-70(-190)	1 kg

Sources diverses.

Tableau 9.10. Prélèvement d'éléments fertilisants par les légumineuses et apports recommandés.

Élément	Prélèvement par tonne de matière végétale (kg)	Apports normaux de fertilisants sur des sols carencés (kg ha ⁻¹)
N	30-50	0-100
P	1-3	5-50
S	1-3	5-20
K	10-25	50
Ca	3-20	50-500
Mg	1-5	10
Mn	0,2-0,5	5
Zn	0,1-0,2	5
Cu	0,001	3
Mo	0,0005	0,1
B	0,005	1-5

Source: Munns & Mosse (1980). Dans: Summerfield & Bunting, eds.

Ecartement	Densité	Observations
<ul style="list-style-type: none"> - à plat: 45 cm entre lignes, 10-15 cm sur ligne. - sur les billons, 90 cm à part, à sommet aplati: doubles lignes, avec 20 cm entre plantes sur la ligne. 	150000 plantes ha ⁻¹	<p>mées vers la fin des pluies, au commencement des secondes pluies ou même vers la fin des pluies, dans les sols qui ont une forte capacité de rétention d'eau.</p> <p>La rotation avec d'autres cultures est pratiquée.</p>

Tableau 9.11. Incidence des maladies et prédateurs chez quelques légumineuses à graines.

Espèce	Maladies bactériennes	Maladies fongiques	Maladies virales	Insectes nuisibles	Insectes des produits stockés	Nématodes
<i>Arachis hypogaea</i>	xx	xx	xxx	xx	xx	xx
<i>Cajanus cajan</i>	x	xx	xx	xx	xx	x
<i>Cicer arietinum</i>	-	xx	x	x	xx	-
<i>Dolichos lablab</i>	x	xx	x	xx	xx	xx
<i>Glycine max</i>	xx	xx	x	xx	xx	-
<i>Lens culinaris</i>	-	xx	xx	xx	xx	xx
<i>Phaseolus lunatus</i>	xx	xx	x	xx	xx	xx
<i>Phaseolus vulgaris</i>	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xx
<i>Pisum sativum</i>	xx	xxx	xx	xxx	xx	xx
<i>Sphenostylis stenocarpa</i>	-	x	-	-	x	-
<i>Vicia faba</i>	x	xx	xx	xx	xx	x
<i>Vigna radiata</i>	x	xx	x	xx	xx	xx
<i>Vigna umbellata</i>	-	x	-	x	x	xx
<i>Vigna unguiculata</i>	x	xx	xxx	xxx	xxx	xx
<i>Voandzeia subterranea</i>	-	x	x	xx	x	x

Explication: xxx: grave, xx: moyenne, x: légère, -: insignifiante.
Sources diverses.

Tableau 9.12. Potentiel de quelques légumineuses à graines des basses terres tropicales.

Espèce	Potentiel
<i>Arachis hypogaea</i>	L'arachide est importante comme producteur d'huile et de protéine et également comme culture de rapport et de subsistance; elle est assez facile à cultiver et bien adaptée à la culture manuelle et mécanisée. Les niveaux des rendements sont encore bas.
<i>Cajanus cajan</i>	L'ambrevade a un fort potentiel d'utilisation sous un large éventail de conditions tropicales. Elle peut être utilisée tant en culture de champ qu'en culture de case (jeunes graines, graines sèches, feuilles en tant que légume, engrais vert, plante de couverture, culture fourragère).
<i>Canavalia ensiformis</i>	Le pois sabre présente de hautes facultés d'adaptation, un haut potentiel de rendement, et des applications médicinales.
<i>Cyamopsis tetragonoloba</i>	La cyamopse à 4 ailes est adaptée aux hautes températures et aux basses pluviométries; elle offre des possibilités de production commerciale de mucilage.
<i>Dolichos lablab</i>	L'antaque est adaptée à des conditions plus sèches; sa gamme d'usages est large, et elle est productive sur les sols pauvres.
<i>Dolichos uniflorus</i>	Cette espèce reste productive sur les sols pauvres; son rendement est élevé (graines, fourrage).
<i>Glycine max</i>	Le soja a un fort potentiel de rendement et une très grande adaptabilité; il est raisonnablement exempt de maladies et ravageurs.
<i>Mucuna pruriens</i> Cv.-groupe Utilis	Le pois mascate a une grande gamme d'utilisations; sa croissance est vigoureuse et il est exempt de maladies et ravageurs.
<i>Phaseolus lunatus</i>	Le pois du cap a une large gamme d'adaptation et un haut potentiel de rendement. Sa valeur nutritionnelle est bonne, et il est plutôt exempt de maladies et ravageurs.
<i>Psophocarpus tetragonolobus</i>	Le pois carré est utilisé de façons très multiples et son produit est de haute qualité (feuilles, gousses vertes, graines sèches, tubercules). Il est raisonnablement exempt de maladies et ravageurs.
<i>Sphenostylis stenocarpa</i>	La pomme de terre du Mossi est adaptée aux zones tropicales humides; sa protéine est de bonne qualité et son goût est excellent.
<i>Vigna aconitifolia</i>	L'espèce est tolérante à d'extrêmes conditions de sécheresse et de hautes températures.
<i>Vigna radiata</i>	L'ambérique est très appréciée des consommateurs en Asie (graines, légume) et la demande en germes d'ambérique utilisés dans les plats chinois est à l'échelle mondiale.
<i>Vigna unguiculata</i>	Le niébé présente en tant que culture de rapport un potentiel d'exportation. C'est la légumineuse préférée en Afrique tropicale; il est une importante source de protéine et demande une cuisson minimale. Ses niveaux en substances toxiques et en antimétabolites sont minimaux.
<i>Voandzeia subterranea</i>	Le pois bambara est important en Afrique tropicale; il s'adapte à des conditions pluviométriques basses et irrégulières; il est exempt de maladies et ravageurs, et son grain a une bonne qualité.

Source principale: Rachie & Roberts (1974).

10 Les cultures potagères

E. Westphal

10.1 Introduction

10.1.1 Généralités

Les divers types de légumes L'unanimité ne s'est pas encore faite sur la définition du mot légume. Certains auteurs définissent les légumes comme des plantes herbacées dont les parties comestibles sont récoltées avant la mort ou la période de repos de la plante. D'autres définissent les légumes comme étant les parties fraîches des plantes, qui sont consommées comme aliments complémentaires, comme plat d'accompagnement ou simplement sans rien d'autre. On peut classer les légumes comme suit:

– Légumes-racines, -tubercules et-bulbes: carotte (*Daucus carota*), betterave (*Beta vulgaris*), radis (*Raphanus sativus*) sont des légumes-racines. Pomme de terre (*Solanum tuberosum*) et igname (*Dioscorea* spp.) sont des légumes-tubercules. Oignon (*Allium cepa*) est un légume-bulbe.

– Légumes-tiges: asperge (*Asparagus officinalis*), herbe aux éléphants (*Pennisetum purpureum*).

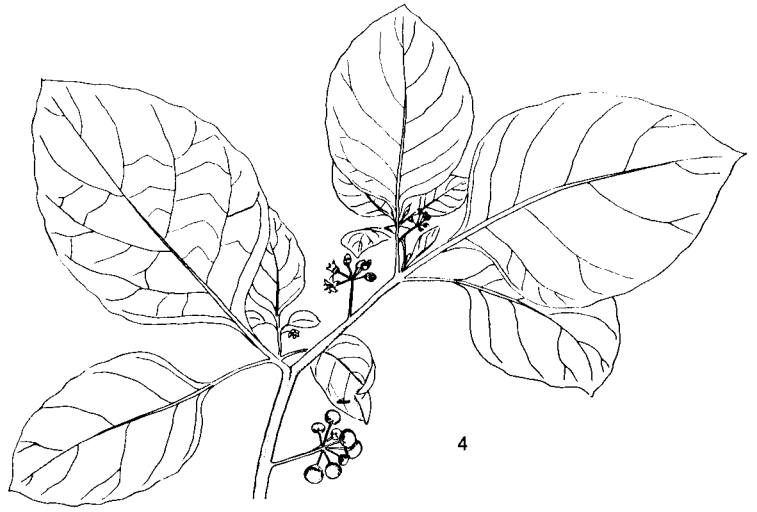
– Légumes-feuilles: on les utilise de diverses façons. Les salades se consomment généralement non cuites comme accompagnement (A: salad). Employés pour décorer les plats et non pour être consommés ce sont des garnitures (A: garnishes). En petites quantités macérés ou sucrés ils relèvent par contraste le goût du plat principal en tant que condiments, pickles par exemple (A: relish). Les feuilles cuites consommées comme plat d'accompagnement s'appellent épinards (A: spinach), mais mélangées dans un ragoût ou à d'autres légumes, ce sont des herbes potagères (A: pot herbs). Quelques feuilles vertes ont différents usages. Parmi les nombreux légumes-feuilles on peut citer: amarante (*Amaranthus* spp.), corète potagère (*Corchorus olitorius*), épinard indien (*Basella alba*), chou (*Brassica* spp.), laitue (*Lactuca sativa*), manioc (*Manihot esculenta*), oseille de Guinée (*Hibiscus sabdariffa*), morelle noire (*Solanum nigrum*), pourpier (*Portulaca oleracea*), macabo (*Xanthosoma sagittifolium*), grassé (*Talinum triangulare*), ndole (*Vernonia amygdalina*), ainsi que plusieurs légumineuses comme niébé (*Vigna unguiculata*), etc. (voir figure 10.1 et photographies 10.1–10.6).

– Légumes-fleurs: chou-fleur (*Brassica oleracea* var. *botrytis*).

– Légumes-fruits: gombo (*Hibiscus esculentus*), tomate (*Lycopersicon esculentum*), aubergine (*Solanum melongena*), poivron (*Capsicum annuum* var. *grossum*), courges (*Cucurbita* spp.), courge serpente (*Trichosanthes anguina*), christophine (*Sechium edule*), concombre (*Cucumis sativus*), jeunes gousses de pois et de haricots (voir photographies 10.7–10.10).



Figure 10.1. Légumes-feuilles (1). 1 *Corchorus olitorius*: corète potagère (dessin par J. Williamson); 2 *Hibiscus sabdariffa*: oseille de Guinée (d'après Oomen & Grubben, 1977); 3 *Talinum triangulare*: grassé (idem).



4



5

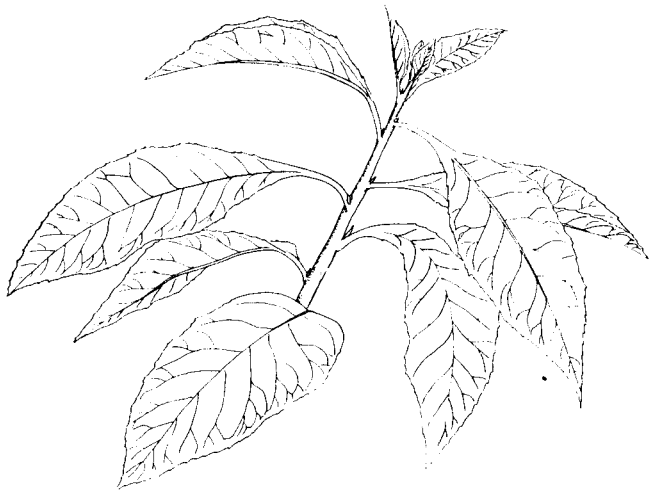


Figure 10.1. Légumes-feuilles (2). 4 *Solanum nigrum*: morelle noire; 5 *Vernonia amygdalina* (d'après Oomen & Grubben, 1977).



Photographie 10.1. Légumes-feuilles. *Amaranthus cruentus*: amarante.



Photographie 10.2. Légumes-feuilles. *Basella alba*: épinard indien.



Photographie 10.3. Légumes-feuilles. *Brassica* sp.: chou.



Photographie 10.4. Légumes-feuilles. *Cucurbita maxima*: courge.



Photographie 10.5. Légumes-feuilles. *Colocasia esculenta*: taro.

- Légumes-graines: jeunes graines de pois et de haricots, graines de Cucurbitacées comme pastèque (*Citrullus lanatus*), ngôn (*Cucumeropsis mannii*), courges (*Cucurbita spp.*) (photographies 10.11–10.15 et figure 10.2).
- Légumineuses à graines: graines sèches de légumineuses comme niébé, pois bamba-ra, antaque, ambrévade, etc. (chapitre 9).

Légumes locaux et légumes introduits On cultive sous les tropiques une grande variété de légumes tant locaux qu'introduits. Une quantité énorme de plantes soit sauvages et mi-sauvages, soit cultivées servent de complément alimentaire. C'est un préjugé commun de dire que les légumes introduits sont supérieurs aux espèces locales. Les légumes



Photographie 10.6. Légumes-feuilles. *Telfairia occidentalis*: courge cannellée.

introduits ont simplement bénéficié d'une sélection plus avancée au moyen de techniques horticoles. L'usage des légumes locaux traditionnels sous les tropiques résulte de siècles d'expérience affinée, d'essais et d'erreurs et d'un choix de priorités. On ne devrait jamais sous-estimer le savoir traditionnel dans l'usage des ressources naturelles. Malgré l'intérêt croissant pour les légumes dits européens (chou-fleur, laitue, radis, etc.) surtout en régions urbaines, on devrait stimuler l'usage des légumes locaux pour les raisons suivantes:

- Là où on cultive les légumes dits européens, ils sont consommés par les expatriés ou par les Africains qui ont vécu à l'étranger. Comme ils ne sont pas d'origine tropicale, leur culture demande des méthodes spéciales et par conséquent, ils sont beaucoup trop coûteux pour les autochtones. En pratique la plupart des légumes étrangers tels que chou-fleur, laitue et carotte sont cultivés dans les régions d'altitude où le climat est plus frais.

- De nombreux légumes non tropicaux ne produisent pas de semences sous les tropiques (chou, chicorée frisée (*Cichorium endivia*), betterave, céleri (*Apium graveolens*), radis, poireau (*Allium ampeloprasum* var. *porrum*) et plusieurs autres donnent difficilement des semences de bonne qualité (laitue, carotte, pois). Les semences des légumes introduits proviennent en dominance des pays tempérés; si elles ne sont pas bien emballées dans des sachets de papier métallique ou dans des boîtes de conserve, leur pouvoir germinatif se détériore rapidement.



Photographie 10.7. Légumes-fruits. *Hibiscus esculentus* (syn. *Abelmoschus esculentus*): gombo.



Photographie 10.8. Légumes-fruits. *Momordica charantia*: margose.



Photographie 10.9. Légumes-fruits. *Psophocarpus tetragonolobus*: haricot ailé.



Photographie 10.10. Légumes-fruits. *Solanum macrocarpon*: fausse tomate.



Photographie 10.11. Légumes-graines. Fruits de *Citrullus lanatus*: pastèque.



Photographie 10.12. Légumes-graines. Fruits de *Cucumeropsis mannii*: ngôn.



Photographie 10.13. Légumes-graines. Fruit de *Cucurbita maxima*: courge.



Photographie 10.14. Légumes-graines. Jeune homme avec jeune fruit de *Telfairia occidentalis*: courge cannelée.



Photographie 10.15. Légumes-graines. A gauche: *Lagenaria siceraria*: calabasse; au centre: *Citrullus lanatus*; à droite: *Cucurbita* sp.

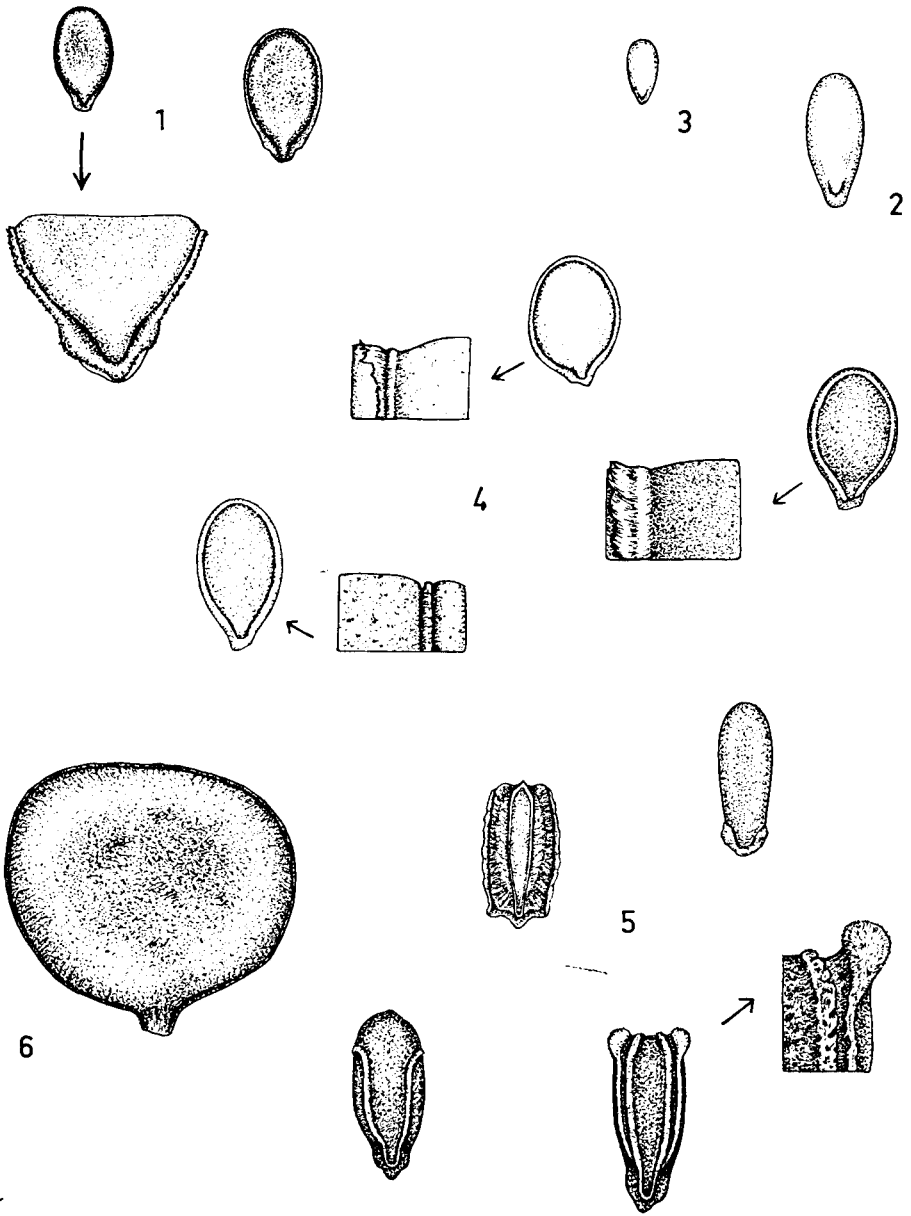


Figure 10.2. Légumes-graines. Cucurbitacées (1 × , détails 4 ×): 1 *Citrullus lanatus*: pastèque; 2 *Cucumeropsis manni*: ngôn; 3 *Cucumis melo*: melon; 4 *Cucurbita maxima*: courge; 5 *Lagenaria* spp.: calabasses; 6 *Telfairia occidentalis*: courge cannelée (dessins par H.G.D. Zewald).

- Les légumes introduits ne sont généralement pas amers alors que les aliments et les breuvages de goût amer sont populaires, comme noix de cola (*Cola* spp.), cola amère (*Garcinia* sp.), variété amère de l'aubergine, plusieurs légumes-feuilles (ndole, morelle noire, *Solanum aethiopicum*), etc.
- Les analyses montrent que les légumes tropicaux à feuilles vertes sont riches en protéines, en provitamine A, en vitamine C et en sels minéraux (fer, calcium).

Terminologie Plusieurs légumes-feuilles portent des noms vernaculaires différents. Par exemple, *Basella alba* est connue sous les noms d'épinard indien (A: Indian spinach), épinard ceylanais (A: Ceylon spinach), et brède de Malabar (A: Malabar nightshade) bien que ce ne soit pas une plante solanée. Le nom anglais 'Ceylon spinach' s'utilise également pour *Talinum triangulare*, mais on lui donne aussi les noms de grassé (A: waterleaf) et épinard de Surinam (A: Surinam spinach). Afin d'éliminer tout doute sur l'identité botanique d'un légume-feuilles quelconque, il est recommandé d'indiquer son nom comme suit:

épinard tropical de (suivi du nom scientifique), par exemple:

épinard indien: épinard tropical de *Basella alba*

épinard ceylanais: épinard tropical de *Talinum triangulare*

brède de Malabar: épinard tropical de *Solanum nigrum*

10.1.2 Espèces, noms, origine et répartition

Espèces, noms Le tableau 10.1 présente un choix parmi l'extrême abondance de légumes rencontrés sous les tropiques et dans d'autres régions. Trois groupes sont pris en considération: légumes-racines, -tubercules et -bulbes, légumes-feuilles, et légumes-fruits. On les trouve pour la plupart au Cameroun. D'autres légumes rencontrés au Cameroun sont indiqués dans le tableau 10.2.

La cueillette de plantes sauvages demeure la source principale de légumes-feuilles dans plusieurs régions tropicales où la culture itinérante est pratique courante. Le nombre de plantes sauvages tropicales utilisées pour leurs feuilles, y compris les mauvaises herbes cueillies dans les champs, dépasse 1 500 espèces. On en connaît traditionnellement de 50 à 200 espèces par région, mais leur contribution ne représente pas plus de 10 pour cent des légumes-feuilles consommés en réalité. La connaissance sur l'usage des plantes sauvages se perdant rapidement, l'apport nutritionnel de ce type d'aliments va en diminuant. Les raisons en sont souvent l'augmentation des populations qui exige des systèmes de production intensive, l'introduction des cultures commerciales qui laissent moins de temps aux activités de cueillette, et les modifications des conditions de vie. Des douzaines d'espèces de légumes utiles en viennent à être oubliées ou perdues, alors qu'un petit nombre s'élève au rang de plantes cultivées.

Quelques plantes sauvages jouent encore un rôle important dans l'économie alimentaire. Les feuilles du baobab (*Adansonia digitata*) sont très employées dans les régions de savanes africaines comme légume frais et en préparation de poudre sèche. La patate aquatique (*Ipomoea aquatica*) pousse librement dans les rivières et les canaux de l'Asie

du Sud-Est où elle est l'un des plus importants légumes-feuilles cultivés. *Crassocephalum bialafrae*, un pérenne grimpant, se rencontre soit sauvage, soit cultivé au Nigéria. Il produit des feuilles succulentes même dans les endroits très ombragés. *Malva* spp. sont cueillies à l'état sauvage en Egypte et dans l'Afrique de l'Est et se trouvent aussi parfois dans les potagers. Il en est de même de la morelle noire, légume très recherché en Afrique de l'Est et de l'Ouest, ainsi que dans d'autres régions tropicales. D'autres plantes sauvages cueillies partout dans le monde tropical sont *Amaranthus* spp. et grisé (*Talinum triangulare*), qu'on cultive aussi comme légume.

Un grand nombre d'espèces de mauvaises herbes sont connues dans les zones tropicales et tempérées, où certaines de leurs souches y sont disséminées. Etant donné leur origine à proximité des activités humaines, on s'est aperçu que beaucoup d'entre elles étaient comestibles et elles ont été utilisées localement comme herbes potagères partout dans le monde. Leur usage alimentaire a un double avantage: servir comme nourriture et éviter qu'elles nuisent aux plantes cultivées.

Néanmoins, de nombreuses espèces de plantes sauvages sont non seulement des mauvaises herbes persistantes, mais souvent aussi nocives en raison de certaines particularités, y compris la présence de substances vénéneuses, de poils ou d'épines irritantes ou de graines barbelées qui s'accrochent aux vêtements. Ceci implique qu'il faut être prudent quand on veut vérifier la valeur nutritionnelle d'espèces non familières. Les plantes sauvages comestibles se trouvent par exemple dans les familles suivantes:

Acanthaceae:	<i>Justicia insularis</i>
Compositae:	<i>Bidens pilosa</i> , <i>Vernonia amygdalina</i> (bitter leaf)
Cucurbitaceae:	<i>Momordica charantia</i> (margose)
Cruciferae:	<i>Nasturtium officinale</i> (cresson de fontaine)
Portulacaceae:	<i>Portulaca oleracea</i> (pourpier)
Solanaceae:	<i>Solanum</i> spp., <i>Physalis</i> spp.
Urticaceae:	<i>Urtica urens</i> , <i>Fleurya aestuans</i>
Zygophyllaceae:	<i>Tribulus terrestris</i>

Origine et répartition Une bonne quantité des légumes mentionnés dans le tableau 10.1 viennent d'Asie et une quantité moindre d'Amérique tropicale. Des légumes extrêmement divers sont utilisés dans le Sud-Est Asiatique (Indonésie, Malaisie, Chine), mais en Afrique Occidentale aussi un grand nombre de types différents sont cultivés ou cueillis à l'état sauvage. Quelques légumes sont pantropicaux (p. ex. manioc, taro, amarante, gombo), d'autres se trouvent sur toute la surface du globe (p. ex. laitue, tomate, concombre, quelques *Brassica*, oignon).

10.1.3 Importance économique, modes de consommation, préparation et utilisation

Importance économique Les légumes peuvent être cultivés pour le marché, ou pour l'autoconsommation. La culture commerciale des légumes tropicaux est très développée dans l'Inde et le Sud-Est Asiatique. Dans ces pays, ce type de culture se fait dans

de petites exploitations spécialisées ou en rotation avec d'autres cultures, et surtout pour les marchés urbains, et ils ont alors localement aussi une certaine importance.

Les principaux facteurs susceptibles de promouvoir l'augmentation de la production de légumes pour l'approvisionnement urbain par exemple sont: l'extension de la population consommatrice et, avec l'accroissement des revenus, la demande simultanée d'une meilleure qualité et d'un plus grand choix de légumes. Le développement de moyens de communication plus efficaces et un plus haut niveau d'éducation contribuent également à modifier les habitudes alimentaires.

Une importante et rentable industrie d'exportation de légumes s'est développée ces dernières années dans certains pays francophones de l'Afrique de l'Ouest, notamment au Sénégal. En 1970, 6000 hectares étaient sous cultures maraîchères commerciales avec un rendement moyen annuel estimé à 10 tonnes ha⁻¹. La production de légumes pour l'exportation par fret aérien vers l'Europe en hiver a permis au Sénégal d'exporter aussi vers d'autres pays africains qui autrefois achetaient à des producteurs européens. Une quantité croissante de légumes est maintenant expédiée en Europe par bateau. Le Sénégal est actuellement un des plus grands exportateurs de haricots verts pour la France. Quantitativement il s'agit de l'exportation la plus importante, mais pommes de terre, tomates, aubergines, laitue, choux, piment, melons et oignons ont été aussi exportés en quantités appréciables.

Pour les données sur la production de certains légumes, voir le tableau 10.3.

Modes de consommation Dans les pays européens, la consommation annuelle de légumes-feuilles peut atteindre 60–70 kg par personne. Dans les régions tropicales, la consommation est de beaucoup inférieure et intermittente du fait des variations saisonnières. En République du Bénin, la consommation annuelle de légumes-feuilles est estimée n'être que de 6 kg par personne contre une consommation de tomates, gombo et piment de 11 kg. La consommation moyenne par personne de légumes-feuilles en Afrique varie de 0 à 47 g par jour, alors que pour les autres légumes, elle varie de 6 à 83 g par jour. Dans certaines régions comme la Nouvelle-Guinée, Java (Indonésie) et le Zaïre, la consommation de légumes-feuilles atteint quelque 250 g par jour par personne.

La présence de tissus fibreux et d'autres éléments indésirables tels que l'acide oxalique limite la consommation de légumes-feuilles à un maximum quotidien de 500 g par personne. Si la nourriture de base contient suffisamment de protéines, la quantité minimale de légumes verts, par personne par jour, se situe à 100 g, ceci assurant une quantité totale de vitamines C et de carotène considérée comme suffisante. S'il est nécessaire que les légumes participent davantage aux apports de protéines, il est recommandé d'en consommer davantage. Pour la consommation quotidienne de légumes dans diverses régions du monde on se reportera au tableau 10.4.

La présentation des aliments devrait être telle que le régime alimentaire quotidien contienne suffisamment de plats d'accompagnement atteignant le consommateur. Ces plats contiennent habituellement les éléments protecteurs tels que viande, poisson et légumes. Cette remarque s'applique également aux boulettes de riz qu'on consomme

au Sud-Est Asiatique tout comme aux purées épaisses de maïs ou de tubercules en Afrique, formes sous lesquelles les aliments de base sont le plus souvent consommés. Egalement, lorsque le plat principal se présente sous forme de gâteau qu'on trempe dans les sauces, le rôle des plats d'accompagnement ne doit pas être négligé du point de vue de la consommation de légumes-feuilles. Le fait de présenter les légumes comme plat d'accompagnement ou incorporés à la nourriture de base est important quant à la quantité de légumes-feuilles consommée.

Préparation et utilisation Les légumes sont utilisés surtout comme complément des aliments de base et se consomment crus, bouillis, en ragoût (avec de l'huile de palme ou de la graisse), réduits en sauce épaisse (tableau 10.1). Dans de nombreux pays, on mélange souvent les légumes au mets de base et on les fait bouillir ensemble. Les soupes aux légumes épaisses sont très en usage également; on les mange soit séparément, soit avec le plat principal (comme la sauce mangée avec le couscous en Afrique du Nord). Parfois on nourrit les bébés avec une soupe épaisse au riz.

En Afrique les légumes sont souvent préparés en ragoût cuit à l'huile de palme, comme les jeunes feuilles de manioc qui, passées au tamis, sont utilisées comme aliments pour bébés. En Afrique de l'Ouest surtout, il est d'usage de faire cuire les légumes longtemps pour en faire une sauce épaisse, collante, mangée avec le plat de résistance, le fougou. La sauce doit être épaisse, visqueuse et gluante puisqu'on y trempe le fougou; généralement la sauce est amère, salée ou piquante. Souvent on y ajoute une poudre de feuilles séchées. Ce ragoût offre au régime alimentaire plusieurs qualités nutritionnelles qu'on ne trouve pas dans les plats à base de féculents.

En Orient, la situation est légèrement différente. Il s'y est développé au cours du temps un type de cuisine unique à partir d'un traitement extrêmement habile et sophistiqué de légumes verts nouveaux. Maintenant les légumes-feuilles ne sont plus uniquement consommés comme complément alimentaire, mais aussi pour varier le menu et flatter le goût. Au Sud-Est Asiatique, y compris la région allant de l'Inde aux Philippines, il existe une variété incroyable de plantes utilisées. De nombreux arbres dont ceux de la forêt, sont connus pour leurs feuilles comestibles. Une large gamme d'autres fruits et légumes sont aussi sources de feuilles. Il semble que la devise soit: 'si c'est vert, essayons de le manger'.

La cuisine chinoise prépare les légumes à l'étuvée ou frits dans la graisse; ils conservent leur consistance et ne sont pas trop bouillis. En Indonésie et aussi dans d'autres pays tropicaux, l'usage est de cueillir divers légumes sauvages (jeunes feuilles et pousses) et de les manger crus, parfois avec une sauce. Ce même 'lablab' peut avoir été passé à l'eau bouillante pendant 5-10 minutes, les légumes devenant alors plus tendres sans perdre de leur consistance. On y ajoute souvent une sauce aux arachides ou du lait de noix de coco. En Polynésie et en Nouvelle-Guinée, ces légumes sont enveloppés dans des feuilles de bananier puis cuits sous des cendres brûlantes ou entre des pierres chauffées.

Les feuilles vertes ne forment pas un élément important du régime alimentaire en Amérique Latine. En réalité, la nature comestible des feuilles vertes de nombreux légu-

mes indigènes ou introduits y est pratiquement inconnue.

Dans les pays occidentaux, certains légumes sont mangés crus, parfois avec une sauce: laitue, endive, chou, radis, concombre, tomate. Parfois ils sont d'abord ébouillantés pour les attendrir (chou). Le mode habituel occidental de consommation des légumes est la cuisson à l'eau; souvent on finit leur préparation avec de la graisse, du lait, de la farine, etc. Ils perdent alors de leur consistance et souvent aussi de leur saveur. Un autre procédé consiste à les faire cuire en ragoûts avec du piment ou du curry; parfois ils sont coupés en morceaux et passés à la friture.

Les légumes dits 'liants' (A; drawing vegetables) donnent une consistance glutineuse à la soupe après cuisson, par exemple corète potagère, gombo, épinard indien (*Basella alba*), grassé (*Talinum triangulare*), 'mbol' ou 'nkui' (*Triumfetta* sp.), baobab (*Adansonia digitata*), *Sesamum radiatum*. On ajoute souvent de la potasse pour rendre ces légumes plus glutineux.

Les légumes séchés et la poudre de feuilles gardés pour consommation ultérieure sont une source alimentaire importante pendant la saison sèche. Le séchage des feuilles vertes et leur conservation en poudre sont pratique courante en Afrique et ailleurs. Bien que ce procédé soit commode et permette de conserver des légumes autrement périssables, une partie de la valeur nutritionnelle notamment la vitamine C est perdue au cours du séchage. Le séchage mérite d'être davantage étudié cependant, car c'est une technique simple qui peut être largement utilisée sous les tropiques. Par exemple, on pratique régulièrement le séchage des fruits du piment et du gombo, du calice de l'oseille de Guinée (*Hibiscus sabdariffa*), des feuilles de la corète potagère, du niébé, du ndole (*Vernonia amygdalina*) ainsi que de la chair de la courge.

Il faut noter que de nombreux légumes tropicaux ne peuvent être consommés crus puisque sous cet état, ils sont irritants ou même toxiques, les feuilles de manioc, de la morelle noire, de la célosie, et les feuilles de poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) en étant des exemples.

Si on passe en revue les techniques culinaires populaires, il semble que l'idéal soit peut-être la méthode indonésienne: faire revenir les feuilles fraîches dans une poêle très chaude à l'aide d'un peu de lait de noix de coco. Dans la cuisine chinoise aussi la pratique courante est de faire cuire les légumes seulement quelques minutes ce qui en préserve la consistance et la saveur. L'addition d'un peu de graisse ou d'huile, surtout dans les plats pour enfants, présenterait toujours un avantage car même une infime quantité de matière grasse rehausse grandement la carotène assimilable.

Parfois, on ne traite pas les feuilles convenablement, si par exemple on les met dans un mortier pour les écraser ou les piler, comme on le fait dans plusieurs cuisines indiennes et africaines, alors qu'on aurait pu simplement les couper en morceaux. Une recommandation générale est de couper les feuilles, mais pas en morceaux trop menues avant de les cuire, sauf pour les jeunes enfants. Il n'est même pas nécessaire de le faire lorsque les feuilles sont petites et minces puisqu'elles fondent sur la langue. Il est d'ailleurs sans intérêt de trop insister sur les avantages et les désavantages de telle ou telle méthode culinaire. Ce qui importe au point de vue de la santé dans le monde n'est pas la cuisson trop prolongée des légumes-feuilles, mais d'éviter que leur consommation soit

insuffisante. La plupart des inconvénients peuvent être contrebalancés en consommant tout simplement davantage de légumes.

10.1.4 Composition chimique et valeur nutritionnelle

Les légumes fournissent une bonne partie des vitamines, des minéraux et même des protéines supplémentaires (tableau 10.5.) Un grand nombre de légumes tropicaux sont plus riches en protéines et en vitamines que les légumes des pays tempérés. L'aliment de base, généralement céréales, racines ou tubercules, doit fournir l'énergie nécessaire et aussi les protéines, pour autant que celles-ci dans viande, poisson, oeufs, lait ou fromage n'y suffisent pas. D'une façon générale, les légumes fournissent surtout les vitamines et les minéraux, mais lorsque les aliments de base sont pauvres en protéines, les légumes peuvent compenser considérablement. Dans les régions où les céréales sont l'aliment de base, la teneur en protéine des légumes a moins d'importance. Une abondante consommation de légumes-feuilles est la meilleure garantie contre les effets nocifs dus à l'insuffisance de fer, de folates ou de vitamine C.

Les légumes-feuilles Ils contiennent de la carotène (provitamine A), quelques vitamines B (riboflavine, thiamine), de la vitamine C, des minéraux et des protéines. Les légumes à feuilles foncées sont particulièrement riches en vitamines. Les minéraux importants dans les feuilles vertes sont le fer, le calcium et le phosphore.

Dans les régimes alimentaires où le lait et ses produits sont pratiquement absents, les légumes-feuilles jouent un rôle clé dans l'apport en calcium. Une portion moyenne de 100 g de feuilles fournit de 4–7 mg de fer par jour, ce qui est suffisant pour un jeune enfant et est une contribution considérable à l'absorption recommandée à un adulte. Cette source bon marché de fer est cruciale pour les gens souffrant d'anémie à cause du paludisme. La teneur en protéines varie fortement. Les légumes-feuilles ordinaires contiennent le plus souvent 1–2% de protéines, mais plusieurs en contiennent de 4–10% (manioc, ben ailé (*Moringa oleifera*)). Sur base de matière sèche les feuilles contiennent 20–30% de protéines, c'est-à-dire autant de protéines que les légumineuses à graines (tableau 10.6).

Une portion de 200 g de légumes-feuilles peut apporter dans le régime un complément de 6–14 g de protéines. La présence des différents acides aminés varie considérablement. Pour parer à la carence générale en acides aminés soufrés (méthionine, cystine), le ben ailé est incomparable. Les feuilles de manioc contiennent également une quantité appréciable de ces acides aminés. Les légumes-feuilles formant peu de volume après avoir été bouillis quand jeunes, ils peuvent être facilement utilisés pour nourrir les bébés. On peut même diminuer le volume en faisant bouillir les feuilles vertes dans une très petite quantité d'eau. Les feuilles ont plus de valeur nutritionnelle quand elles sont jeunes.

Les légumes-fruits Ils sont riches en vitamine C. Carottes, tomates, courges et autres fruits qui tirent sur le jaune sont riches aussi en carotène. Cependant, leurs répartition

et disponibilité sont beaucoup plus saisonnières ou irrégulières que les légumes-feuilles. Les quantités requises, de tomate par exemple, sont aussi plus élevées ainsi que généralement leur prix. Les jeunes légumes-fruits légumineux sont riches en provitamine A, en diverses vitamines B et en protéines.

Les graines de légumineuses (mûres et non mûres) Elles contiennent diverses vitamines B et de la protéine.

La carotène supporte assez bien les températures élevées, mais pas la vitamine A. L'une et l'autre se dissolvent dans la graisse (huile de palme rouge p. ex.). Les vitamines B sont résistantes à l'eau bouillante mais la vitamine B₂ ne peut supporter la lumière directe du soleil; elles sont solubles dans l'eau. La vitamine C ne résiste pas à une longue ébullition, c'est-à-dire à des températures élevées. Elle est soluble dans l'eau. Les ustensiles de cuivre et de fer causent rapidement l'oxydation de la vitamine C.

Les légumes soumis à une cuisson prolongée avant la consommation perdent une partie de leurs vitamines solubles dans l'eau (principalement la vitamine C). Coupés en morceaux ou en tranches, exposés à l'air, chauffés ou cuits pendant une longue période ou gardés chauds trop longtemps après la cuisson, les légumes perdent leur vitamine C. Si on veut profiter entièrement de la valeur nutritionnelle des légumes, il faut que le stockage et la cuisson des feuilles soient mieux faits. Le séchage des légumes diminue leur teneur en vitamine C et B₂. Plus grave est le fait que le séchage peut agir sur les protéines et la digestibilité. Ceci en fonction de la température pendant le séchage, qui ne devrait pas dépasser 60 °C.

Quelques facteurs plaident pour une certaine prudence dans la consommation des feuilles. L'un d'eux est l'acide cyanhydrique qui existe dans les feuilles de manioc. Toute préparation impliquant le chauffage dans une casserole sans couvercle rend les feuilles inoffensives. Un autre facteur est l'acide oxalique et les oxalates présents dans de nombreuses feuilles telles qu'amarante, célosie, épinard indien et grassé, qui en contiennent d'assez grandes quantités. Il faut faire une différence entre la toxicité des acides et l'avidité en calcium des sels. Une partie du calcium est rendue indisponible par fixation avec l'acide oxalique. Dans les feuilles de quelques types de taro et de macabo, il y a présence de petits cristaux (raphides). Une cuisson prolongée ou répétée en jetant l'eau de cuisson ou en ajoutant de la potasse, peut rendre les feuilles comestibles. Mais alors, il est plus facile de s'en tenir aux types non irritants de *Colocasia* et *Xanthosoma*.

10.2 Botanique

10.2.1 Morphologie

Comme le montrent les tableaux 10.1 et 10.2 les légumes appartiennent à des familles très différentes. Il n'est donc pas possible de discuter leur botanique en termes généraux. De nombreux légumes se classent par exemple parmi Cruciferae, Cucurbitaceae,

Malvaceae, Leguminosae et Solanaceae. Dix types de légumes différents ont été retenus et analysés botaniquement plus en détail: oignon, amarante, épinard indien, chou, patate aquatique, laitue, concombre, gombo, tomate et aubergine (tableau 10.7).

10.2.2 Taxonomie

Les problèmes taxonomiques surgissent spécialement lorsqu'il s'agit de genres et d'espèces d'une grande diversité comme *Allium*, *Amaranthus*, *Brassica* et aussi *Solanum*. Quelques espèces présentent une variabilité intra-spécifique remarquable comme *Allium cepa*, *Brassica oleracea*, *Lactuca sativa* et *Lycopersicon esculentum*. Cette variabilité est due essentiellement à des différences au niveau du cultivar.

10.2.3 Croissance et développement

On dispose de peu d'information sur la croissance et le développement de la plupart des légumes, sauf pour les légumes cultivés dans les régions non tropicales (comme oignon, chou et laitue). Les informations données ci-dessous concernent six cultures: oignon, amarante, chou, laitue, tomate et gombo.

Oignon (*Allium cepa*) Plusieurs cvs d'oignons sont limités quant à leur capacité d'adaptation par l'effet combiné de la photopériode et de la température. En général, les cvs des pays tempérés ne forment pas de bulbes sous les tropiques par suite de la brièveté de la durée du jour. Néanmoins, des cvs ont été développés qui provoquent la formation des bulbes sous les conditions tropicales de photopériode relativement brève. Selon le cv., la durée de la photopériode critique pour la bulbification varie de 11 à 16 heures. Les oignons d'été européens et américains sont des cvs à 'jour long', et ne conviennent pas aux régions tropicales. Il existe néanmoins plusieurs cvs locaux d'oignon qui viennent bien à des températures élevées (jusqu'à 30 °C) et forment des bulbes sous photopériode courte (11–12 heures). Ces cvs à jour court ne sont cependant pas des plantes de 'jour court', mais sont des cvs qui bulbérissent plus hâtivement. La formation des bulbes est stimulée sous une température élevée, à condition que soit atteinte la photopériode minimale du cv. A basses températures, la bulbification requiert une photopériode plus longue.

La formation des inflorescences est induite à basses températures, mais n'est pas influencée par la photopériode. En général la floraison commence seulement si la période de bulbification est suivie d'une période de basses températures, c'est-à-dire que dans les régions tempérées l'oignon est considéré comme une plante bisannuelle. Dans les régions tropicales à nuits fraîches la montaison se manifeste dans les cvs locaux dont la bulbification a déjà commencé, ce dont résulte une réduction considérable de la récolte. Si les hampes florales sont enlevées la bulbification continuera.

De 3–5 mois sont requis pour la récolte des bulbes.

Amarante (*Amaranthus* spp.) *A. cruentus*, par exemple, est une plante à croissance rapide. C'est aussi une plante à cycle photosynthétique C4, ce qui en fait un producteur efficace d'hydrates de carbone. La récolte par coupes régulières stimule chez l'amarante la formation de nouvelles repousses. Il est important, pour obtenir un taux de rendement élevé, de choisir un écartement et une méthode de récolte adéquats (arrachage ou coupes répétées) et d'éviter la floraison précoce. Quelques cvs indiens de jours courts ont été sélectionnés qui sont semés au début de l'été, et ont une période de coupe de 4 mois s'étendant jusqu'à la fin de l'été lorsque la floraison commence.

Chou (*Brassica oleracea*) Les choux sont des plantes bisannuelles qui poussent en trois étapes distinctes. Pendant la première période, la rosette se forme: c'est une phase relativement rapide vers la fin de laquelle la tête se forme. Les choux traversent ensuite une période de repos pendant laquelle les primordia floraux se forment. Enfin, l'inflorescence se développe rapidement, donnant à la plante une structure dressée, ramifiée, à floraison prolifique. Le chou est une culture de saison fraîche et des températures basses sont nécessaires pour stimuler la formation de la tête ainsi que la floraison. La température optimale pour la formation de la tête est entre 15–20 °C. Le chou n'est pas sensible à la photopériode et l'initiation de la floraison est principalement déterminée par la température. La montaison se manifeste après une période de quelques semaines à des températures au dessous de 10 °C. Néanmoins le chou peut être cultivé avec succès sous les tropiques. Pendant les mois frais de la période de jours courts, la culture des choux réussit aussi dans les basses terres tropicales. Dans ce dernier cas, les plants peuvent être mis en place pendant la saison chaude, mais on devrait calculer le moment du semis pour que la formation de la tête corresponde à la saison fraîche.

Il faut 3–4 mois avant de pouvoir récolter les choux.

Laitue (*Lactuca sativa*) La tendance générale de la laitue est de former une rosette de feuilles au ras du sol pendant les mois frais. L'accroissement de la température stimule la floraison. La laitue est une plante annuelle, bien qu'elle puisse être dite bisannuelle en zone tempérée, si on la plante tard dans l'année. Deux caractéristiques influent sur le succès des différents types de laitue sous les tropiques: le comportement annuel et la tendance à fleurir à des températures trop élevées. Les cvs les plus tolérants à la chaleur sont les variétés romaines. Les hautes températures ne mènent pas seulement à la montaison, mais rendent aussi la laitue amère. Dans les basses terres, la laitue se cultive seulement avec succès pendant les mois les plus frais de l'année.

On peut récolter la laitue après 2–3 mois.

Tomate (*Lycopersicon esculentum*) Suivant les cvs, la croissance reste indéterminée ou, au contraire, après la production de la première ou deuxième inflorescence, il ne se trouve qu'une ou deux feuilles au dessus de ces inflorescences et la tige s'arrête avec une inflorescence terminale (cvs déterminés). La jeune plante produit 7–14 feuilles composées, comportant de plus en plus de folioles, avant de développer sa première

inflorescence. Ensuite, on compte en général 3 feuilles entre chaque 'bouquet' pourvu de 4–12 fleurs. La floraison débute 50–65 jours après le semis, et la maturité du fruit se manifeste 90–120 jours après le semis. En ce qui concerne la floraison la tomate est indifférente à la photopériode.

Gombo (*Hibiscus* spp. (syn. *Abelmoschus* spp.)) Le gombo ordinaire ou type Soudanais (*H. esculentus*) est cultivé partout dans les régions tropicales et subtropicales. Des cvs plus au moins neutres à la longueur du jour se cultivent sous les subtropiques, et des cvs à jour court sous les tropiques. Un autre type du gombo, le type Guinéen (*Hibiscus* sp.), annuel à bisannuel, se rencontre dans les parties humides de l'Afrique de l'Ouest et est très sensible à la photopériode. Il est caractérisé par des segments de l'épicalice plus longs que ceux du gombo ordinaire (4–13 mm au lieu de 0,5–3 mm). Le gombo est connu pour sa germination et sa levée capricieuses. Les températures optimales pour la germination et la levée se situent entre 30 et 35 °C. Au dessous de 20 °C ces processus sont retardés. Sous les tropiques les températures de la couche superficielle du sol sont souvent supra-optimales pour le gombo. Par conséquent la levée peut-être améliorée par des méthodes culturales d'un effet dépressif sur la température du sol (p. ex. paillage). Le type Guinéen a en moyenne des photopériodes critiques plus courtes que le type Soudanais, et son semis au début de la grande saison des pluies peut donner lieu, dans les parties humides de l'Afrique Occidentale, à des périodes végétatives de 8 à 9 mois. Déjà à 5° de latitude nord, où la différence entre le jour le plus court et le jour le plus long est relativement faible (environ 35 minutes), on constate une forte influence sur le comportement de floraison. La période de récolte pour le type Soudanais commence environ 100 jours après le semis et se continue jusqu'au 175ème jour. Pour le type Guinéen la récolte prend place de 120 à 360 jours après le semis. Le meilleur rendement en jeunes fruits est obtenu en récoltant aussi tard que possible et que le permettent les exigences concernant la qualité du produit. Récoltés après 8–10 jours d'âge les fruits deviennent fibreux. Cependant, le rendement diminue si des fruits sont récoltés à un stade plus précoce.

10.2.4 *Cultivars*

Chez les espèces où la variation intra-spécifique est prononcée, on peut classer les cvs en groupes, comme c'est le cas pour oignon, chou, laitue et tomate (tableau 10.7). Pour de nombreux autres légumes, on dispose de fort peu d'information quant à l'existence et la répartition des cvs.

10.3 **Ecologie**

10.3.1 *Facteurs climatologiques*

Le choix des plantes à cultiver comme légume dépend du régime thermique (températures maximale et minimale), des pluies (quantité et répartition), de l'humidité relative

ve de l'atmosphère et de la photopériode. L'altitude de la région décide de la possibilité de cultiver les légumes des régions tempérées, comme le poireau, le chou-fleur, les haricots communs, les pois, etc. De nouveaux cultivars de légumes des régions tempérées (laitue, chou-fleur, p. ex.), plus thermorésistants, sont actuellement introduits dans les basses terres tropicales, sans résoudre pour cela toutes les difficultés. Le succès de la culture des légumes dépend aussi de la durée de la photopériode. Les véritables légumes tropicaux sont adaptées à la température élevée et à l'humidité des basses terres tropicales, ainsi qu'aux jours courts et aux sols relativement pauvres. Ils sont par conséquent de loin les plus faciles à cultiver en toutes saisons sous réserve qu'ils aient de l'eau.

Avant d'introduire une espèce maraîchère sous les tropiques, il importe de vérifier que sa température optimale de croissance et ses exigences photopériodiques ne sont pas incompatibles avec les conditions climatologiques. Si, par ailleurs, on connaît sur place des types locaux de l'espèce que l'on désire développer, il faut se garder de les mépriser: ces variétés locales traditionnelles pourront être précieuses par leurs caractères d'adaptation lors d'éventuels programmes de sélection.

Eau Si l'eau est disponible en quantité suffisante, presque tous les légumes qui conviennent à une altitude donnée peuvent être cultivés à l'exception de ceux qui ne peuvent résister aux pluies abondantes et doivent de ce fait être cultivés pendant la saison sèche, tels que les choux pommés, les melons, les pastèques et à un moindre degré le concombre. Si la quantité d'eau est insuffisante pendant la saison sèche, il faut se limiter aux légumes qui ont besoin de peu d'eau, comme les feuilles de patate douce, le manioc, les courges et les calebasses. Le gombo, *Canavalia gladiata* et l'antique supportent aussi une certaine pénurie d'eau. Les chutes de pluies insuffisantes ou les périodes sèches trop longues peuvent être compensées par un bon apport d'eau, particulièrement par irrigation.

Température Beaucoup de légumes de zone tempérée peuvent être cultivés sous les tropiques, mais quelques-uns exigent des conditions climatiques spéciales telles que des températures fraîches, qui n'existent que pendant l'hivernage et à une haute altitude. Les températures élevées peuvent en effet être nuisibles, particulièrement les températures nocturnes élevées. Ce phénomène du thermopériodisme journalier est bien connu chez la tomate: la plante adulte montre la croissance la plus rapide et la floraison la plus abondante lorsqu'un écart de 10–12 °C se manifeste entre la nuit et le jour: une alternance 16–28 °C est beaucoup plus favorable qu'une température constante de 22 °C. Il ne s'agit pas là seulement d'une concurrence entre respiration nocturne et photosynthèse, mais d'une meilleure migration nocturne des produits élaborés par les feuilles quand les nuits sont fraîches. Beaucoup de plantes d'origine tempérée ou montagnarde se trouvent défavorisées de la même façon lorsque l'écart de température entre la nuit et le jour n'est pas supérieur à 6 ou 7 °C.

Dans le tableau 10.8 on peut distinguer les zones climatiques des légumes basées sur les valeurs moyennes des températures minimale et maximale. Cependant, chaque

culture contient des cultivars qui sont plus ou moins tolérants aux hautes ou basses températures.

Photopériode La photopériode a un effet sur plusieurs cultures de légumes et il faut en tenir compte pour choisir les cvs qui conviennent sous les conditions tropicales. Les plantes à longs jours comme l'épinard (*Spinacea oleracea*), le chou de Chine, le radis, et le poireau ne fleurissent, ni ne produisent de graines, ni ne forment de bulbes sous les conditions tropicales. En conséquence, il faut importer les semences. Chez certaines espèces, la réaction à la photopériode peut varier considérablement comme c'est le cas chez le gombo et le haricot dolique, par exemple. Dans le cas des légumes-fruits (p. ex. Solanées, Cucurbitacées, Légumineuses) la photopériode influe sur la floraison; par conséquent la réaction des cvs doit être identique à celle des plantes à jour court ou neutres sous les exigences tropicales. Il est avantageux pour la culture des légumes-feuilles sous les tropiques que leur réaction au jour court ne soit pas trop forte. Une floraison précoce peut avoir pour résultat une baisse de la récolte totale en feuilles et une diminution de la qualité par suite d'un mélange d'inflorescences et de feuilles.

Un choix raisonné d'une date de semis assurant que la photopériode aura ou n'aura pas d'effet sur le développement adéquat d'un légume donné, peut augmenter le rendement d'une culture légumière. L'oseille de Guinée, par exemple, est non seulement un légume-feuilles mais également un légume-fruit (calices gonflés comme légume ou pour la confection de gelées et de boissons) et une plante textile. Comme légume-fruit la floraison est essentielle et il est recommandé de semer quand la photopériode s'écourte. Comme culture textile il est important que la floraison soit retardée, autrement la qualité de la fibre sera affectée; il devient alors essentiel de semer à l'époque où la photopériode commence à allonger.

Humidité de l'atmosphère. Elle peut être très élevée dans les régions tropicales chaudes et humides (> 80%), même en saison sèche. La plupart des légumes-feuilles tropicaux et quelques autres espèces telles que christophine (*Sechium edule*), pois carré (*Psophocarpus tetragonolobus*) et dolique asperge (*Vigna unguiculata* Cv.-groupe *Sesquipedalis*), semblent avoir un meilleur comportement sous une forte humidité relative. Néanmoins, une humidité atmosphérique élevée est un handicap pour la plupart des espèces légumières, car elle favorise le développement des maladies et des parasites. C'est pourquoi les résultats les meilleurs sont généralement obtenus en culture irriguée dans les régions arides ayant une humidité relative atmosphérique inférieure à 60%.

10.3.2 Sols

La plupart des légumes viennent bien dans un sol argileux, perméable, dont le pH est entre 6 et 7. Le sol doit aussi avoir une capacité de rétention d'eau suffisante pour permettre à la plante de supporter les courtes périodes sans pluie. Le sol ne doit être ni trop meuble, ni trop sablonneux et perméable car il contient alors insuffisamment

d'eau et d'éléments nutritifs, ni trop lourd ni trop argileux.

Le sol idéal est friable, modérément perméable, et a une bonne capacité de rétention d'eau. Un sol fertile est souhaitable, mais non indispensable étant donné qu'on peut appliquer fumier d'étable, compost et engrais.

Les sols aptes à la culture des légumes sont habituellement:

- jeunes sols de forêt, riches en humus; mais qui nécessitent beaucoup de travail pour le défrichement;
- sols des vallées fluviales où des matériaux fins se sont déposés graduellement, sous réserve qu'ils ne soient pas trop sablonneux ou caillouteux ou soudainement inondés;
- sols dans une dépression ou un affaissement de terrain, où se sont déposés les matériaux d'érosion et l'humus, sous réserve qu'il n'y ait pas d'excès d'eau et qu'il n'y ait pas de couches imperméables.

10.4 Agronomie

10.4.1 Multiplication, préparations de semis/plantation etc., association

Multiplication La plupart des légumes cultivés comme culture commerciale, se reproduisent par graine, tout comme plusieurs légumes locaux tels que amarante, célosie, corète potagère, chanvre de Guinée (*Hibiscus cannabinus*), oseille de Guinée, espèces de *Solanum*, courges et Calebasses, gombo, tomate, etc. Un assez grand nombre de légumes se reproduisent par boutures (manioc, 'bitter leaf', patate aquatique, *Sauropus*, épinard indien, patate douce) ou par tubercules (taro, macabo, pomme de terre). Certains légumes se reproduisent à l'aide de boutures et de façon exceptionnelle par graines tels que bitter leaf et espèces de *Crassocephalum*.

1. *Production et conservation locale de semences.* Étant donné l'importance de produire des semences exemptes de maladies, il est à recommander de choisir pour la production de semences un climat sec ou du moins une saison avec une basse humidité atmosphérique. Une atmosphère sèche est défavorable aux parasites et aux maladies et un air sec facilite le séchage des graines. De nombreuses semences potagères peuvent être produites facilement sous un climat tropical humide, particulièrement celles notées avec un bon comportement (+ +) sur le tableau 10.8. Néanmoins, lorsque l'humidité est très élevée des dispositions spéciales doivent être prises pour le séchage et le stockage des graines. En outre, pendant la période de culture, plus d'attention doit être apportée au contrôle des parasites et des maladies. Ces deux facteurs rendent plus coûteuse la production de graines de bonne qualité.

La réaction à la photopériode est très importante pour la production de graines. Les plantes de jours longs ne fleurissent normalement pas dans les basses terres tropicales. De basses températures peuvent néanmoins compenser jusqu'à un certain point les exigences en jours longs de sorte que chez certains de ces légumes (tels que de nombreux Crucifères et les légumes de saison fraîche) montaison et granification se produisent lorsqu'ils sont cultivés dans les régions montagneuses au dessus d'environ

800 m d'altitude. Quelques espèces légumières, plus précisément les bisannuelles de saison fraîche, exigent une période froide en dessous de 5–10 °C allant de quelques jours à plusieurs semaines pour la montaison. C'est le cas pour le chou blanc, certains cultivars d'oignon, poireau, céleri, betterave potagère, persil et carotte. La production peu onéreuse de semences certifiées obtenues par simple multiplication (A: seed-to-seed method) avec l'hiver jouant naturellement le rôle de période froide n'est pas possible sous les tropiques, même à des altitudes entre 800 et 1200 m. Certaines espèces doivent être arrachées et soumises à la vernalisation c'est-à-dire que plantes, bulbes, tubercules ou racines doivent être placés dans un lieu de stockage froid afin d'activer leur floraison. La question reste de savoir si les coûts sont justifiables.

Quelques efforts ont été faits dans les régions tropicales en vue de sélectionner pour des cvs des espèces qui normalement exigent des jours longs et/ou une période froide qui produiront plus facilement des graines par jours courts et plus hautes températures: chou, chou-fleur, oignon. Ce type de sélection représentant un travail très coûteux, il est probable qu'il reviendra moins cher d'effectuer la production de semences dans une aire géographique où les conditions sont plus favorables.

Presque toutes les semences potagères produites sous les tropiques pour les légumes autoconsommés, et une grande partie des semences pour la culture commerciale de légumes, sont en réalité produites par le cultivateur lui-même. La graine est souvent de qualité médiocre, tant physiquement que génétiquement. Pour la tomate, le poivron, les Cucurbitacées et autres légumes-fruits les cultivateurs utilisent souvent des graines provenant de fruits mal venus ou malades. Pour les légumineuses et les légumes-feuilles on ne prend pas soin de choisir les graines sur les meilleures plantes productrices et en outre, séchage et stockage ultérieurs des graines laissent aussi à désirer. En conséquence, le rendement et la qualité du produit obtenu à partir de ces graines ne seront pas aussi bons qu'ils pourraient l'être si un peu plus de soin avait été apporté à la production de graines.

On peut-il est vrai se procurer dans la plupart des pays tropicaux des semences importées de nombreux légumes tempérés. Outre que ces types ne sont en général pas bien adaptés aux conditions tropicales, le simple fait de pouvoir se les procurer stimule la culture des légumes de type dit européen, ce qui est une affaire douteuse en fin de compte si cela se fait aux dépens des légumes verts tropicaux.

On se reportera au tableau 10.9 pour les données sur la culture de semences potagères.

2. *Sélection des plantes semencières.* Dans un petit potager, il suffit de conserver quelques plantes saines pour obtenir suffisamment de graines (le fruit de la morelle noire par exemple contient 25 à 40 graines). Les plantes peuvent être étêtées à 15–30 cm du sol pour que la production de graines soit meilleure. Pour un maximum de vigueur et de rendement, les graines doivent être produites sous conditions contrôlées; elles peuvent souvent être obtenues de plantes du potager sous réserve qu'elles soient récoltées sur des plantes parvenues à pleine maturité et exemptes de maladies (virus spécialement) et de parasites. Lorsqu'il s'agit de plantes dont les graines se récoltent pendant

la saison des pluies, il faut aussi attendre la pleine maturité et les récolter de préférence par temps sec. Lorsque la récolte se fait en saison sèche il peut se produire quelque perte de graines si les plantes sont trop desséchées. Les plantes réservées pour la production de graines restent plus longtemps sur les champs que celles destinées à la consommation, d'où augmentation des risques d'infestation par les parasites et maladies.

Les légumes peuvent être répartis en deux groupes selon le temps requis pour la production de graines à maturité:

– Légumes produisant des graines mûres en même temps ou peu après la récolte normale des fruits (tomate, courge serpente (*Trichosanthes anguina*), courge cannelée (*Telfairia occidentalis*), piment, melon, pastèque).

– Légumes produisant des graines mûres longtemps après la récolte normale des fruits ou des feuilles (amarante, célosie, corète potagère, aubergine, concombre, oseille de Guinée, gombo, haricot vert, etc.). Il faut laisser les plantes sur le champ jusqu'à la maturation des graines.

3. *Séparation et séchage des graines.* Il existe deux méthodes de traitement des légumes locaux pour l'obtention des graines.

– La méthode sèche. On récolte sur les plantes qui mûrissent sur pied soit la plante complète (p. ex. amarante) soit seulement les inflorescences mûres (célosie), soit les fruits (corète potagère), et ensuite on les met à sécher sur des plaques de tôle, de la toile, du papier ou des plateaux spéciaux pour cet usage. Les petites quantités de graines sont séparées à la main, mais s'il s'agit de grandes quantités il est nécessaire d'utiliser le battage ou le mortier. Pendant le séchage, les graines doivent être retournées de temps à autre. La période la meilleure pour la collecte des graines est la saison sèche, pendant laquelle le séchage peut être convenablement fait sur des plateaux ou sur des tôles placés au soleil. La plupart des graines peuvent être stockées un assez long laps de temps si elles ont été séchées comme il se doit. Les graines de la plupart des légumes locaux peuvent être séchées, sauf celles de la courge cannelée et de la cristophine dont les graines doivent être immédiatement plantées après la coupe des fruits. De même que *Cucumeropsis mannii* et les fruits de la courge, les fruits de la courge cannelée se conservent bien pendant au moins 2–3 mois s'ils sont placés sur un grillage en fil de fer surélevé du sol et protégé par un toit. Les fruits sont récoltés pendant la saison sèche lorsque les plantes commencent à dépérir. Les graines de fruits très fermes (pastèque, *Cucumeropsis mannii*, courge) ne peuvent être extraites à la main. On fend les fruits en deux à l'aide d'une pièce de bois, et non avec un coupe-coupe ou un couteau car cela abîmerait les graines. Les fruits sont ensuite placés sur le sol, pendant quelques jours, la partie intérieure en dessous. La chair commence à se dégrader ou est mangée par les insectes, laissant les graines qui peuvent alors être lavées et séchées. Si les fruits restent sur le sol trop longtemps, les graines noircissent.

– La méthode humide (utilisée pour Solanées, Cucurbitacées). Seuls sont cueillis les fruits mûrs et colorés qu'on laisse mûrir pendant 1–3 jours jusqu'à ce qu'ils s'amollissent. Il faut prendre soin qu'ils ne pourrissent pas. Les gros fruits (tomate, aubergine,

courge, pastèque) sont coupés, et graines ainsi que pulpe du fruit sont enlevées avec une cuillère ou à la main et mises dans de l'eau. Les fruits coupés sont lavés pour enlever les graines restantes, et en remuant le mélange de graines et de pulpe, les graines tombent au fond tandis que la pulpe du fruit et les morceaux de peau flottent à la surface. Il est alors possible de jeter eau et pulpe. L'opération est répétée plusieurs fois. Les fruits plus petits (morelle noire, *Solanum aethiopicum* p. ex.) sont passés au mortier dès leur récolte, et la séparation des graines et de la pulpe se fait à l'aide d'eau. Les fruits de la tomate, du concombre et du melon sont pressés à la main dans un récipient. On laisse ensuite la pulpe fermenter pendant 1–2 jours pour éliminer les germes de maladies. Après quoi les graines sont lavées.

Les graines peuvent être séchées naturellement sur des sacs à ciment, des tôles ou de la toile. Les grosses graines, les inflorescences, les gousses, ou les plantes entières peuvent être séchées sur des aires cimentées ou sur des nattes. Les graines doivent être rentrées le soir. Le mode de séchage artificiel le plus économique, à une température ne dépassant pas 40 °C, consiste à faire brûler un feu dans une pièce de la maison (cuisine) où les graines sont stockées, ou sous une plate-forme ou un plateau sur lequel les graines sont épandues.

4. *Stockage des semences.* Un séchage ou un traitement des graines effectué avec soin préalablement à leur stockage est de toute importance pour une viabilité maximale. Les graines sèches ne peuvent être stockées dans des récipients hermétiquement clos que sous des conditions spéciales. Si possible, les récipients hermétiquement clos qui contiennent les graines entièrement sèches doivent être gardés dans un réfrigérateur, si on ne dispose pas d'air conditionné. Les semences doivent être utilisées dès qu'on les retire du réfrigérateur étant donné la condensation d'eau qui se forme alors sur les graines par suite de l'élévation de la température et peut mettre rapidement fin à leur inhibition. Les semences stockées à la température ambiante peuvent sous les tropiques perdre leur viabilité sous l'effet du haut taux de respiration. Celles qui sont gardées dans un endroit humide pendant la saison des pluies ou dans un récipient ouvert dans une pièce où l'air est humide perdent aussi leur viabilité. Pour toutes les semences de légumes tropicaux, un taux d'humidité de 40% sous air conditionné et une température de 4,5–10 °C sont à recommander pour garantir une germination acceptable pendant plusieurs années. En règle générale, les semences de la plupart des légumes stockées à température et air ambiants ont une courte viabilité et ne devraient pas être conservées plus d'une saison.

Un simple examen des graines donne des indications sur leur qualité:

- Les bonnes graines sont souvent luisantes (amarante, célosie, haricots) et les vieilles sont souvent de couleur terne.
- Les graines coulent facilement du pot qui les contient si elles ont été correctement stockées.
- Les graines des Solanées doivent être jaunes plutôt que grisâtres.
- Non correctement stockées, les graines ont une odeur de moisi.
- La plupart des graines mortes flottent sur l'eau.

Certaines graines peuvent ne pas germer par suite d'un facteur de dormance. Si le testa de la graine est très dur, la dormance peut être levée en incisant le testa à l'aide d'un couteau ou en le grattant avec une lime.

Le trempage dans l'eau pendant une nuit peut lever la dormance des graines de haricot. Les graines de la corète potagère peuvent être plongées quelques secondes dans l'eau bouillante dans le même but.

Préparations de semis/plantation

1. *Choix du site.* Le choix d'un champ pour la culture des légumes (culture commerciale, culture pour autoconsommation sur des lits ou des planches) dépend de la situation géographique, de la qualité du sol et de la disponibilité d'eau.

– Situation géographique. Il est souhaitable d'utiliser des parcelles planes ou à pente douce, des champs déjà en usage si possible, ou ayant peu de mauvaises herbes, ou encore sous forêt, jeune ou vieille. Les parcelles où se trouvent des mauvaises herbes persistantes, à rhizomes comme *Imperata* ou à petits tubercules comme *Cyperus*, sont moins aptes à la culture parce qu'elles sont difficiles à défricher et à garder propres. Si on doit utiliser une parcelle à forte pente, la mise en terrasse est nécessaire pour éviter l'érosion. Il faut dans ce cas prendre soin que la couche de surface, généralement beaucoup plus fertile que les couches plus en profondeur, reste sur le dessus du sol. Pour ce faire, on enlève d'abord la couche de surface, qu'on dépose à peu de distance en amont et en aval, puis on confectionne la terrasse sur la partie ainsi décapée et on remet ensuite en place la couche de sol de surface qui avait été enlevée. Pendant la saison des pluies, la parcelle ne doit pas souffrir d'excès d'eau; parfois des fossés de drainage devront être creusés pour diriger les eaux vers l'aval du terrain. Là où les possibilités d'irrigation manquent, il faut disposer d'eau dans le voisinage (rivières, étangs, puits ou sources). En l'absence d'eau disponible, la culture des légumes n'est possible qu'en saison des pluies.

– Qualité du sol. Voir sous paragraphe 10.3.2. Aucune couche dure (horizon durci) ne doit exister à moins de 40–50 cm de profondeur, ni de couche argileuse dans un sol sablonneux, ces couches étant imperméables; pendant les pluies, le sol de surface serait trop humide et non aéré. D'autre part, aucune couche spécialement perméable ne doit non plus être présente dans les premiers 50 cm car cela permettrait une percolation trop rapide et rendrait impossible l'ascension capillaire de l'eau vers les racines. Pendant les périodes sèches le sol de surface devient souvent trop dur et chaud sous le soleil brûlant; un paillage entre les plantes est alors souhaitable (couvrir le sol avec de la paille, de l'herbe séchée, etc.). Tous les sols peuvent être améliorés par une forte fumure de fumier de ferme, compost, déchets organiques provenant du village ou du marché. Toutefois, il ne faut jamais enfouir de paille fraîche, ceci provoquant une carence d'azote.

– Disponibilité d'eau. Voir paragraphe 10.3.1. S'il y a des périodes de sécheresse, il faut disposer d'eau si on veut pratiquer la culture continue. Amener l'eau à la parcelle devrait être possible et l'irrigation est grandement facilitée par une faible pente. En

cas d'irrigation, l'eau d'irrigation excédentaire devra être drainée au moyen de fossés de drainage pour éviter la salinisation du sol. Même si la pluviométrie moyenne est suffisante toute l'année, l'irrigation offre le grand avantage de rendre le cultivateur moins dépendant des aléas du climat. L'irrigation par aspersion est faisable pour les cultures commerciales, mais elle demande de gros investissements en capital. Mais alors, les pertes d'eau sont moins grandes que dans les autres systèmes d'irrigation. L'irrigation goutte à goutte permet une économie de 50 à 65% de la quantité d'eau, mais elle est coûteuse aussi et compliquée.

2. *Choix des légumes.* Quelques légumes tels que choux pommés (blanc, rouge, frisépommé), céleri, poireau, ail, haricot vert, pois, christophine, chou-fleur, carotte, pomme de terre, tomate, poivron, oignon, peuvent être cultivés avec des chances raisonnables de succès à des altitudes assez élevées (600–1 200 m), mais quelques types comme par exemple chou, carotte et christophine peuvent être aussi cultivés dans les basses terres si par ailleurs les conditions sont favorables. D'autre part, il existe de nombreux légumes (laitue, chou de Chine, pourpier, grassé, diverses courges et calebasse, gombo, tomate, aubergine, pastèque) qui peuvent être également cultivés avec succès dans les basses terres (voir aussi tableau 10.8).

3. *Préparation du sol.* Sauf défrichement d'un sol sous forêt, le premier labour doit être fait sur une profondeur d'environ 30 cm, à la bêche ou à la houe. Toute tranche de terre du fond doit rester placée sous une tranche de terre de surface ensuite retournée sur elle. En travaillant avec une houe ou une pelle, on ouvre un sillon; la couche superficielle est d'abord enlevée sur une bande étroite, puis une seconde couche est houée, après quoi la couche superficielle de la prochaine bande est houée en la retournant sur la première bande, etc. Pour l'entretien normal un labour d'une profondeur de bêche (environ 15 cm) est suffisant. On peut le faire en utilisant un sillon, spécialement lorsqu'il y a beaucoup de mauvaises herbes ou si du fumier doit être enfoui. Dans ce cas, on découpe d'abord la plaque enherbée que l'on retourne sur le sillon ouvert. Sur un sol propre, cela n'est pas nécessaire. La plupart des sols sont labourés quand ils sont encore à demi mouillés, soit qu'ils se soient asséchés suffisamment après les dernières pluies, soit que les pluies les aient lentement et suffisamment humidifiés. Les sols très lourds sont parfois défoncés au moyen d'un bec de corbin avant la saison des pluies; les mottes se désagrègent lentement sous l'action des pluies. Généralement, si le sol est labouré sous des conditions adéquates, les mottes se désagrègent facilement sous la pluie.

4. *Planches.* Normalement, les légumes sont semés sur des planches, spécialement ceux à graines fines. Ces planches ont généralement une largeur d'au moins 1 m pour les légumes, ou de 1,5 m pour les pépinières, de sorte que leur milieu est facilement atteint des deux côtés. Les sentiers entre les planches sont aussi étroits que possible après le labour de la parcelle totale. Généralement ces planches sont rectangulaires. Sur leur côté court aval, elles sont limitées par des fossés qui mènent les eaux de pluie

vers le drain principal, et sur le côté court amont les sentiers qui les limitent sont plus larges. Le sentier principal est parallèle aux fossés. Pendant la saison des pluies particulièrement, les fossés ainsi que les sentiers étroits entre les planches sont importants pour assurer un drainage rapide. Si l'eau s'écoule trop rapidement, on aménage de petits barrages dans les sentiers et les fossés au moyen de pierres empilées ou de bâtons enfoncés dans le sol. Dans la saison des pluies, on approfondit les petits sentiers si le sol n'est pas trop facilement érodé; les côtés des planches peuvent être protégés contre l'érosion au moyen de nattes de bambous. Pendant la saison sèche, les fossés peuvent parfois être utilisés pour l'amenée d'eau, mais ce sont plus souvent les sentiers étroits qui sont utilisés à cette fin. La plupart du temps, un aménagement d'amenée d'eau est nécessaire le long des sentiers principaux. S'il n'y a pas de pluies, ou peu, les planches sont confectionnées aussi basses que possible et les fossés sont comblés de pailis et émondés pour limiter l'évaporation. L'eau ne doit jamais séjourner pendant trop de jours dans les sentiers et les fossés car les racines pourraient pourrir.

5. *Lits de semis et pépinières.* Parfois les graines sont semées sur des lits de semis et les plantules sont ensuite repiquées soit directement en place ou d'abord dans des lits appelés pépinières. Les lits de semis doivent être soigneusement ameublés et aucun fumier grossier ne doit y être appliqué. Le sol devient meuble par un arrosage systématique avec addition d'un mélange d'eau et de fumier d'étable par exemple. Après le semis, on procède à un arrosage léger. Pour les protéger à la fois contre une évaporation trop forte et contre les grosses averses, on aménage au dessus des lits un toit formé de feuilles de palmiers, d'herbes, etc. Tant avant qu'après la levée, ce toit-abri est enlevé lorsque le temps est favorable (soleil modéré et soleil matinal). Lorsque les plantules sont bien développées (2 à 4 feuilles entièrement formées) le toit ne sert que pendant les fortes averses; on leur donne de plus en plus de soleil à mesure qu'elles croissent. En cas de fonte des semis, il est utile de recouvrir les lits de semis d'une mince couche de sable tamisé. Si les fourmis s'emparent des graines il est généralement efficace de saupoudrer les lits de sable mélangé à du pétrole. Par temps sec, il faut arroser régulièrement, en le faisant le matin ou le soir, et de préférence pas sous un soleil torride qui très vite évapore une bonne quantité de l'eau. Si ce dernier cas s'avère inévitable, c'est alors le sol entre les plantes qu'il faut arroser.

Certains cultivateurs passent les plantules de tomate, aubergine, chou, etc. du lit de semis à la pépinière avant de les repiquer dans le champ. Les pépinières doivent elles aussi être bien ameublées et fumées. Autant que possible le repiquage doit être fait en gardant une motte de terre autour des racines, ce que permet un léger arrosage des plants avant leur arrachage. Presser la motte de terre pour éviter qu'elle se désagrège est une mauvaise pratique car cela est nuisible à la croissance des racines.

L'écartement de plantation varie beaucoup selon le sol, le climat, et le nombre de graines par poquet.

6. *Semis/plantation.* Les graines fines sont semées sur les lits de semis après avoir été désinfectées. Les plantules peuvent être repiquées, telles laitue, céleri, amarante, chou,

tomate, chou de Chine. Néanmoins, les légumes-racines tels que betterave potagère, carotte, radis et les légumes à grosses graines tels que haricot, pois, concombre et courge, ne sont pas repiqués.

Le tableau 10.9 donne pour quelques légumes des informations sur le mode de plantation (semis direct, repiquage, boutures), la quantité de semences et le nombre de plantes par 10 m².

Association Il est souvent souhaitable de pratiquer la culture simultanée de deux légumes sur la même parcelle, particulièrement si les superficies de terres cultivables sont limitées. Les paires qui conviennent le mieux aux cultures associées sont celles qui ont un rythme de croissance vraiment différent. La récolte de la culture qui croît le plus rapidement favorise la croissance de celle qui se développe plus lentement, qui peut ainsi profiter de l'espace libéré par la première récolte et des réserves nutritives du sol. Les plantes cultivées pour les feuilles ou la production de semences, et qui atteignent le premier stade de récolte en 4–7 semaines, comme moutarde de Chine (*Brassica juncea*), morelle noire, célosie et amarante, peuvent être cultivées entre des légumes-fruits tels que tomate, piment, gombo, oseille de Guinée, aubergine, ou en association avec des plantes à cycle long cultivées pour la production de semences (telles que corète potagère, célosie).

10.4.2 Phytotechnie

Méthodes de culture On cultive les légumes soit pour les vendre sur le marché, soit pour l'autoconsommation. Dans ce dernier cas la culture peut se faire par semis sur des planches bien entretenues et fertilisées, comme dans les cultures commerciales, ou bien en pratiquant une culture intercalaire entre d'autres cultures, ou en les laissant pousser un peu n'importe comment autour de la maison, sans grand entretien ni engrais. La méthode de culture à préférer dépend des circonstances.

1. *Jardinage familial.* Cette méthode de culture est très particulière: l'idée à la base du jardinage familial est l'utilisation de l'enclos pour une production continue de denrées alimentaires, surtout légumes et fruits, rendue possible par le recyclage des déchets domestiques de toutes sortes, et des déjections de petit bétail qui donnent au sol un taux élevé de fertilité permettant une grande variété de production. Le mélange d'un grand nombre de plantes qu'on trouve dans les jardins de case du Sud-Est Asiatique et de l'Afrique Occidentale, s'est révélé optimal sous ces conditions. Les arbustes à racines profondes et les arbres tirent leur eau et leurs minéraux des couches profondes, alors que les légumes annuels s'alimentent dans la couche de surface. Plusieurs plantes pérennes produisent des feuilles comestibles pendant les mois secs lorsque les légumes annuels meurent faute d'eau.

Les espèces grimpantes croissent le long des murs, des arbustes et des cabanes, utilisant au maximum l'espace et la lumière disponibles. Les petites plantes tolérantes à l'ombre des arbustes et des arbres poussent en dessous d'eux et profitent de la lumière

filtrée. Un jardin familial ne couvre souvent pas plus de 100 m², de sorte qu'il n'y a pas de place pour les grands arbres fruitiers comme le manguier, ni pour les légumes à faible production comme le haricot sec, la tomate et l'oignon. Le produit le plus important des jardins familiaux est représenté par les feuilles vertes. Les légumes-feuilles poussent facilement, ne demandent pas beaucoup d'attention ni de travail et donnent le plus grand rendement en produit comestible. En général, une superficie d'environ 50 m² de divers types de légumes-feuilles s'avère largement suffisante. Une partie devrait être plantée d'arbustes ou de haies de légumes vivaces. Si le jardin familial doit être établi dans une région sèche où l'irrigation est une nécessité, et si on ne dispose pas de suffisamment d'eau sur place, il est alors préférable de choisir un petit lopin de terre près d'une rivière ou près d'un puits.

Parmi les plantes les plus connues dont les feuilles sont comestibles, et aptes au jardinage familial ou aux petites concessions, on peut citer:

plantes annuelles dressées:	amarante, corète potagère, patate aquatique, grassé, morelle noire, fausse tomate, moutarde de Chine, courge
plantes vivaces grimpantes:	épinard indien, pois carré, dolique asperge, cristophine, margose
plantes d'ombrage:	taro, macabo, <i>Crassocephalum</i>
arbustes et arbres:	bitter leaf, ben ailé, papayer, <i>Gnetum</i>
haies:	manioc, 'bitter leaf', <i>Sauropus</i>
plantes aquatiques:	patate aquatique, cresson de fontaine
plantes annuelles des régions fraîches:	chou de Chine, moutarde de Chine, laitue, céleri, chicorée frisée, poirée.

2. *Culture intensive de légumes pour l'autoconsommation.* Ce genre de culture, en planches, n'est pas encore très répandu. L'endroit idéal pour cultiver les légumes est près de la maison, là où on peut leur apporter des soins réguliers. Dans ce cas, il est préférable de cultiver des légumes tropicaux mieux adaptés au milieu et qui poussent donc plus facilement. Dans les régions à longues périodes sèches où seule la saison des pluies permet une culture légumière sans mesures spéciales, la culture en planches est souvent la seule façon de s'assurer des légumes frais quotidiennement toute l'année. Le choix de l'emplacement des petits jardins dépend de la présence d'eau. Pendant les périodes sèches, les gens en sont souvent réduits à manger les jeunes pousses d'arbres et d'arbustes.

3. *Culture associée de légumes et de cultures vivrières pour l'autoconsommation.* Une grande partie des légumes consommés sous les tropiques se cultivent dans des champs vivriers. On ne voit pas souvent de champs exclusivement réservés aux légumes mais

plus fréquemment les légumes sont semés ou plantés entre d'autres plantes alimentaires. Ce genre de culture associée favorise l'utilisation optimale de la terre.

Les légumes-feuilles tels que amarante, patate aquatique, corète potagère, célosie, morelle noire, ou taro sont plantés entre les lignes et dans les espaces libres avant la récolte de la culture vivrière principale, en combinaison avec d'autres légumes tels que tomate, pastèque, gombo et haricot. Si la culture principale est le riz aquatique, les légumes peuvent être plantés après la récolte du riz. Cette méthode permet facilement l'extension de la production, en supposant que celle-ci peut être vendue sur les marchés voisins.

On trouve des légumes pendant la saison des pluies mais ils disparaissent lors des longues périodes sèches où les champs ne produisent plus. Peu d'attention est en général prêtée à la rareté des légumes. A ce moment, les légumes des arbres et des arbustes et la cueillette de plantes sauvages prennent alors plus d'importance. Si l'irrigation est pratiquée, la culture des légumes devient possible en saison sèche.

4. *Maraîchage commercial.* La culture commerciale de véritables légumes tropicaux est plus développée en Inde et dans le Sud-Est Asiatique qu'en Afrique. Elle se fait dans des exploitations spécialisées ou en rotation avec d'autres cultures, surtout pour les marchés urbains. C'est plus souvent aux classes aisées que sont destinés certains produits, par exemple chou-fleur, haricot, laitue et radis qui sont des légumes de pays tempérés et nécessitent par conséquent des soins particuliers, mais leur culture reste rentable en raison du prix de vente élevé. Ils sont généralement trop onéreux pour les petites gens. Dans les régions tropicales le tiers au moins de la production totale de légumes est écoulé sur les marchés des villages et villes. Cependant c'est moins le cas des légumes-feuilles que des autres types de légumes tels que tomate, aubergine, piment, gombo, oignon, chou et Cucurbitacées qui sont plus faciles à transporter et à conserver quelques jours.

Les légumes-feuilles pour les marchés urbains se cultivent surtout dans les sols marécageux aux alentours des villes. C'est une culture intensive de légumes surtout annuels, sur de petites parcelles. Les légumes verts commerciaux les plus populaires sont: amarante, corète potagère, fausse tomate, épinard indien et taro et en Asie patate aquatique (du type de culture sèche). Pendant la saison fraîche, ou dans les zones d'altitude, les légumes de basses températures et de type européen sont plus répandus: laitue, chicorée frisée, ciboule, poireau, céleri, moutarde de Chine et dans l'Asie du Sud-Est le chou de Chine. L'épinard a seulement une importance dans les régions subtropicales de l'Amérique du Sud, de la Méditerranée et de l'Ouest Asiatique, pendant l'hivernage.

Beaucoup d'autres légumes-feuilles sont vendus sur les marchés locaux, y compris feuilles de manioc, patate douce, haricot dolique et dolique asperge, et sont produits en culture associée. De nombreux produits comme 'bitter leaf', *Sauropus*, *Gnetum* ou feuilles de papaye sont vendus aux marchés comme surplus du jardinage familial. Même les feuilles des plantes sauvages telles que morelle noire, grassé, baobab et patate aquatique sont souvent vendues sur les marchés urbains. Contrairement à la culture des légumes dans les jardins familiaux, la culture commerciale des légumes-feuilles

annuels requiert beaucoup d'attention pour une production maximale dans un temps limité avec l'aide d'équipement perfectionné, de semences sélectionnées, d'engrais artificiels là où les matières organiques sont insuffisantes, d'irrigation et aussi, éventuellement, de pesticides. Trois des problèmes-clefs du maraîchage commercial sont le maintien de la fertilité du sol, la protection contre les maladies et les prédateurs, et l'utilisation de bonnes semences.

Temps de semis/plantation Si l'eau est disponible toute l'année, le cultivateur peut choisir le temps propre au semis, sinon il lui faut se limiter à la saison des pluies.

Ombre Les légumes ont généralement besoin d'un maximum d'ensoleillement. L'ombrage a un effet négatif parce qu'il augmente les risques d'attaque de champignons et parce qu'il réduit l'assimilation, donc les rendements. L'ombrage est utile contre le soleil ou contre les fortes pluies, pour protéger les semis jusqu'à la germination complète, par exemple avec des feuilles de palmiers, ainsi que les plantules dans les quelques jours qui suivent le repiquage jusqu'à la reprise des plants. Un léger ombrage est parfois pratiqué dans les régions arides comme protection contre une évaporation trop élevée, par exemple pour la tomate au Soudan. Pour le reste, il est déconseillé de cultiver des légumes à l'ombre des arbres ou sous un ombrage artificiel si l'on veut obtenir des rendements optimaux. Une exception est faite aussi pour *Crassocephalum crepidioides* qui pousse mieux avec un léger ombrage et pour certains légumes fins tels que le persil et le céleri-feuilles. L'ombrage peut être bénéfique dans les jardins familiaux pendant la saison sèche pour les légumes annuels cultivés sans arrosage.

Arrosage Un apport d'eau régulier est important pour le développement de la plupart des légumes. Même si certains légumes aux feuilles plus épaisses (grassé, *Solanum gilo*) sont plus résistants à la sécheresse, ils ne poussent pas bien sans eau. Dans les régions sèches, certaines plantes survivent en saison sèche parce qu'elles ont une cuticule cireuse, des feuilles épaisses ou abondamment recouvertes de poils. *Sesamum radiatum* par exemple a des feuilles poilues. De nombreux légumes comme 'bitter leaf' ou grassé meurent ou perdent leurs feuilles quand l'eau manque, tandis que amarante et corète potagère commencent à fleurir dès une hauteur de 2,5 et 5 cm, après quoi elles donnent des graines de qualité inférieure et se dessèchent. Ces légumes ont absolument besoin d'un apport d'eau constant pour empêcher la floraison précoce.

Il est préférable d'arroser le matin ou le soir plutôt que dans la journée. Certains légumes-feuilles peuvent être attaqués par des champignons lorsqu'ils restent mouillés pendant toute la nuit, donc on les arrose de préférence seulement le matin.

Pour les jardins familiaux, généralement de faibles dimensions, l'arrosoir est l'appareil le plus couramment utilisé. Il offre l'avantage de permettre des arrosages répondant bien aux besoins divers des différentes cultures, assurant ainsi une économie d'eau importante. Quand on veut mouiller les plantes au pied, c'est-à-dire sans mouiller les feuilles ou les fruits, on arrose 'au bec' (sans pomme). Cette pratique est particulièrement indiquée pour les choux et les laitues, car l'excès d'eau freine la pommeaison

de ces deux légumes, et aussi pour les tomates et les Cucurbitacées, très sensibles aux maladies fongiques, dont le développement est favorisé par l'arrosage des feuilles et des fruits. Quand on veut arroser une planche entière, sans crainte de mouiller les plantes, on pratique l'arrosage 'à la pomme'.

Il faut alors répandre l'eau doucement, en revenant plusieurs fois à la même place et non tout d'un coup au même endroit, en la répandant le plus uniformément possible, et sans inonder.

Sarclage La lutte contre les mauvaises herbes et l'ameublissement du sol sont combinés dans un sarclage qui doit être très superficiel pour ne pas endommager les racines des plantes, ceci entraînant la floraison précoce. La lutte contre les mauvaises herbes peut aussi se faire au moyen d'herbicides et de rotations culturales.

Dans de nombreuses régions, il existe une tradition de 'non-désherbage sélectif': on respecte toute plantule ou repousse de plante cultivée apparaissant à la suite d'un semis ou d'un bouturage naturel. Autant cette pratique se justifie dans les jardins traditionnels, autant elle devient d'application difficile dès qu'on fait usage d'insecticides et d'herbicides. L'acquisition d'un motoculteur permettant de biner et de butter mécaniquement les interlignes fera également disparaître cette pratique. Un jardin maraîcher permanent doit en réalité rester dés herbé sans interruption, y compris les jachères momentanées qui ne demandent qu'à se transformer en pépinières d'herbes nuisibles.

Trois groupes de mauvaises herbes sont les plus répandus dans les cultures légumières:

- les amarantes: cycle de 40 jours environ, chaque plante pouvant produire des milliers de graines; peu nombreuses après défrichage elles envahissent progressivement les terrains mis en culture; coupées au collet, elles repoussent vite.
- le pourpier (*Portulaca oleracea*): se multiplie très facilement à la fois par graines et par bouturage de fragments de tige; résistant à la sécheresse momentanée. Il ne sert à rien de le couper sur place, mais on doit l'arracher et le porter hors du jardin.
- les Cyperus, notamment *Cyperus rotundus*, se propageant principalement par bourgeonnement de tubercules souterrains; ces organes forment de courtes chaînes avec dominance apicale du tubercule-mère jusqu'à ce que la chaîne soit brisée par des travaux profonds du sol permettant de nouvelles germinations. Leur pouvoir compétitif vis-à-vis des racines des plantes cultivées est très important.

Fumure et engrais L'application de fumier se fait généralement pendant le labour; il est mis dans le sillon puis recouvert avec la couche de terre de surface. Dans les sols où on repique, le fumier est enfoui au rateau et dans ce cas il doit être finement répandu.

Le meilleur fertilisant est le fumier; en son absence on peut utiliser les déchets ménagers et du marché et le compost. Les engrais verts sont aussi employés. Les engrais chimiques coûtent généralement trop cher pour le maraîcher moyen, et de plus l'approvisionnement est très irrégulier. Ils sont toutefois indispensables lorsqu'il y a carence dans le sol d'un élément que le fumier contient en trop petite quantité (p. ex. P, Ca,

oligo-éléments).

Les légumes-feuilles contiennent de nombreux éléments nutritifs, ce qui signifie qu'ils épuisent le sol en prélevant azote, phosphore, potassium et autres minéraux tels que magnésium, calcium et fer. Par exemple, une planche bien productive de 10 m² d'amarante peut donner 25 kg de feuilles et têtes en 4–6 semaines, ce qui représente 125 g de N, 25 g de P, 290 g de K, 75 g de Ca, 40 g de Mg. Ces minéraux sont restitués au sol par 1 kg de fumier de vache sec, 15 kg de fumier de cochon frais, 20 kg d'ordures ménagères ou 25 kg de compost. Les ordures ménagères urbaines sont souvent le seul engrais organique disponible pour les maraîchers. Amarante, patate aquatique et corète potagère poussent très bien sur ces ordures en décomposition. Un engrais complet tel que NPK (10:10:20), à raison de 200–500 g par 10 m² par culture est souvent profitable.

La gadoue peut être appliquée toute fraîche, en enfouissant au moins la quantité d'un panier (25 kg) par planche de 10 m² pour chaque culture. Il n'est pas rentable de préparer du compost à base de gadoue car cette préparation nécessite beaucoup de travail. La gadoue présente l'avantage de libérer graduellement les éléments fertilisants pendant la croissance de la plante, alors que le compost les libère plus rapidement de sorte que l'action fertilisante est de courte durée. De plus, le quotient C/N de la gadoue est de l'ordre de 15, de sorte que l'immobilisation de l'azote minérale n'est pas à craindre.

Compost Deux méthodes de production existent:

– Toutes sortes de déchets organiques (feuilles, déchets ménagers ou de jardin) sont entassés en couches de 20–30 cm d'épaisseur qui sont recouvertes de couches de terre de 1–2 cm d'épaisseur. Ceci se fait généralement dans des fosses peu profondes couvertes d'un toit contre la pluie et entourées d'un bas mur de terre contre les inondations. Morceaux de bois et matières sèches sont à éviter. Si les déchets sont secs en partie, il faut les mouiller. Le tout doit être bien tassé. Le tas est retourné une fois en mélangeant et en humidifiant. Après environ 6 mois, la décomposition est complète. Un désavantage est la multiplication des insectes (mouches) dans le compost.

– Ou bien les matériaux sont mis en tas dans une fosse comme précédemment puis arrosés de purin ou autres fertilisants azotés, et bien tassés. Si de la paille est utilisée ou d'autres matières à faible teneur en azote, il faut ajouter de l'azote, sous forme de purin, de fumier, de sulfate d'ammonium ou d'urée. Il faut humidifier les matières sèches mais pas trop. Le tas se réchauffe par fermentation jusqu'à 70 °C et toute vie animale à l'intérieur est détruite. Après un mois on retourne le tas, on le mélange avec la terre utilisée antérieurement comme couverture et on l'humidifie légèrement de nouveau avec du purin ou du sulfate d'ammonium dilué dans l'eau. Un mois après on répète l'opération; on obtient ainsi un compost friable qui est aussi efficace que la moitié de la même quantité de fumier.

Rotations Il est important de ne pas faire la même culture ou des cultures apparentées sur la même parcelle pendant plusieurs années consécutives étant donné le risque d'ap-

parition de maladies (flétrissement bactérien, *Fusarium*) et de prédateurs (p. ex. nématodes), et aussi d'épuisement du sol. Un intervalle de 3–5 ans est recommandé entre des cultures légumières telles que tomate, pomme de terre, aubergine et piment. Ces cultures ainsi que morelle noire et autres *Solanum* sont attaquées par les mêmes maladies et prédateurs, particulièrement par les organismes qui causent le flétrissement bactérien. Il en est de même des différentes espèces de Cucurbitacées (pastèque, courge, courge cannelée, courge serpente, *Cucumeropsis manni*). Il est recommandé d'alterner cultures à enracinement superficiel et à enracinement profond, légumineuses et cultures exigeantes en azote, mais de ne pas cultiver successivement 2 Solanées, 2 Crucifères ou 2 Cucurbitacées. Une rotation possible est: légume-feuilles – légumineuse – légume -racines – jachère (avec plante de couverture). Une autre possibilité est: Solanée ou Cucurbitacée – légumineuse – tubercule – céréale. La meilleure rotation est d'alterner la riziculture irriguée avec les légumes, car l'inondation diminue fortement l'infestation de *Pseudomonas*, de *Fusarium* et de *Meloidogyne*. Voir aussi le tableau 10.10.

10.5 Maladies et prédateurs

Ils apparaissent fréquemment et en variété considérable. Les moyens de lutte sont les produits chimiques, les cvs résistants et la rotation des cultures en évitant surtout de planter successivement des espèces apparentées sur le même emplacement.

Les plus gros dégâts sur les légumes-feuilles sont dus aux insectes qui se nourrissent des feuilles, généralement des chenilles. Non seulement la croissance et le rendement en souffrent, mais aussi les feuilles destinées au marché sont abîmées ou du moins rendues moins appétissantes. La cendre de bois peut être préventive, mais elle salit les feuilles et favorise la pourriture. Pour le maraîchage, l'usage de pesticides est la méthode la plus efficace, mais implique un risque d'intoxication du consommateur.

Parfois après la récolte des graines de semence on laisse les plantes sur le champ (corète potagère, chou). Feuillage et inflorescences en décomposition et fruits pourris attaqués par des larves, attirent les prédateurs et de ce fait ces matières végétales devraient être brûlées, ou mis en compostière. Quelques plantes résistent à la saison sèche après la première récolte de graines et deviennent source de contamination de la prochaine culture.

Le flétrissement est une maladie commune causée par des champignons et des bactéries (p. ex. *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium* et *Pseudomonas*). Les nématodes cécidogènes (*Meloidogyne* spp.) provoquent souvent des renflements et des nodules sur les racines, retardant la croissance; pour détruire les nématodes on peut planter l'oielet d'Inde (*Tagetes* spp.), mais cela est peu pratiqué par les maraîchers.

La lutte contre le flétrissement et les nématodes cécidogènes peut se faire par certaines techniques culturales: bon drainage des sols, bonne fertilisation avec beaucoup de matières organiques, et surtout une rotation très stricte de légumes susceptibles aux attaques et de plantes non susceptibles.

Voir le tableau 10.11 pour la sensibilité et la résistance de certains légumes au flétrissement et aux nématodes cécidogènes.

Maladies et ennemis du producteur et du consommateur de légumes Une promotion de la production et de la consommation de produits maraîchers exige que mention soit faite des risques auxquels s'exposent particulièrement les producteurs et consommateurs de légumes sous les conditions tropicales.

Un danger important de l'emploi de la gadoue est l'infection du cultivateur ou des légumes par des organismes pathogènes pour l'homme, surtout originaires des matières fécales. Plus vite la gadoue est enlevée des rues et des marchés, moins grave est ce danger pour la population urbaine. Une fois que la gadoue est enfouie dans la terre ou mise en tas de compost, le risque de contamination devient minimal.

La consommation de légumes-feuilles crus en salade (laitue, cresson) reste un plus grand risque car ces légumes sont parfois irrigués avec des eaux polluées d'égouts. Un trempage des légumes consommés crus dans de l'eau permanganatée, suivi de rinçage, est recommandé, si l'on dispose d'eau potable, en ajoutant ensuite de l'ail (antibiotique puissant) à l'assaisonnement. En période de fortes pluies, si l'on achète des tomates, concombres ou melons souillés de terre, on les lavera soigneusement et on les trempera 30 secondes dans l'eau bouillante avant de les préparer pour la consommation crue. La présence de pesticides très toxiques sur les légumes est d'ailleurs de loin le plus grand risque couru par le consommateur.

10.6 Récolte, rendement, stockage et transformation

10.6.1 Récolte

On devrait récolter les légumes, notamment les légumes-feuilles, la veille de leur vente au marché ou tôt le matin-même. Les légumes sont souvent cueillis trop gros ou trop vieux. De plus ils sont fréquemment lavés dans de l'eau sale, où on les laisse un jour ou plus pour les conserver frais. Certains légumes (comme morelle noire) se fanent plus vite, alors que d'autres restent frais plus longtemps si on les conserve dans l'eau. Parfois les légumes sont vendus précuits et en morceaux. Les légumes-feuilles sont généralement préférés sans fleurs, bien qu'on en trouve avec des fleurs. Morelle noire et *Solanum aethiopicum* surtout, ont des fleurs à chaque pousse et il est donc difficile de les vendre sans fleurs. Ces légumes contiennent un haut pourcentage de déchets: tiges pourries ou vieilles, fleurs. Chou vert, épinard indien, par exemple, ont un pourcentage de déchets très faible car on ne cueille que les feuilles. Le pourcentage moyen de déchets des autres légumes se situe entre 15 et 30%. C'est à la corète potagère dont on ne cueille que les jeunes feuilles de tête, que revient la palme de déchets (environ 50%).

La qualité des légumes baisse rapidement car les sucres et autres composés qui donnent la saveur se perdent rapidement sous la chaleur solaire. De nombreux légumes sont vendus avec les feuilles trouées ou présentant des symptômes de maladies (champignons, virus).

Triage sélectionné Il reste beaucoup à faire pour améliorer la qualité des légumes

après leur récolte. Les cultivateurs devraient trier leurs légumes et les emballer soigneusement dans des paniers couverts pour le transport vers la ville. Les points importants dans le triage et la vente des légumes sont:

- laver les légumes à l'eau du robinet et les parer pour améliorer leur apparence et les préserver plus longtemps par temps chaud;
- chaque paquet ne devrait contenir qu'un genre de légume;
- les légumes doivent être exempts de maladies et de parasites;
- les légumes les plus rentables destinés à la vente dans les magasins urbains devraient être emballés dans des sacs de plastique, avec des trous d'aération pour l'écoulement de l'eau et prolonger leur fraîcheur, sous réserve qu'on les garde au frais.

10.6.2 Rendement

On peut s'attendre à une récolte d'environ 10 tonnes l'hectare par culture de légumes de choix pour les cultures commerciales et les cultures intensives pour l'autoconsommation, sur des sols de qualité moyenne soumis à la culture continue; et d'environ 15 tonnes l'hectare pour les légumes plus ordinaires. Sur de bons sols, dans un climat pluvieux, ces rendements peuvent atteindre respectivement 15 et 25 tonnes par hectare. Si les périodes sèches sont prolongées et les sols moins bons, il faut réduire de moitié les premiers chiffres par suite du moindre nombre de récoltes. Voir le tableau 10.9 pour quelques rendements.

Le rendement des cultures associées aux cultures de base est difficile à évaluer. Dans des jardins familiaux bien entretenus, on peut s'attendre à 3–5 tonnes l'hectare ou même plus, mais la présence en nombre important d'arbres fruitiers et d'autres plantes peut réduire la production des légumes à 0,5–1 tonne par hectare par an, surtout si les périodes sèches sont longues.

10.6.3 Stockage

Légumes-racines, -tubercules & -bulbes Ici, l'oignon est pris comme exemple. L'oignon de couleur se conserve mieux que l'oignon blanc. Ils sont conservés en couche sur clayettes ou en guirlande. L'oignon, séché pendant 5–10 jours, peut être stocké pendant six mois sous conditions sèches avec bonne circulation de l'air. Le stockage à des températures basses de 0 °C ou à des températures élevées de 24–30 °C donne les meilleurs résultats. Pour le stockage des racines et tubercules voir paragraphe 7.6.3.

Légumes-feuilles En général, les légumes-feuilles ne peuvent être stockés que pendant quelques jours même récoltés sains et non humides. Dans les régions avec une longue période de sécheresse les légumes-feuilles tels que corète potagère, *Gynandropsis gynandra*, *Adansonia digitata*, niébé, sont séchés puis stockés ainsi pour être consommés en temps de disette. La laitue, par exemple, récoltée saine et non humide, peut être stockée pendant 3–4 jours en chambre fraîche. Réfrigérée à une température de 0 °C dès qu'elle est cueillie, la laitue pommée peut être stockée pendant une période de

3-4 semaines et expédiée par voie maritime dans des cales climatisées. Les têtes de chou se conservent bien en chambre froide à 2-5 °C pendant quelques mois. Stockées de cette façon elles peuvent approvisionner le marché pendant environ six mois suivant la récolte.

Légumes-fruits Parfois on trouve sur le marché de jeunes fruits tranchés et séchés de gombo, ainsi que des parties séchées d'aubergine indigène (*Solanum* spp.). D'autres légumes-fruits sont vendus à l'état frais. Les tomates pour consommation en frais, par exemple, ne sont jamais récoltées parfaitement rouges. Suivant l'éloignement du marché, on les récoltera plus ou moins 'tournantes' (passant du vert au rose), venant à maturité 3-4 jours plus tard à 25-30 °C, et 20-30 jours plus tard en chambre froide à 14 °C. Les tomates mûres peuvent être conservées une semaine, au plus, en chambre froide à 5 °C. Si les possibilités de réfrigération sont nulles et le marché éloigné on peut récolter les tomates vertes. La maturation se fait en une semaine environ à 25-30 °C, avec une réussite de 85-95%.

Les fruits d'aubergine sont cueillis lorsqu'ils atteignent la moitié de leur taille définitive et qu'ils sont encore bien brillants et souples, ceci dans le cas où le marché est proche de l'exploitation. C'est à ce stade que les aubergines sont les meilleures à consommer. Mais quand on les conserve elles deviennent très vite molles et fripées. Pour une expédition lointaine, ou une conservation d'une à deux semaines en chambre froide, à 7 °C, on récoltera les aubergines un peu plus mûres, au moment où elles commencent à perdre leur brillant et à devenir un peu fermes.

Les fruits du poivron, à condition d'être bien sains au départ, se conservent plus longtemps que ceux de l'aubergine ou de la tomate, et se prêtent très bien à l'expédition par voie maritime, dans des cales à 6 °C, de préférence sous emballage plastique.

10.6.4 Transformation

Les oignons déshydratés sont un produit très demandé. Ils peuvent être tranchés et séchés, hachés ou frits et séchés ensuite.

Les tomates sont très utilisées dans l'industrie des conserves, mais aussi pour la préparation de sauces, de 'ketchup', de purée, de poudre, etc.

10.7 Amélioration

Peu de choses ont été faites en vue de la sélection de meilleurs cvs des légumes locaux. Tout programme de sélection sur ces cultures locales doit commencer par une collecte des cvs dans diverses régions étant donné que les types locaux sont bien adaptés au milieu. L'utilisation de cvs locaux ne devrait jamais être négligée car ils peuvent être résistants aux maladies et parasites locaux. Cependant, malgré leurs bonnes chances de survie, leur rendement n'est pas toujours élevé ou ne se maintient pas longtemps.

Pour l'Afrique Occidentale, il a été proposé de donner la priorité à un programme intensif d'introduction de cvs de légumes qui semblent bien adaptés aux conditions

climatiques de la région. Ce programme devrait aller de pair avec criblage, observations, sélection de cvs commercialisables et distribution de semences aux régions productrices. L'amélioration variétale suivrait ensuite, axée sur des caractères tels que rendement élevé et précoce, résistance aux maladies, insectes et nématodes, bonne qualité culinaire, bonne conservation.

Certains légumes 'spontanés' de haute valeur nutritionnelle pourraient ainsi devenir d'utiles cultures légumières. La taxonomie reste encore confuse pour la plupart de ces légumes. Il y aurait tout intérêt à concentrer les recherches initiales sur les genres *Amaranthus*, *Basella* et *Solanum* dont certaines espèces sont déjà des plantes alimentaires bien connues.

La conservation de plasmas germinatifs, l'établissement et la tenue à jour de collections de formes indigènes de légumes est hautement souhaitable pour le succès des futurs programmes de sélection, que le mieux serait de confier à des centres spécialisés.

Production commerciale de semences potagères Une industrie grainière moderne est une entreprise à grande échelle nécessitant des investissements et un personnel compétent (sélectionnistes, agronomes et technologues). Les pays en voie de développement donnent une moindre priorité à la sélection des légumes et à la production de semences qu'aux cultures vivrières telles que céréales et tubercules. De plus, le nombre d'espèces de légumes est si grand que les coûts de la recherche et de la mise sur pied d'une industrie grainière sont très élevés comparés aux coûts relativement peu importants de l'importation de semences. Seuls quelques rares pays tropicaux et subtropicaux disposent d'une industrie grainière importante produisant des semences potagères et ont introduit une législation de la production et du commerce des semences (Inde, Taiwan, Brésil p. ex.). Quelques autres pays sont en train d'organiser leur propre industrie grainière (Egypte, Mexique, Kenya). Néanmoins, dans la plupart des pays tropicaux le cultivateur dépend des semences d'importation fournies par les sociétés grainières étrangères et des semences non certifiées de légumes locaux produites sur place. Il n'existe pas dans ces pays de législation pour la production de semences ni d'agence de contrôle protégeant le producteur et le cultivateur.

Une industrie moderne de production de semences potagères impliquerait les activités suivantes:

1. Sélection et amélioration variétale. Un choix doit être fait parmi les cvs qui peuvent être utilisés pour la production de semences. Tout d'abord les types ou les cvs locaux les plus employés et les types importés doivent être testés (test de variété). Les cvs retenus sont alors plantés dans des champs de petites dimensions et bien isolés, en éliminant ensuite très rigoureusement toutes les plantes jugées inférieures. Les plantes les mieux venues sont récoltées séparément et leurs graines sont utilisées pour la prochaine génération de semences enregistrées (A: breeder seed, nucleus seed) et ultérieurement aussi pour une nouvelle sélection. Les graines des autres plantes sont mises toutes ensemble en bulk et forment les semences de base (A: foundation seed). Ces semences de base ou d'élite sont produites en quantités de moyennes à grandes et

sont utilisées par le cultivateur grainier pour produire les semences certifiées.

2. *Production de semences certifiées.* Les semences certifiées sont produites par le cultivateur grainier à partir des semences de base, et certifiées par une agence de contrôle comme étant aptes à être vendues aux cultivateurs de légumes.

La production de semences enregistrées et de semences de base doit avoir lieu dans une région et sous des conditions identiques à celles qui prévalent chez le cultivateur de légumes. La production massale de semences certifiées peut toutefois être faite dans n'importe quelle région offrant les meilleures possibilités de culture grainière. Après la récolte les graines sont nettoyées, séchées, désinfectées et stockées. Les graines propres et bien séchées doivent être conservées en bon état sanitaire jusqu'au moment de leur distribution et emploi. La meilleure méthode de stockage est l'installation d'une chambre froide ($t < 10\text{ }^{\circ}\text{C}$, HR $< 50\%$). Si cela revient trop cher, une chambre climatisée ($t < 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, HR $< 50\%$) est une autre bonne solution pour conserver les semences au moins pendant un an. Si ces possibilités n'existent pas, les semences doivent alors être stockées dans un endroit aussi frais et ventilé que possible. L'emballage doit être fait dans une pièce climatisée en utilisant des sacs de polyéthylène imperméables à l'eau et scellés à la chaleur. Les semences fournies par le distributeur au cultivateur doivent être de haute viabilité. Des tests de germination devraient être exécutés régulièrement sur les lots de semences destinés à la vente. Une agence de contrôle officielle et indépendante est la meilleure façon de garantir la livraison de semences de premier ordre et de protéger tant le producteur du cultivar que le cultivateur de falsifications et d'erreurs.

3. *Distribution.* Sans un bon système de distribution tous les soins apportés à la production de semences de haute qualité ont été en vain. Si les semences potagères arrivent en bon état au centre de distribution, leur détérioration peut se produire assez rapidement si elles y sont stockées dans de mauvaises conditions. Il est donc nécessaire que le détaillant renouvelle son stock régulièrement.

Lors de commandes de semences à l'étranger, il est important de prendre en considération:

- quel est le meilleur cultivar;
- comment obtenir une bonne qualité de semences de ce cultivar;
- comment les obtenir à un prix raisonnable.

10.8 Production, commercialisation et tendances

La production mondiale de légumes en 1977 a été estimée être entre 252 et 320 millions de tonnes, dont 55% environ proviennent des pays en voie de développement, particulièrement du Sud-Est Asiatique et de la Chine. On évalue à environ 50% la quantité de légumes produits dans les pays en voie de développement aux fins d'auto-consommation, tandis que ce pourcentage tombe à 13% pour les pays industrialisés. Tomates, oignons et légumes de type européen tels que carotte et chou-fleur sont forte-

ment commercialisés sous les tropiques, alors que les légumes-feuilles y sont généralement cultivés pour l'autoconsommation.

La quantité de légumes exportés n'est qu'une très faible partie de la production totale. Les tableaux de la FAO ne font mention que des tomates, oignons et poivrons. L'exportation de certains légumes est de toute importance pour l'économie de quelques pays en voie de développement. On peut citer à ce sujet les tomates fraîches du Mexique et du Maroc, les oignons de l'Égypte, les asperges en conserve et les champignons de Taiwan, les piments de l'Inde, les haricots verts, concombres et poivrons du Sénégal et du Kenya.

10.9 Caractéristiques particulières

Il existe pendant l'hiver un marché potentiel dans les pays tempérés pour les légumes produits dans les régions tropicales et subtropicales. Etant donné qu'en Europe les coûts de la production de légumes (tomates, poivrons, concombres, haricots verts, aubergines, melons) sont en forte hausse pendant l'hiver (coûts élevés de carburant), il devient économiquement faisable d'importer dans les pays tempérés pendant cette période les légumes cultivés dans les régions tropicales, sous réserve que leur qualité soit excellente et leur transport correctement organisé. Une importante industrie d'exportation de légumes s'est développée ces derniers temps en Afrique Occidentale, au Sénégal notamment, alors que cette tendance reste relativement insignifiante dans les régions anglophones. Au Sénégal, les cultures d'exportation les plus pratiquées sont le haricot vert, l'aubergine, le melon, le poivron, le concombre et la courgette.

10.10 Bibliographie

Ouvrages généraux

- Busson, F., 1965. Plantes alimentaires de l'Ouest africain. Ministère de la Coopération. Paris.
- Dalziel, J. M., 1937. Useful plants of West Africa. The Crown Agents for the Colonies. London.
- Epenhuijsen, C. W. van, 1974. Growing native vegetables in Nigeria. FAO. Rome.
- FAO, 1979. Annuaire de la production. Vol. 32. Rome.
- Grimaldi, J. & A. Bikia, 1978. Le grand livre de la cuisine camerounaise. Yaoundé. Ministère d'Agriculture.
- Grubben, G. J. H., 1977. Tropical vegetables and their genetic resources. Int. Board for Plant Genetic Resources. FAO. Rome.
- Grubben, G. J. H., 1978. Vegetable seeds for the tropics. Bull. 301. Dept. Agric. Res., Royal Trop. Inst. Amsterdam.
- Herklots, G. A. C., 1972. Vegetables in South-east Asia. Allen & Unwin. London.
- Irvine, F. R., 1974. West African Crops. Oxford Univ. Press. London: 105-121.
- Messiaen, C. -M., 1974-'75. Le potager tropical. 3 tomes. Presses Universitaires de France. Paris.
- Ochse, J. J. & R. C. Bakhuizen van den Brink, 1931. Vegetables of the Dutch East-Indies. Dept. of Agric. Industry and Commerce. Batavia.
- Pelé, J. & S. Le Berre, 1966. Les aliments d'origine végétale au Cameroun. ORSTOM. Yaoundé.
- Purseglove, J. W., 1968, 1972. Tropical Crops. Dicotyledons & Monocotyledons. 4 vols. Longman. London.
- Simmonds, N. W., 1976. Evolution of Crop Plants. Longman. London.
- Terra, G. J. A., 1966. Tropical vegetables. Comm. 54. Dept. Agric. Res., Royal Trop. Inst. Amsterdam.

- Tindall, H. D., 1965. Fruits and vegetables in West Africa. FAO. Rome.
- Tindall, H. D., 1968. Commercial vegetable growing. Oxford Trop. Handbooks. London.
- Tindall, H. D., 1977. Vegetable crops. Dans: C. L. A. Leakey & J. B. Wills, eds. Food crops of the lowland tropics. Oxford Univ. Press. London: 101-125.
- Westphal, E. et al., 1981. L'agriculture autochtone au Cameroun. Misc. Papers 20. Landbouwhogeschool. Wageningen.
- Winters, H. F. & G. W. Miskimen, 1967. Vegetable gardening in the Caribbean area. USDA Handbook 323. Washington.

Légumes-racines, -tubercules & -bulbes

- Baradi, T. A. El. 1971. Onion growing in the tropics. Trop. Abstr. 26: 285-291.
- Jones, H. A. & L. K. Mann, 1963. Onions and their allies. Leonard Hill. London.

Légumes-feuilles

- Chevalier, A., 1940. L'origine, la culture et l'usage de cinq Hibiscus de la section Abelmoschus. Rev. int. Bot. appl. 20: 319-328, 402-419.
- Grubben, G. J. H., 1975. La culture de l'amarante, légume-feuilles tropical. Meded. Landbouwhogeschool 75-6.
- Grubben, G. J. H. & D. H. van Sloten, 1981. Genetic resources of amaranths. Int. Board for Plant Genetic Resources. FAO. Rome.
- Irvine, F., 1956. The edible cultivated and semi-cultivated leaves of West Africa. Qual. Plant Mater. veget. 2: 35-42.
- Martin, F. W. & R. M. Ruberté, 1975. Edible leaves of the tropics. Antillian College Press. Mayagüez. Puerto Rico.
- Norman, J. C., 1972. Tropical leaf vegetables in Ghana. World Crops 24: 217-219.
- Oomen, H. A. P. C. & G. J. H. Grubben, 1977. Tropical leaf vegetables in human nutrition. Comm. 69. Dept. Agric. Res., Royal Trop. Inst. Amsterdam.
- Portères, R., 1951. Pousses et feuilles alimentaires employées par les peuplades de la zone montagneuse forestière de l'Ouest africain. Dans: Première Conférence internationale des Africanistes de l'Ouest 2: 71-80. IFAN. Dakar.
- Proceedings of the Second Amaranth Conference of 1979, 1980. Rodale Press. Emmaus.
- Ramachandran, C., K. V. Peter & P. K. Gopalakrishnan, 1980. Drumstick (*Moringa oleifera*): a multipurpose Indian vegetable. Econ. Bot. 34(3): 276-283.
- Sauer, J. D., 1967. The grain amaranths and their relatives: a revised taxonomic and geographic survey. Ann. Missouri Bot. Gard. 54: 103-137.
- Terra, G. J. A., 1964. The significance of leaf vegetables, especially cassava in tropical nutrition. Trop. Geogr. Med. 16(2): 97-108.
- Winters, H. F., 1963. Ceylon spinach (*Basella alba*). Econ. Bot. 17(3): 195-199.
- Zon, A. P. M. van der & G. J. H. Grubben, 1977. Les légumes-feuilles spontanés et cultivés du Sud-Dahomey. Comm. 65. Dept. Agric. Res., Royal Trop. Inst. Amsterdam.

Légumes-fruits

- Martin, F. W., 1979. Vegetables for the hot humid tropics. 4. Sponge and botte gourds, Luffa and Lagenaria. USDA.
- Martin, F. W. & B. L. Pollack, 1979. Idem 5. Eggplant (*Solanum melongena*). USDA.
- Martin, F. W. & R. Ruberté, 1978. Idem. 2. Okra (*Abelmoschus esculentus*). USDA.
- Omidiji, M. O., 1976. Evidence concerning the hybrid origin of the local egg (*Solanum melongena* L.). Nigerian J. Sci. 10(1-2): 123-135.
- Proceedings of the First Symposium on Tropical Tomato 1978, 1979. AVRDC publication 78-59.

- Siemonsma, J. S., 1982. La culture du gombo (*Abelmoschus* spp.): légume-fruit tropical (avec référence spéciale à la Côte d'Ivoire). Thèse Université Agronomique. Wageningen.
- Villareal, R. L., 1980. Tomatoes in the tropics. Westview Press. Boulder.
- Whitaker, T. W. & G. N. Davis, 1962. Cucurbits. Botany, cultivation and utilization. Leonard Hill. London.

Autres légumes

- Jacks, T. J., T. P. Hensarling & L. Y. Yatsu, 1972. Cucurbit seeds I. Characteristics and uses of oil and proteins. A review. *Econ. Bot.* 26 (2): 135-141.

10.11 Tableaux

Tableau 10.1. Noms, origine, répartition et utilisation de quelques légumes.

Nom scientifique	Famille	Noms vernaculaires	Origine	Répartition	Utilisation
Légumes-racines, -tubercules & -bulbes:					
<i>Allium cepa</i> L.	Liliaceae	oignon (F); onion (A)	région incluant Pakistan, Iran et les pays montagneux au nord	régions tropicales, subtropicales et tempérées. Important au Cameroun.	bulbes mûrs ou non, mangés comme légumes, cuits ou crus, et également frits. Feuilles vertes et base des feuilles blanche, avant la formation du bulbe, mangées crues, seules ou en salade (ciboule (F)); spring onion, green onion (A)). L'huile d'oignon donne de la saveur aux aliments. Oignons et leurs déchets peuvent être donnés au bétail. Oignons déshydratés sont de plus en plus utilisés à des fins culinaires.
<i>Daucus carota</i> L.	Umbelliferae	carotte (F); carrot (A)	région méditerranéenne	régions tropicales d'altitude, subtropicales et tempérées. Existe au Cameroun.	racines se mangent crues ou cuites comme légume et en mélange dans soupes, ragouts, curries et autres plats.
<i>Raphanus sativus</i> L.	Cruciferae	radis (F); radish (A)	probablement Asie Occidentale	partout dans le monde, dont le Cameroun	racines tubéreuses jeunes et tendres se mangent crues et ont une saveur piquante. Feuilles comestibles aussi en salade.
Légumes-feuilles:					
<i>Amaranthus</i> spp.	Amaranthaceae	amarante (F); amaranth (A)	régions tropicales (Amérique, Asie)	régions tropicales et subtropicales humides surtout en Afrique; important au Cameroun	feuilles en épinard, parfois les graines. feuilles et graines.
<i>A. cruentus</i> L.					

Tableau 10.1. (suite).

Nom scientifique	Famille	Noms vernaculaires	Origine	Répartition	Utilisation
<i>A. dubius</i> Mart. ex Thell.				surtout dans la région des Caraïbes	feuilles
<i>A. tricolor</i> L.				surtout dans l'Est Asiatique	feuilles
<i>Basella alba</i> L.	Basellaceae	épinard indien, baselle, brède de Malabar (F); Ceylon spinach, Indian spinach, Malabar nightshade (A)	probablement Asie	partout sous les tropiques Se trouve au Cameroun.	feuilles succulentes jeunes ou mûres et tiges. Généralement mélangées à d'autres légumes et en ragout.
<i>Brassica</i> spp.	Cruciferae	chou (F); cabbage (A)			feuilles; parfois fleurs ou racines tubéreuses.
<i>B. chinensis</i> L.		chou de Chine (F); Chinese cabbage (A)	Asie de l'Est	Chine, Japon, Malaisie, Indonésie, Caraïbes	feuilles mangées cuites comme légumes ou en salade.
<i>B. carinata</i> A. Br.		chou africain (F); African leaf cabbage (A)	Ethiopie?	Afrique de l'Est	feuilles; graines pour l'huile.
<i>B. juncea</i> (L.) Czern. & Coss.		moutarde de Chine (F); Indian mustard (A)	peut-être Afrique	de l'Europe de l'Est à la Chine, et en Afrique	feuilles; huile des graines importante en Inde.
<i>B. oleracea</i> L.		chou vert (F); cabbage, kale (A)	région méditerranéenne, Sud-Ouest de l'Europe	régions tropicales, subtropicales et tempérées, dont le Cameroun	surtout les types feuillus. Feuilles mangées en salade ou cuites comme légumes sous diverses formes.
<i>Celostia argentea</i> L.	Amaranthaceae	célosie (F); cock's comb (A)	Asie	Sud-Est Asiatique et Afrique Occidentale, Cameroun inclus	feuilles, jeunes pousses et jeunes inflorescences.

Tableau 10.1. (suite).

Nom scientifique	Famille	Noms vernaculaires	Origine	Répartition	Utilisation
<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	Araceae	taro (F, A)	Sud-Est Asiatique	régions tropicales, subtropicales et tempérées chaudes, surtout dans le Pacifique, Caraïbes, Afrique (Cameroun inclus)	forte consommation de jeunes feuilles comme légume, jeunes pousses blanchies mangées comme asperge.
<i>Corchorus olitorius</i> L.	Tiliaceae	corète potagère (F); jew's mallow, jute (A)	à l'état sauvage en Asie et Afrique, mais probablement originaire d'Afrique	Afrique Occidentale, Amérique Latine, parties de l'Asie; assez importante au Cameroun	extrémité des pousses et feuilles mangées cuites. Légume-feuille mucilagineux. Feuilles séchées gardées en réserve.
<i>Hibiscus</i> spp.	Malvaceae				
<i>H. camarinus</i> L.		chanvre de Guinée (F); kenaf (A)	probablement Afrique	la plupart des pays tropicaux et subtropicaux en font l'essai comme plante textile. Légume-feuille au Nord-Cameroun.	jeunes feuilles comme herbe potagère.
<i>H. sabdariffa</i> L.		oseille de Guinée (F); roselle, sorrel (A)	probablement Afrique Occidentale	largement cultivée dans les pays tropicaux. Légume important au Nord-Cameroun.	feuilles et tiges tendres mangées en salade et potages. Calices rouges succulents, bouillis avec le sucre donnent un sirop. Sert aussi pour gelées, sauces, "chutneys", et confitures. Graines contiennent de l'huile et sont mangées en Afrique.

Tableau 10.1. (suite).

Nom scientifique	Famille	Noms vernaculaires	Origine	Répartition	Utilisation
<i>Ipomoea</i> spp.	Convolvulaceae				
<i>I. aquatica</i> Forsk.		patate aquatique (F); kangkong, water spinach (A)	probablement Chine	Sud-Est Asiatique, Chine	presque toutes les parties jeunes de la plante, surtout extrémités succulentes des jeunes pousses, mangées fraîches en salade ou plus souvent cuites comme épinard.
<i>I. batatas</i> (L.) Lam.		patate douce (F); sweet potato (A)	Amérique tropicale	régions tropicales, subtropicales et tempérées Au Cameroun comme culture à tubercule.	feuilles et bout des tiges, surtout en Afrique Occidentale. Parfois au Cameroun les feuilles.
<i>Lactuca sativa</i> L.	Compositae	laitue (F); lettuce (A)	Moyen-Orient	très répandue dans les régions tempérées; également dans régions tropicales et subtropicales, dont Cameroun	feuilles, en salade
<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Euphorbiaceae	manioe (F); cassava (A)	Amérique tropicale	régions tropicales et subtropicales (entre 25° LN et 25° LS); Brésil, Afrique Occidentale, Indonésie, Thaïlande, Sud-Inde, etc. Très répandu au Cameroun.	feuilles ne sont pas consommées crues en raison de glucosides alors nocifs. En Afrique cuites en ragoût ou seules comme plat d'accompagnement ou épinard.
<i>Nasturtium officinale</i> R. Br.	Cruciferae	cresson de fontaine (F); water cress (A)	Europe	très répandu aussi dans les tropiques où on le trouve souvent comme plante aquatique	cru, en salade au goût piquant, ou cuit comme légume.

Tableau 10. I. (suite).

Nom scientifique	Famille	Noms vernaculaires	Origine	Répartition	Utilisation
<i>Sauropus androgynus</i> Merr.	Euphorbiaceae	katuk (A?)	Sud-Est Asiatique	de l'Inde à la Malaisie	extrémités tendres, feuilles, fleurs et petits fruits. Jeunes feuilles et extrémités, mangées crues en salade, ont une forte odeur. Plus souvent cuites, de saveur agréabale.
<i>Solanum</i> spp.	Solanaceae				
<i>S. aethiopicum</i> L.		mock tomato (A)	Afrique	surtout Afrique, Cameroun inclus	feuilles amères comestibles, ainsi que fruits rouges.
<i>S. macrocarpon</i> L.		fausse tomate (F); African eggplant (A)	Afrique	Afrique, Sud-Est Asiatique, Cameroun	feuilles. Dans certaines régions d'Afrique Occidentale (Côte d'Ivoire, Ghana); fruits surtout (fruit mûr jaune-orange).
<i>S. nigrum</i> L.		morelle noire (F); black nightshade (A)	Afrique?	régions tropicales, surtout en Afrique dont Cameroun, où elle est importante	feuilles légèrement amères comme légume, surtout en Afrique Occidentale. Fruits noirs comestibles aussi.
<i>Talinum triangulare</i> (Jacq.) Willd.	Portulacaceae	grasse (F); water leaf, Ceylon spinach (A)	Amérique du Sud	partout sous les tropiques; au Cameroun aussi	feuilles et jeunes tiges hachées en salade ou cuites en ragout.
<i>Telfairia occidentalis</i> Hook. fl.	Cucurbitaceae	courge cannelée (F); fluted pumpkin (A)	Afrique tropicale	surtout en Afrique tropicale. Particulièrement au Cameroun Occidental.	feuilles et extrémités tendres cuites en ragout. Feuilles font également un bon plat d'accompagnement. Graines également comestibles.
<i>Xanthosoma sagittifolium</i> (L.) Schott	Araceae	macabo (F); tan(n)ia, new cocoyam (A)	Amérique tropicale	Amérique tropicale, Caraïbes, Afrique Occidentale, Pacifique. Important au Cameroun.	feuilles cuites en ragout. Feuilles non délipées préférées.

Tableau 10.1. (suite).

Nom scientifique	Famille	Noms vernaculaires	Origine	Répartition	Utilisation
Légumes-fruits:					
<i>Cucumis sativus</i> L.	Cucurbitaceae	concombre (F); cucumber (A)	probablement Asie	partout dans le monde. Type petit cultivé au Cameroun.	fruits mangés en salade avant maturité totale. En Asie souvent cuits. Graines parfois consommées et jeunes feuilles en salade ou comme épinard.
<i>Hibiscus esculentus</i> L. Syn. <i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Moench	Malvaceae	gombo (F); okra, lady's finger (A)	Afrique tropicale/ Inde?	toutes régions tropicales. Légume important au Cameroun.	jeunes fruits comme légume soit bouillis, soit tranchés et frits dans soupes et sauces. Parfois vendu en tranches séchées pour la saison sèche. Jeunes fruits gluants; viscosité disparaît après friture dans graisse ou huile. Feuilles aussi comestibles.
<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	Solanaceae	tomate (F); tomato (A)	Amérique tropicale	toutes régions tropicales, subtropicales et tempérées. Légume important au Cameroun.	fruits consommés cuits ou crus. Grandes quantités utilisées pour soupes, jus, sauces, ketchup, purée, pâte et poudre. Très utilisées en conserve. Feuilles parfois consommées.
<i>Seschium edule</i> (Jacq.) Swartz	Cucurbitaceae	cristophine, choyotte, chouchoute (F); choyote (A)	Amérique centrale	partout sous les tropiques. Parfois au Cameroun.	fruits mangés bouillis comme légume, de même que les grosses racines tubéreuses. Jeunes feuilles et pousses tendres parfois mangées comme épinards.

Tableau 10.1. (suite).

Nom scientifique	Famille	Noms vernaculaires	Origine	Répartition	Utilisation
<i>Solanum</i> spp.	Solanaceae				
<i>S. gilo</i> Raddi		aubergine indigène (F); garden egg, egg-plant (A)	Afrique?	Afrique. Très répandue au Cameroun.	fruits coupés en morceaux utilisés dans les soupes, soit frais, soit préalablement séchés. Fruits amers ou non.
<i>S. melongena</i> L.		aubergine (F); eggplant (A)	Inde	partout sous les tropiques. Parfois au Cameroun.	fruits peuvent être bouillis, frits ou farcis. Fruits non mûrs utilisés parfois dans les curries.
<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp. Cv.-groupe <i>Sesquipedalis</i>	Leguminosae	dolique asperge (F); yard-long bean (A)	Asie	très cultivé en Extrême-Orient. Trouvé aussi en Afrique.	fruits non mûrs coupés en morceaux et bouillis

Sources diverses.

Tableau 10.2. Autres légumes que ceux déjà énumérés et qu'on trouve au Cameroun.

Nom scientifique	Famille	Noms vernaculaires	Observations
Légumes – racines, – tubercules & -bulbes:			
<i>Allium ampeloprasum</i> L. var. <i>porrum</i> (L.) Gay Syn. <i>A. porrum</i> L.	Liliaceae	poireau (F); leek (A)	bases allongées des feuilles développées souterraines comestibles. Se trouve seulement dans les centres urbains.
<i>Beta vulgaris</i> L.	Chenopodiaceae	betterave potagère (F); beet, beet root (A)	racines renflées comestibles. Trouvée seulement dans les centres urbains.
<i>Brassica rapa</i> L.	Cruciferae	navet (F); turnip (A)	pivot tubéreux comestible. Trouvé seulement dans les centres urbains.
Légumes – feuilles:			
<i>Adansonia digitata</i> L.	Bombacaceae	baobab (F, A)	arbre spontané
<i>Cassia tora</i> L.	Leguminosae	foetid cassia (A)	pousse aussi à l'état spontané
<i>Ceratotheca sesamoides</i> Endl.	Pedaliaceae	gouboudo (Foulbé)	pousse parfois à l'état spontané
<i>Crassocephalum bialfrac</i> (Oliv. & Hiern) S. Moore	Compositae	nlot (Ewondo)	plante grimpante spontanée
<i>Cucurbita maxima</i> Duch. ex Lam.	Cucurbitaceae	courge (F); pumpkin (A)	
<i>Cucurbita moschata</i> (Duch. ex Lam.) Duch. ex Poir.	Cucurbitaceae	courge (F); pumpkin (A)	
<i>Gnetum bucholzianum</i> Engl.	Gnetaceae	okok (Ewondo)	liane spontanée
<i>Gynandropsis gynandra</i> (L.) Briq	Capparidaceae	gorbwa (Foulbé)	spontané aussi
<i>Hillieria latifolia</i> (Lam.) H. Walt.	Phytolacaceae	sakac (Ewondo)	spontanée
<i>Justitia insularis</i> T. And.	Acanthaceae	fae (Ewondo); adokwa (Foulbé)	spontané, parfois cultivé
<i>Momordica charantia</i> L.	Cucurbitaceae	margose (F); bitter gourd, balsam pear (A)	seules les feuilles sont mangées
<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Moringaceae	ben ailé (F); drumstick tree (A)	plantée comme clôture
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacaceae	pourpier (F); purslane (A)	spontanée
<i>Vernonia amygdalina</i> Del.	Compositae	bitter leaf (A)	spontanée et plantée
<i>Vernonia calvoana</i> Hook. fil.	Compositae	bitter leaf (A)	cultivée
<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp. Cv.-groupe <i>Unguiculata</i>	Leguminosae	niébé, haricot dolique (F); cowpea (A)	

Tableau 10.2. (suite).

Nom scientifique	Famille	Noms vernaculaires	Observations
Légumes - fruits:			
<i>Artocarpus altilis</i> (Park) Fosberg	Moraceae	arbre à pain (F); bread fruit (A)	
<i>Capsicum annuum</i> L. var. <i>grossum</i> (L.) Sendtn.	Solanaceae	poivron (F); sweet pepper (A)	seulement dans les centres urbains
<i>Cucurbita maxima</i>	Cucurbitaceae	courge (F); pumpkin (A)	fruits et graines comesti- bles
<i>Cucurbita moschata</i>	Cucurbitaceae	courge (F); pumpkin (A)	fruits et graines comesti- bles
<i>Lagenaria siceraria</i> (Mol.) Standl.	Cucurbitaceae	calebasse (F); bottle gourd (A)	jeunes fruits et graines co- mestibles

Source principale: Westphal et al. (1981).

Tableau 10.3. Production de légumes (1977).

Culture	Production (10 ⁶ tonnes)			
	mondiale	pays en voie de développement	pays centrales- ment planifiés	pays industrialis- és à économie de marché
Légumes-racines, etc.:				
<i>Allium cepa</i> (sec)	15,5 (18,8) ¹	4,1	6,3	5,1
<i>Daucus carota</i>	9,7	1,3	4,6	3,8
autres racines & tubercules	7,2	1,9	2,9	2,4
Légumes-feuilles:				
<i>Brassica oleracea</i> (chou pommé)	20,2	5,7	8,0	6,5
<i>Brassica</i> spp. (chou vert)	4,8	2,5	1,3	1,0
<i>Lactuca sativa</i>	12,5	1,1	6,3	5,1
autres légumes-feuilles	26,9	11,7	8,4	6,8
Légumes-fleurs:				
<i>Brassica oleracea</i> (chou-fleur, chou-brocoli)	11,7 (4,1) ¹	1,0	5,9	4,8
Légumes-fruits:				
<i>Capsicum</i> spp.	5,7	3,4	1,3	1,0
<i>Citrullus lanatus</i> } <i>Cucumis melo</i> }	18,6 (28,7) ¹	4,8	7,6	6,2
<i>Cucurbitacées</i> charnues	24,3	12,1	6,7	5,5
<i>Hibiscus esculentus</i>	4,1	3,4	0,4	0,3
<i>Lycopersicon esculentum</i>	38,4 (45,9) ¹	12,5	14,3	11,6
<i>Phaseolus vulgaris</i> } <i>Pisum sativum</i> }	10,3 (4,0) ¹	3,4	3,8	3,1
<i>Solanum melongena</i>	10,4	8,9	0,8	0,7

Tableau 10.3 (suite).

Culture	Production (10 ⁶ tonnes)			
	mondiale	pays en voie de développement	pays centralement planifiés	pays industrialisés à économie de marché
Légumes-graines:				
<i>Phaseolus vulgaris</i> (frais)	4,0 (3,0) ¹	1,7	1,3	1,0
<i>Pisum sativum</i> (frais)	8,1 (4,8) ¹	1,2	3,8	3,1
autres graines	1,3	1,2	0	0,1
Autres légumes	18,3	6,0	4,8	7,5
Total	252,0 (320,0) ¹	87,9	88,6	75,5

1. FAO (1979).

Source: Grubben (1977).

Tableau 10.4. Espèces populaires et consommation approximative de légumes-feuilles dans diverses régions (pousses et légumes-feuilles blanchâtres non inclus).

Région	Consommation quotidienne (g par personne)		Légumes-feuilles importants
	légumes feuilles	total de légumes	
Afrique du Nord, Sud-Ouest Asiatique, Asie Centrale	20	160	chou vert, corète potagère, ciboule, épinard, poirée
Asie du Sud, du Sud-Est et Extrême-Orient, Pacifique	22	110	patate aquatique, chou de Chine, amarante, courge, corète potagère, ben ailé, moutarde de Chine, taro, sauropus, poirée, dolique asperge, margose
Ethiopie, Afrique de l'Est	15	60	chou vert, amarante, manioc, niébé, corète potagère, morelle noire
Afrique Occidentale et Centrale	24	70	amarante, fausse tomate, 'bitter leaf' baobab, manioc, niébé, corète potagère, oscille de Guinée, morelle noire, taro, grassé
Amérique (Meso)	8	55	chou vert, cristophine, courge, taro, poirée, grassé, tétragone
Brésil, zone des Andes	6	60	chou vert, chicorée frisée, laitue, épinard, poirée
Pays tempérés industrialisés	41	220	chou vert, laitue, épinard, poirée, chicorée frisée, poireau, ciboule

Source: Oomen & Grubben (1977).

Tableau 10.5. Composition chimique de quelques légumes (par 100 g de partie comestible).

Culture	Eau (%)	Energie		Protéi- nes (g)	Lipides (g)	Gluci- des (g)	Ca (mg)	Fe (mg)	Vit. A (U.I.)	Vit. B ₁ (mg)	Vit. B ₂ (mg)	Acide nicotinique (mg)	Vit. C (mg)
		kJ	kcal										
Légumes-racines, -tubercules & -bulbes:													
carotte (<i>Daucus carota</i>)	90	126	30	0,9	ø	6,7	40	0,7	13000	0,07	0,06	0,56	6
oignon (<i>Allium cepa</i>)	87	155	37	1	ø	8,2	30	0,4	250	0,03	0,1	0,1	15
radis (<i>Raphanus sativus</i>)	94	67	16	1,2	ø	2,8	38	1,6	ø	0,05	0,03	0,15	25
Légumes-feuilles:													
amarante (<i>Amaranthus</i> spp.)	85	185	44	4	0,4	6	210	3	13000	0,15	0,25	0,85	100
chou vert (<i>Brassica</i> spp.)	90	109	26	3	0,2	3	85	1	500	0,10	0,10	0,35	50
manioc (<i>Manihot esculenta</i>)	80	223	53	7,0	1	10	?	?	10000	0,14	0,26	?	300
laitue (<i>Lactuca sativa</i>)	94	59	14	1,4	ø	2	35	0,7	2000	0,05	0,04	0,18	7
patate douce (<i>Ipomoea batatas</i>)	80	168	40	3,5	0,5	8	?	?	4000	0,1	?	?	25
Légumes-fruits:													
aubergine (<i>Solanum melongena</i>)	93	84	20	1	ø	4	15	1	ø	0,04	0,05	0,7	25
haricot commun (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	90	126	30	2	ø	5,5	64	1,4	600	0,8	0,12	0,5	20
concombre (<i>Cucumis sativus</i>)	96	42	10	0,6	ø	1,8	10	0,3	200	0,04	0,05	0,18	10
gombo (<i>Hibiscus esculentus</i>)	90	122	29	1,8	ø	5,5	70	1	1000	0,1	0,1	0,7	25
tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	92	76	18	1	ø	3,5	9	0,4	1200	0,05	0,04	0,7	25

ø: trace.

Sources diverses.

Tableau 10.6. Éléments nutritionnels dans les légumes-feuilles, les légumineuses à graines et les fruits (par 100 g de matière sèche comestible; moyennes sur 4 espèces).

Denrées	Protéines (g)	Calcium (mg)	Fer (mg)	Carotène (mg)	Vitamine C (mg)
Légumes-feuilles	29,8	1114	18,0	38,2	552
Légumineuses à graines	30,0	153	8,0	0,2	7
Fruits	4,6	117	3,1	4,6	299

Légumes-feuilles: amarante, manioc, patate aquatique, taro.

Légumineuses à graines: arachide, soja, ambérique, niébé.

Fruits: banane, papaye, orange, mangue.

Source: Oomen & Grubben (1977).

Tableau 10.7. Caractéristiques morphologiques de quelques légumes et leurs cultivars.

Espèce	Cycle	Chromosomes (2n)	Structure	Temps de maturation	Cultivars
Légumes-racines, tubercules & -bulbes:					
<i>Allium cepa</i> (oignon)	bisannuel, en général cultivé comme annuel	16	herbe dégageant une forte odeur quand broyée; enracinement superficiel; tige très courte, méristème apical formant l'axe d'inflorescence (= hampe) en le poussant à travers le faux-tronc formé des bases des gaines foliaires; feuilles distiques, cylindriques, creuses, glauques; bulbe formé par l'épaississement des bases des feuilles; inflorescence avec hampe renflée sous le milieu, devenant creuse plus tard, 30-100 cm, ombelles aux bractées très minces, avec nombreuses fleurs; fruit: une capsule; graines petites, noires.	3-5 mois	Cv.-groupe Cepai: groupe des oignons ordinaires qui contient la plupart des oignons à bulbe d'importance commerciale; bulbe gros, généralement seul; inflorescence sans bulbilles. Cv.-groupe Aggregatum: groupe des oignons dont les bulbes produisent plusieurs bulbes latéraux ou pousses; inflorescence sans bulbilles. Exemple: échalote. Cv.-groupe Proliferum: groupe des oignons à bulbes parfois peu développés; inflorescence avec bulbilles.
Légumes-feuilles:					
<i>Amaranthus</i> spp. (amarante)	annuel, rarement pérenne	32, 34, 64	herbe avec tiges souvent côtelées; feuilles ovales-elliptiques avec longs pétioles; inflorescence axillaire et/ou terminale à plusieurs fleurs; bractées 3-5, feuillues ou membraneuses; fleurs unisexuées; fruit globulaire à déhiscence circulaire, avec 1 graine ronde, comprimée latéralement, noire, luisante.	plantes arrachées après 3-4 semaines ou coupées à 20 cm du sol toutes les 3 semaines	<i>A. dubius</i> : cv. Klaroen <i>A. cruentus</i> : cv. Fottèc

Tableau 10.7. (suite).

Espèce	Cycle	Chromosomes (2n)	Structure	Temps de maturation	Cultivars
<i>Basella alba</i> (épinard indien)	pérenne	44, 48, 60	herbe, glabre, rampante: feuilles plutôt charnues, ovales; fleurs petites, blanches, en épis axillaires; fruit ovoïde, charnu, violet foncé quand mûr.	première cueillette de feuilles après 2,5-3 mois	Cvs verts et teintés de rouge
<i>Brassica oleracea</i> (chou)	annuel ou bisannuel	18	espèce très variable; la première année tige allongée, branchue et feuillue, ou courte, tubéreuse ou non. Dans dernier cas, bourgeon terminal soit terminé de façon compacte, très renflé, avec inflorescence non développée la première année, soit à inflorescence partiellement développée la première année, compacte et sans couleur, ou non compacte et verte. Feuilles épaisses, glauques; inflorescence 10-25 cm; fleurs jaunâtres; fruit cylindrique, à bec, 5-10 cm; graines gris-brun.	3-4 mois	Cv.-groupe Acephala: chou frisé, chou vert Cv.-groupe Botrytis: chou-fleur Cv.-groupe Capitata: chou pommé, chou cabus Cv.-groupe Gemmifera: chou de Bruxelles ou chou à jets Cv.-groupe Gongyloides: chou-rave (A: kohl rabi) Cv.-groupe Italica: chou brocoli (A: sprouting broccoli)
<i>Ipomoea aquatica</i> (patate aquatique)	pérenne	30	herbe aquatique, flottante ou rampant, formant de longues pousses, s'enracinant aux noeuds; tige creuse; feuilles de forme variée (ovale, elliptique); fleurs blanches ou violettes.	après 6 semaines première cueillette de feuilles, qui continue jusqu'à l'an d'âge. On re- plante ensuite.	Cvs à feuilles vert foncé et fleurs violettes Cvs à feuilles vert pâle et fleurs blanches

Tableau 10.7. (suite).

Espèce	Cycle	Chromosomes (2n)	Structure	Temps de maturation	Cultivars
<i>Lactuca sativa</i> (laitue)	annuel/bisannuel	18	herbe glabre, lactifère, formant une rosette à la base et plus tard des inflorescences branchées, jusqu'à 1 m; racine pivotante s'épaissit et s'enfonce à 150 cm; feuilles disposées en spirale; forme et densité de la tête ainsi que forme et dimension des feuilles variables; inflorescence avec petites fleurs jaune pâle à plusieurs capitules; fruit: un akène, coté, blanc ou brun, 3-4 mm.	2-3 mois	Cv.-groupe Capitata: laitue pommée (A: cabbage ou head lettuce). Rosette très compacte, comme le chou à coeur ferme. Cv.-groupe Longifolia: laitue romaine (A: cos lettuce). Rosette cylindrique ou conique, érigée, formant des coeurs lâches, oblongs. Cv.-groupe Crispa: laitue frisée ou en feuilles. Rosette lâche, ne forme pas de coeur. Cv.-groupe Asparagina: laitue d'asperge. Les jeunes tiges - ou trognon - sont mangées, non les feuilles.
Légumes-fruits:					
<i>Cucumis sativus</i> (concombre)	annuel	14	herbe rampante ou grimpante, monoïque, aux poils raides et hérissés; enracinement superficiel; tiges quadrangulaires; feuilles triangulaires-ovales, rugueuses; fleurs mâles et femelles jaunes; fruit pendante, de forme et dimension variables, globulaire, oblong ou allongé, avec des épines tuberculées éparse; graines elliptiques, blanches 10 x 5 mm.	la cueillette commence 2 mois après le semis, à intervalles de quelques jours.	Il existe de nombreux cvs donnant des fruits de forme et dimension différentes: épaisseur, présence d'épines et couleur de la pelure, qui va du vert pâle au vert foncé, d'autres tournant au jaune ou au brun rouille lorsqu'ils mûrissent.

Tableau 10.7. (suite).

Espèce	Cycle	Chromosomes (2n)	Structure	Temps de maturation	Cultivars
<i>Hibiscus esculentus</i> (gombo)	annuel	72-144	herbe dressée, robuste, 1-2 m; feuilles cordates, à 3-7 lobes, avec longs pétioles; fleurs jaune crème avec coeur pourpre; fruit une capsule côtilée, soit ronde, soit courte ou pointue et pyramidale, hirsute quand jeune; graines arrondies, vert foncé à gris noir.	la cueillette de jeunes fruits commence après 2-3 mois, lorsque les bouts sont grêles et se détachent facilement.	Nombreux cvs qui diffèrent selon temps nécessaire à la formation des fruits, couleur des feuilles et forme des fruits.
<i>Lycopersicon esculentum</i> (tomate)	annuel	24	herbe poilue, glandulaire, jusqu'à 2 m; racine pivotante bien développée; mode de croissance déterminé ou indéterminé; branches sympodiales; feuilles imparipennées; fleurs pendantes, jaunes; fruit: une baie charnue, rouge ou jaune, généralement sphérique ou déprimée à l'un des bouts, lisse ou ridé, 2-15 cm de diam.; graines réniformes, abondantes.	la cueillette commence 10-11 semaines après le semis, et continue pendant 3-4 semaines.	Cv.-groupe Cerasiforme: tomate cerise: fruits jaunes ou rouges, 2 cm de diam., biloculaires; fleurs 5-mères. Cv.-groupe Pyriforme: tomate poire: croissance indéterminée; fruits en forme de poire, biloculaires; fleurs 5-mères. Cv.-groupe Commune: tomate ordinaire: croissance indéterminée; fleurs généralement 6-mères. Cv.-groupe Grandifolium: tomate à feuilles de pomme de terre. Cv.-groupe Validum: tomate dressée; croissance déterminée, ferme et compacte.

Tableau 10.7. (suite).

Espèce	Cycle	Chromosomes (2n)	Structure	Temps de maturation	Cultivars
<i>Solanum melongena</i> (aubergine)	perénne, cultivée comme annuelle	24	herbe dressée, finement pubescente, 0,5-1,5 m, avec racine pivotante péné- trant profondément; feuilles très ve- lues, ovales; fleurs violettes, pourpres ou blanches; fruit: une baie pendante, ovoïde ou oblongue, lisse, brillante, blanche, jaune, pourpre ou noire, 5-15 cm, avec calice attaché; graines abon- dantes.	la cueillette com- mence 2-3 mois après le semis et continue pendant 6 mois.	Cvs différent en forme, dimension et couleur des fruits.

Sources diverses.

Tableau 10.8. Données écologiques de quelques légumes (températures maximum et minimum moyennes).

Culture	Régions tropicales				Régions subtropicales		Régions tempérées
	nom vernaculaire	région de basse altitude (humide) 28-35°C	savane 30-40°C	saïson chaude 20-30°C	saïson fraîche 15-30°C	été 25-40°C	
nom scientifique					région d'altitude (> 700 m)		été 15-25°C
Légumes-tubercules, -bulbes & -racines:							
<i>Allium cepa</i>	oignon	-	+	++	++	+	++
<i>Daucus carota</i>	carotte	-	-	+	++	-	++
<i>Raphanus sativus</i>	radis	+	+	++	++	+	++
Légumes-feuilles:							
<i>Amaranthus</i> spp.	amarante	++	++	+	+	+	-
<i>Basella alba</i>	épinard indien	+	+	+	+	+	-
<i>Brassica chinensis</i>	chou de Chine	+	+	++	++	+	+
<i>Brassica oleracea</i>	chou	+	+	++	++	+	++
<i>Corchorus olitorius</i>	corète potagère	+	+	++	++	+	-
<i>Hibiscus sabdariffa</i>	oseille de Guinée	+	+	++	++	+	-
<i>Ipomoea aquatica</i>	patate aquatique	+	+	++	++	+	-
<i>Lactuca sativa</i>	laitue	-	-	+	+	+	++
<i>Solanum nigrum</i>	morelle noire	+	+	++	++	+	+
<i>Spinacea oleracea</i>	épinard	-	-	-	-	-	++
<i>Talinum triangulare</i>	grassé	++	++	++	++	+	-
Légumes-fruits:							
<i>Capsicum annuum</i>	poivron	+	+	++	++	++	-
<i>Cucumis sativus</i>	concombre	+	+	++	++	++	+
<i>Hibiscus esculentus</i>	gombo	++	++	++	++	++	-

Tableau 10.8 (suite).

Culture	Régions tropicales			Régions subtropicales		Régions tempérées
	nom vernaculaire	région de basse altitude (humide) 28-35 °C	savane 30-40 °C	saïson chaude 20-30 °C	saïson fraîche (> 700 m) 15-30 °C	d'altitude (> 700 m) 15-25 °C
<i>Lycopersicon esculentum</i>	tomate	+	+	++	++	+
<i>Phaseolus vulgaris</i>	haricot vert	-	-	+	++	++
<i>Sechium edule</i>	crisophine	++	++	+	+	-
<i>Solanum melongena</i>	aubergine	++	++	++	+	-
<i>Vigna unguiculata</i>						
Cv.-groupe Sesquipedalis	dolique asperge	++	++	+	++	-

Explication: + + : cultivable (culture irriguée incluse)

+ : culture possible

-- : non cultivable

- : culture difficile

Source: surtout Grubben (1978).

Tableau 10.9. Données sur la culture potagère et la culture de semences potagères de quelques légumes.

Culture	Mode de plantation			Culture de semences potagères					facteur de multiplication (kg ha ⁻¹)
	semence (kg ha ⁻¹)	nombre de plants × 10 ³ (par ha)	durée (jours)	rendement (tonne ha ⁻¹)	poids 1000 graines (g)	graines par plante (g)	durée (mois)	rendement (kg ha ⁻¹)	
Légumes-racines, -tubercules & bulbes:									
<i>Allium cepa</i>	25	300	150	(5-20(-80))	2.9	2	9 ¹	(300-600(-1000))	
	4		90						
<i>Daucus carota</i>	1	200	100-150	5-30	1.2		9	300-1000	
<i>Raphanus sativus</i>	10		30-70	10-40	10		6	800-1200	
Légumes-feuilles:									
<i>Amaranthus cruentus</i>	1	250	20-80	(10-20(-40))	0.3	40	4	500-1500(-3000)	1500
<i>Amaranthus tricolor</i>	2	500	30-90	(10-25(-40))	0.7	15		(300-500(-800))	250
<i>Basella alba</i>	10	50	60-180	(10-50(-80))	40	25	6	(1000-1200(-2000))	120
	bouturage								
<i>Brassica chinensis</i>	0.6-2	200	50-80	(5-15(-30))	3	15	5	(200-500(-800))	250
<i>Brassica oleracea</i>	0.6	30	60-100	(8-20(-60))	4	20	9 ¹	(200-600(-1200))	1000
<i>Corchorus olitorius</i>	1-5	250	45-80	(3-8(-10))	2	2	5	(200-300(-400))	60
<i>Cucurbita maxima</i>	2	5-10	90-150	(2-5(-10))	170	50		(200-500(-800))	50
<i>Hibiscus sabdariffa</i>	6	20	120-180	(10-16(-25))	25-30	20	6	200-400(-600)	70
<i>Ipomoea aquatica</i>	5	120	60-360	(8-80(-120))	40	15	5	(100-200(-400))	60
	bouturage								
<i>Lactuca sativa</i>	5	200	30-60	(5-15(-30))	0.8-1.1	2	6	(100-200(-400))	400
	0.3								
<i>Solanum macrocarpon</i>	1	90	60-120	(15-25(-35))	3.3	30	10	(120-200(-300))	350
<i>Spinacea oleracea</i>	20?	1500	45-60	(8-12(-25))	10	6	6	(600-900(-1200))	30
<i>Talinum triangulare</i>	1-5	250	60-180	(10-45(-60))	0.3	4	6	(100-200(-300))	400
	directe								

Tableau 10.9 (suite).

Culture	Mode de plantation			Culture de semences potagères					facteur de multiplication (kg ha ⁻¹)
	semence (kg ha ⁻¹)	nombre de plants × 10 ³ (par ha)	durée (jours)	rendement (tonne ha ⁻¹)	pois 1000 graines (g)	graines par plant (g)	durée (mois)	rendement (kg ha ⁻¹)	
Légumes-fruits:									
<i>Capsicum annuum</i>	0,4	30-50	50-130	(7-11)(8-30)	5,5	5-10	4	(25-36)(-100)	150
<i>Cucumis sativus</i>	2-5	10-25	60-150	(10-13)(-50)	25	25	4	300-400(-800)	160
<i>Hibiscus esculentus</i>	6	50-150	100-175	2-3(-25)	50		6	400(-1.500)	
<i>Lycopersicon esculentum</i>	0,4-0,6	20-30	60-160	(3-7)(-20(-45)	2,5-3,3	2-8	5	(10-13)(-80(-150)	5-200
<i>Momordica charantia</i>	5	40	70-110	(5-1)(8(-15)	60	10	4	(100-250)(-400)	50
<i>Phaseolus vulgaris</i>	50-100	40	90	(2-1)(4(-8)	290		4	(500-1100)(-3000)	20
<i>Secchium edule</i>	500	2	120-360	(20-60)(-150)					120
<i>Solanum melongena</i>	0,8	10-30	80-200	(4-11)(-25)	4,0	8-40	7	(80-1120)(-150)	150
<i>Vigna unguiculata</i>									
Cv.-groupe <i>Sesquipedalis</i>	20	25	150	(1,5-1)(6(-9)	220-270		6	(500-700)(-2500)	35

1. Période fraîche requise pour la montaison.

Sources: surtout Grubben (1977, 1978); et Oomen & Grubben (1977).

Tableau 10.10. Relations plus ou moins favorable de succession entre légumes.

Culture précédente	Culture suivante									
	Solanées	Cucurbitacées	Légumineuses	Ombellifères	Composées	Chénopodiacées & légumes-feuilles	Tubercules	Gombo	<i>Allium</i>	
Solanées	-	-	○	○	○	○	○	○	+	
Cucurbitacées	-	-	○	○	○	○	○	○	+	
Légumineuses	○	○	-	○	○	○	○	○	+	
Ombellifères	○	○	○	-	○	○	○	○	+	
Composées	○	○	○	○	-	○	○	○	+	
Chénopodiacées & légumes-feuilles	○	○	○	○	○	-	○	○	+	
Tubercules	○	○	○	○	○	○	-	○	+	
Gombo	○	○	○	○	○	○	○	-	+	
<i>Allium</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	-	
Engrais vert graminéen	+	+	+	+	+	+	+	+	-	
Engrais vert légumineux	-	-	-	○	○	○	+	+	-	
Fumier	+	+	○	+	-	+	+	+	-	

Explication: +: favorable; -: déconseillé; ○: pas spécialement favorable.

Source: Messiaen (1974-75).

Tableau 10.11. Sensibilité et résistance de certains légumes au flétrissement et aux nématodes cécidogènes.

Culture	Flétrissement		Nématodes cécidogènes	
	sensible	résistant	sensible	résistant
Légumes-racines, -tubercules & -bulbes		ciboule oignon	carotte	ciboule
Légumes-feuilles	fausse tomate <i>Hibiscus</i> spp. chou vert moutarde de Chine laitue chicorée frisée	amarante corète potagère patate aquatique épinard indien poireau poirée	célosie corète potagère chou vert épinard indien moutarde de Chine poirée laitue chicorée frisée	amarante patate aquatique fausse tomate poireau
Légumes-fruits	tomate aubergine gombo haricot vert dolique asperge ambérique concombre melon pastèque	pois du cap antaque courges calabasses	tomate aubergine haricot vert gombo concombre melon pastèque	pois du cap ambérique antaque

Source: surtout Oomen & Grubben (1977).

11 Les cultures fruitières

H. J. W. Mutsaers

11.1 Introduction

11.1.1 Généralités

Le nombre des divers fruits comestibles dans le monde est très grand. La plupart d'entre eux n'ont qu'une importance locale et les fruitiers sont plantés à proximité des maisons pour les besoins familiaux. Au Cameroun, par exemple, on rencontre le safoutier (*Dacryodes edulis*), les agrumes, le goyavier (*Psidium guajava*), etc. Certains arbres se développent spontanément et il s'agit plus de cueillette que d'exploitation au Cameroun: la mangue sauvage (*Irvingia gabonensis*), la casamangue (*Spondias cytherea*), etc. Un nombre limité d'espèces tropicales a connu un développement plus large, en tant que fruits commercialisables: les agrumes, l'ananas, la banane et, à un moindre degré, la papaye, la mangue et l'avocat.

Le groupe des plantes à fruits comestibles est un groupe assez hétérogène, incluant différentes formes:

- plantes annelles;
- plantes pérennes monocarpiques (banane, ananas);
- plantes grimpantes pérennes (*Passiflora* spp.);
- arbres, comme la plupart des représentants du groupe, mais variant sensiblement entre eux en taille, période productive, type de fruit, etc.

Les aspects communs aux fruitiers sont présentés ici, ainsi que des données plus précises, concernant surtout les fruitiers les plus importants.

11.1.2 Espèces, noms, origine et répartition

Espèces, noms Le tableau 11.1 présente les noms scientifique et vernaculaires d'un grand nombre de fruitiers, y inclus les fruitiers d'importance mondiale et ceux dont l'importance est plus limitée.

Origine et répartition L'origine des fruitiers est indiquée sur le tableau 11.1. Tous les fruitiers de grande culture sont originaires soit d'Asie, soit d'Amérique. Bien qu'il existe nombre de fruitiers originaires d'Afrique, aucun d'entre eux n'a dépassé une importance locale. Les principaux fruitiers se sont répandus dans toutes les zones tropicales. La banane, par exemple, est devenue la nourriture principale de plusieurs peuples d'Afrique après son introduction dans l'Est du continent avant notre ère.

11.1.3 Importance économique, modes de consommation, préparation et utilisation

Importance économique La grande majorité des fruits n'a qu'une importance locale, là où on les trouve. Ils sont consommés sur place et représentent souvent un complément intéressant du menu en fournissant des vitamines et des éléments minéraux. Un nombre limité de fruits commercialisés représente pour plusieurs pays un grand intérêt comme source d'échanges internationaux, tels que les bananes pour les 'Républiques bananières' de l'Amérique Centrale, les agrumes pour l'Espagne, l'ananas pour Hawaï. Sur le marché européen on peut noter un intérêt croissant pour les fruits exotiques comme la mangue, la papaye et l'avocat.

Les fruits d'exportation sont produits surtout dans de grandes exploitations commerciales soumises à un strict contrôle de qualité, tandis que les petits producteurs portent leur produit surtout sur le marché local. Pour les productions mondiales et les exportations on se reportera au tableau 11.2.

Modes de consommation La consommation des fruits tropicaux est extrêmement variable selon les pays. Assez élevée dans certains, elle est très basse dans d'autres. La consommation moyenne en Europe Occidentale et aux Etats-Unis est de 10 kg par tête par an en chiffre arrondi pour les agrumes et les bananes, et elle est inférieure à 1 kg pour les autres fruits tropicaux.

Dans quelques parties de l'Est, du Centre et de l'Ouest de l'Afrique la banane ou plutôt la banane plantain, représente une part importante du régime alimentaire et la consommation journalière peut dépasser 2 kg par tête. Il en est de même pour l'arbre à pain dans quelques îles du Pacifique, aux Caraïbes ou à Sao Tomé. Les 'noix' ont une haute teneur en protéines et en matières grasses; l'avocat aussi est riche en matières grasses. Mais en général les fruits ne jouent pas un rôle d'importance en ce qui concerne l'énergie et les protéines.

Les nutritionnistes recommandent un apport journalier d'au moins 100 g, d'une composition aussi variée que la saison le permet.

Préparation et utilisation Le tableau 11.3 donne un résumé des différentes utilisations d'un certain nombre de fruits et de leur produits secondaires. La plupart des fruits sont consommés principalement frais. Une quantité importante des fruits commercialisés est néanmoins transformée en conserves (ananas, agrumes). C'est aussi le cas pour certains fruits, autrement peu exportés comme la mangue (mango-chutney), la goyave, les Passifloracées et la noix de cajou. En Afrique de l'Est une importante partie des bananes est transformée en bière.

Le pulpe des fruits, après extraction du jus, peut servir pour nourrir le bétail (agrumes, ananas).

Les pseudo-troncs des bananiers sont parfois employés dans l'alimentation des porcs ou des bovidés.

En ce qui concerne l'ananas, on peut faire paître les bovins sur les champs après la récolte ou utiliser les plantes en plaquettes ou boudins après déshydratation.

11.1.4 Composition chimique et valeur nutritionnelle

Du point de vue de leur valeur nutritionnelle les fruits sont surtout intéressants par leur apport de vitamines A et C et de minéraux. Le tableau 11.4 fournit des données à ce sujet. Dans le tableau 11.5 les teneurs en vitamines A et C sont indiquées pour quelques fruits.

La mangue sauvage et la casamangue sont probablement assez riches en vitamine A, une couleur jaune ou orange de la chair du fruit est généralement une indication de présence de provitamine A. L'avocat se distingue par sa teneur élevée en vitamine B. Les bananes et l'avocat sont riches en substances énergétiques, les bananes en hydrates de carbone, l'avocat en matières grasses. L'hydrate de carbone consommé sous forme de bananes est d'une digestion facile et pour cette raison on les emploie souvent dans la nourriture des nourrissons et des malades.

11.2 Botanique

11.2.1 Morphologie

La plupart des fruits sont produits sur des arbres, à l'exception de l'ananas, de la banane, et des Passifloraceae. Le bananier est un pseudo-arbre, la tige (le faux tronc) étant formée par les gaines foliaires qui s'enveloppent étroitement, et les feuilles étant implantées sur la tige souterraine, le bulbe. Les Passifloraceae sont des plantes pérennes grimpantes. Le tableau 11.6 présente les données morphologiques des principaux fruitiers. Voir aussi figure 11.1 et photographies 11.1–11.5.

11.2.2 Taxonomie

Les familles auxquelles les arbres fruitiers appartiennent sont indiquées sur le tableau 11.1. Chez les agrumes, le papayer, l'ananas et les bananiers des efforts ont été faits en vue de la production de cultivars améliorés au moyen de croisements interspécifiques ou même intergénériques (agrumes).

La taxonomie des bananes présente quelques problèmes spécifiques. On subdivise le genre *Musa* en quatre sections:

- *Eumusa* avec presque toutes les bananes comestibles;
- *Australimusa* avec en outre *Musa textilis*;
- *Callimusa*, plantes ornementales;
- *Rhodochlamys*, plantes ornementales.

Traditionnellement on accorde le statut d'espèce à tous les différents types de bananes comestibles. Les noms d'espèces donnés à ces types, et toujours employés par divers auteurs, sont les suivants:

Musa sapientum: bananes douces

Musa cavendishii: bananes douces du type Cavendish, par exemple 'Poyo', 'Naine'

Musa paradisiaca: bananes plantains

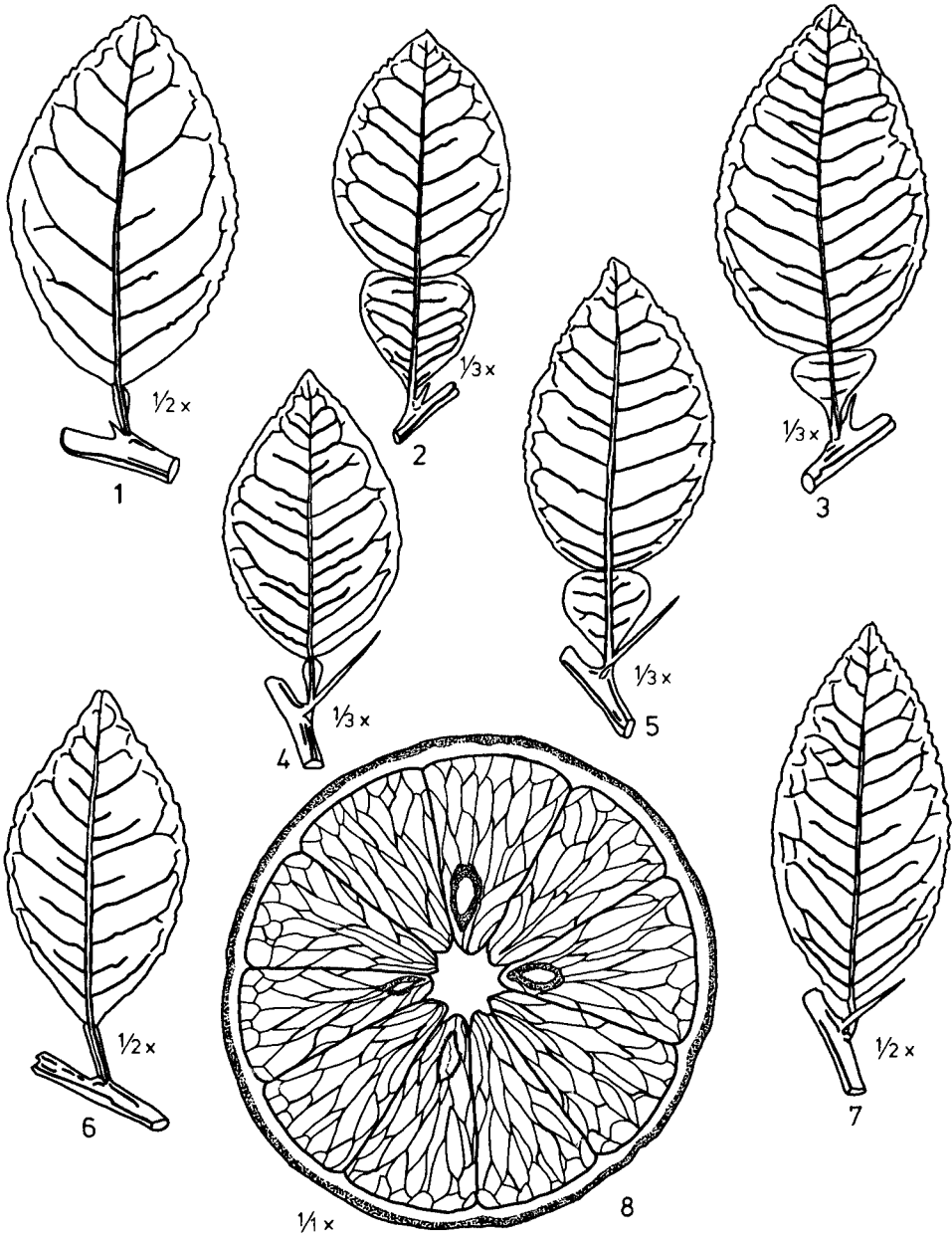


Figure 11.1. Feuilles des agrumes. 1 *C. aurantifolia*: lime; 2 *C. grandis*: pamplemousse; 3 *C. paradisi*: pomélo; 4 *C. sinensis*: orange; 5 *C. aurantium*: bigarade; 6 *C. reticulata*: mandarine; 7 *C. limon*: citron. Fruit. 8 coupe transversale de *C. sinensis* (d'après Hume, 1966).



Photographie 11.1. *Ananas comosus*: ananas.

Musa corniculata: plantain 'Corne'.

La recherche a montré que presque toutes les bananes comestibles sont des triploïdes naturels. Les espèces botaniques à l'origine des ces triploïdes sont *Musa acuminata* et *M. balbisiana*. Si on représente le génome de *M. acuminata* par 'A' et celui de *M. balbisiana* par 'B' on distingue les combinaisons suivantes:

AAA: bananes douces

AAB: entre autres, bananes plantains

ABB: types d'importance locale (Asie, Hawaii).

On a proposé de représenter les différents types par leurs génomes, par exemple:

Musa (groupe AAB, sous-groupe Plantain) 'French plantain' (voir aussi paragraphe 11.2.4).



Photographie 11.2. *Carica papaya*: papayes.



Photographie 11.3. *Musa* (AAA): banane douce.



Photographie 11.4. *Musa* (AAB): bananier plantain.

11.2.3 Croissance et développement

Le tableau 11.7 montre la durée des divers stades de développement de quelques fruitiers.

Pépinière et stade juvénile Les fruitiers arborescents ont un développement lent au début et ils n'occupent complètement le terrain qu'au bout de plusieurs années. C'est pourquoi il est à déconseiller de planter ces arbres à leur emplacement définitif dès le début: trop de terrain serait inutilement bloqué, et d'autre part les soins nécessaires aux jeunes plants s'effectuent difficilement sur de grandes superficies. En général, et surtout dans le cas d'établissement de vergers commerciaux, on aménage un jardin



Photographie 11.5. *Mangifera indica*: mangues.

de multiplication qui comprend un germoir et une pépinière. Les jeunes plants restent végétatifs pendant quelques années, suivant l'espèce; les plants produits par semis le resteront en général plus longtemps que les plants bouturés, greffés ou marcottés.

Floraison et fécondation L'inflorescence se développe souvent sur le bois de l'année passée (noix de cajou, manguier, avocatier, arbre à pain, Passifloracées). L'allofécondation est généralement rencontrée chez les arbres fruitiers, elle peut être complète, par séparation totale des sexes sur différents pieds (les espèces dioïques: dattes, la plupart des cultivars du papayer) ou par auto-incompatibilité (l'avocatier, *Passiflora edulis*, cvs du manguier), ou partielle par protandrie ou protogynie (le corosolier). Dans le cas de plantes dioïques on se trouve obligé d'avoir dans une plantation un certain

rapport entre le nombre des plantes femelles et de plantes mâles.

L'auto-incompatibilité oblige le planteur à établir un mélange d'au moins deux clones différents qui se fécondent mutuellement (p. ex. l'avocatier greffé).

Chez la plupart des fruitiers la pollinisation est effectuée par les insectes, et surtout les abeilles. Une fructification déficiente des fruitiers importés d'une autre région peut résulter d'une mauvaise pollinisation par manque d'insectes appropriés (p. ex. les Passifloracées). Parfois, il est souhaitable d'améliorer la fructification par la pollinisation artificielle (corosolier, datte, Passifloracées).

Plusieurs fruitiers présentent le phénomène de parthénocarpié, c'est à dire le développement de fruits sans fécondation des ovules (banane, arbre à pain, ananas, cvs de figue, cvs de *Citrus sinensis* et de *C. paradisi*).

Polyembryonie nucellaire Un phénomène intéressant chez certains fruitiers est la polyembryonie nucellaire: la formation d'embryons végétatifs par la nucelle, à côté de l'embryon génératif, ce dernier résultant de la fécondation de l'ovule. Ce phénomène permet de produire des plantes identiques à partir de semences, à condition qu'on puisse distinguer l'embryon nucellaire de l'embryon génératif. On peut utiliser ce phénomène pour la production de porte-greffe uniformes.

Les porte-greffe uniformes, donnent un produit uniforme, très souhaitable pour les fruits commercialisés. La polyembryonie nucellaire se manifeste chez la plupart des agrumes (sauf le pamplemousse et le cédrat), chez *Syzygium jambos* et chez certains cultivars du mangoier (Indonésie, Philippines, Afrique Centrale et Occidentale, Afrique du Sud).

Chez les agrumes, pour la production de plantules polyembryonnaires, on réalise une fécondation artificielle avec du pollen de *Poncirus trifoliata*. Les plantules gamétiques présentent le caractère trifolié du *Poncirus*, qui est dominant. Ces plantules sont éliminées du semis comme porte-greffe; elles sont maintenues comme hybrides. Chez le mangoier, la plantule se trouvant sur l'extrémité du fruit ('plantule apicale') est la plantule gamétique.

Fructification, alternance La fructification des fruitiers est, soit étalée sur une très grande partie de l'année (papaye, avocat et agrumes sous climat tropical, corosol, arbre à pain), soit limitée à la fin du cycle végétatif (banane, ananas). Les fruitiers arborescents présentent souvent le phénomène d'alternance: une importante variation en production entre des années successives. Dans une plantation établie l'alternance se produit en général sur l'ensemble des arbres simultanément. Ce phénomène est surtout très prononcé chez le mangoier et le mandarinier, et à un moindre degré aussi chez l'avocatier. Jusqu'à ce jour il n'a pas été trouvé d'explication satisfaisante à ce phénomène.

La théorie principale est qu'il s'agit d'un déséquilibre nutritionnel, soit de réserves photosynthétiques, soit d'éléments minéraux, provoqué par l'épuisement des arbres après un an de fructification abondante.

Âge économique L'âge économique d'un jardin fruitier est l'âge où il s'avère plus rentable de l'abattre et de le remplacer. Cet âge est variable en fonction de l'espèce mais aussi des conditions de culture, soit physiques (climat), soit économiques (coût de main-d'oeuvre). Une analyse économique permet de déterminer le moment où il devient plus rentable de rénover une plantation.

Aspects spécifiques Certains aspects spécifiques dans le développement de quelques fruitiers sont traités plus en détail dans ce qui suit.

1. *Le bananier* est une plante pérenne monocarpe. Après la maturation du régime le faux tronc meurt, mais le pied issu du rejet du pied-mère lui succède. Ce 'pied-fille' aura déjà réalisé une bonne partie de son développement lors de la récolte du pied-mère. Ce type de développement assure une production régulièrement étalée sur l'année.

Le développement des rejets de banane plantain est en général moins régulier. Il existe une certaine inhibition qui provoque l'arrêt du développement des rejets au stade juvénile. L'inhibition est rompue pendant la maturation et même après la récolte du régime du pied-mère. Il existe d'ailleurs des différences importantes entre les cultivars, certains d'entre eux, tel le 'Njock Korn', sélectionné à Nyombé (Cameroun), rejetant aussi vigoureusement que la banane douce.

Il y a une relation étroite entre le développement végétatif de la plante et la taille potentielle du régime. La durée de développement du régime varie peu selon les clones mais dépend surtout des conditions extérieures: température, eau.

2. *L'ananas* ressemble au bananier par plusieurs aspects. C'est une plante pérenne monocarpe qui se multiplie par rejets, le fruit se développant parthénocarpiquement. Comme chez le bananier, la grosseur du fruit est étroitement liée au développement végétatif de la plante. On a trouvé qu'il existe une corrélation élevée entre la grosseur du fruit et le poids de la dernière feuille qui a complété sa croissance au moment de l'initiation florale. Les fleurs de l'ananas sont auto-stériles mais peuvent être fécondées par le pollen étranger. L'ananas est une plante à cycle photosynthétique CAM (Crassulacean Acid Metabolism).

3. *Le papayer* est une plante pérenne dioïque. Les deux sexes ne se distinguent qu'au début de la floraison. Il existe des individus mâles, femelles et hermaphrodites et des types intermédiaires. Dans les grandes lignes la génétique est la suivante: le sexe est déterminé par trois complexes de gènes qui se comportent comme trois allèles du même locus. Les trois allèles sont ainsi nommés: M_1 : mâle dominant, M_2 : hermaphrodite dominant, m : femelle récessif. Les combinaisons $M_1 M_1$, $M_1 M_2$ et $M_2 M_2$ ne sont pas viables. Par conséquent on connaît les génotypes suivants:

M₁m: plante mâle

M₂m: plante hermaphrodite

mm: plante femelle.

Les différentes combinaisons donnent les descendance suivantes:

$$\begin{array}{l} M_2m \times M_1m \rightarrow 1/4 M_1m + 1/4 M_2m + 1/4 mm + 1/4 M_1M_2(\text{non viable}) \\ \text{♂} \times \text{♂} \quad \quad 1/3 \quad \quad + 1/3 \quad \quad + 1/3 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} mm \times M_1m \rightarrow 1/2 M_1m + 1/2 mm \\ \text{♀} \times \text{♂} \quad \quad 1/2 \quad \quad + 1/2 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} M_2m \times M_2m \rightarrow 1/2 M_2m + 1/4 mm + 1/4 M_2M_2(\text{non viable}) \\ \text{♀} \times \text{♀} \quad \quad 2/3 \quad \quad + 1/3 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} M_2m \times mm \rightarrow 1/2 M_2m + 1/2 mm \\ \text{♂} \times \text{♀} \quad \quad 1/2 \quad \quad + 1/2 \end{array}$$

Le sexe est stable chez les plantes femelles, mais les mâles et les hermaphrodites présentent parfois un renversement du sexe dans quelques fleurs.

Bien que la plante soit en dominance allogame, l'autofécondation n'est pas rare chez les hermaphrodites et le phénomène de dégénération ne se présente pas, même après quelques générations d'autofécondation.

4. *L'avocatier*. La floraison de l'avocatier présente le phénomène de 'dichogamie synchrone'. Le terme 'dichogamie' signifie qu'il existe deux différents types de floraison, chacun caractéristique d'un groupe de plantes. Ces groupes sont dénommés A et B.

– Groupe A. Une fleur donnée s'ouvre à deux reprises en deux jours consécutifs: le matin du premier jour, la fleur s'ouvre et les stigmates sont réceptifs; l'après-midi du deuxième jour la fleur s'ouvre de nouveau et les étamines laissent échapper leur pollen, mais les stigmates de la fleur ne sont plus réceptifs.

– Groupe B. La fleur s'ouvre l'après-midi du premier jour, les stigmates étant réceptifs, et ils le sont encore le matin du deuxième jour lorsque la fleur s'ouvre de nouveau et laisse tomber le pollen.

Lorsque cette dichogamie est absolue, la pollinisation ne s'effectue qu'en présence conjointe des deux types: les groupe A et B sont complémentaires ou bien la dichogamie est 'synchrone'. La dichogamie est souvent très prononcée par temps clair et chaud; par temps frais et nuageux elle l'est beaucoup moins. Ce qui explique qu'un arbre isolé puisse parfois donner des fruits. Il existe des cultivars qui ne présentent ce phénomène que légèrement (p. ex. 'Hass').

11.2.4 Cultivars

Pour les fruitiers principaux on dispose de nombreux cultivars bien établis. C'est

le cas pour les agrumes, les bananes, l'ananas et à un moindre degré pour le manguier et l'avocatier. Pour le papayer il s'agit plutôt de types d'adaptation locale. Toutes les autres espèces ont reçu peu d'attention jusqu'à présent et il existe encore de vastes potentialités d'amélioration (tableau 11.6). Les cultivars du bananier et de l'avocatier seront traités plus en détail ci-dessous.

Le bananier Dans le groupe AAA on signale le 'Gros Michel', cultivar commercial dominant auparavant mais qui, par suite de sa sensibilité à la 'maladie de Panama' et de sa productivité relativement faible, accuse une baisse sensible ces derniers temps. Le sous-groupe Cavendish occupe actuellement la place la plus importante.

La figure 11.2 montre les tailles respectives de chaque cultivar dans le sous-groupe, par comparaison avec le 'Gros Michel'. Le sous-groupe Cavendish est insensible à la maladie de Panama. Au Cameroun le 'Poyo' est le plus répandu en culture commerciale mais il est en train d'être remplacé par l' 'Americani', cultivar plus productif et moins sensible au vent que le 'Poyo'.

Un autre type du groupe AAA, d'une certaine importance pour la consommation locale, notamment au Cameroun, est le cultivar 'Red' (= 'figue rose' = 'figue rouge'). Les doigts sont parfois légèrement rouges. C'est un cultivar 'rustique', peu sensible à la maladie de Panama et résistant à la cercosporiose. Les régimes et les doigts sont de petite taille.

Les plantains appartiennent au groupe AAB. Le génome B leur apporte une certaine

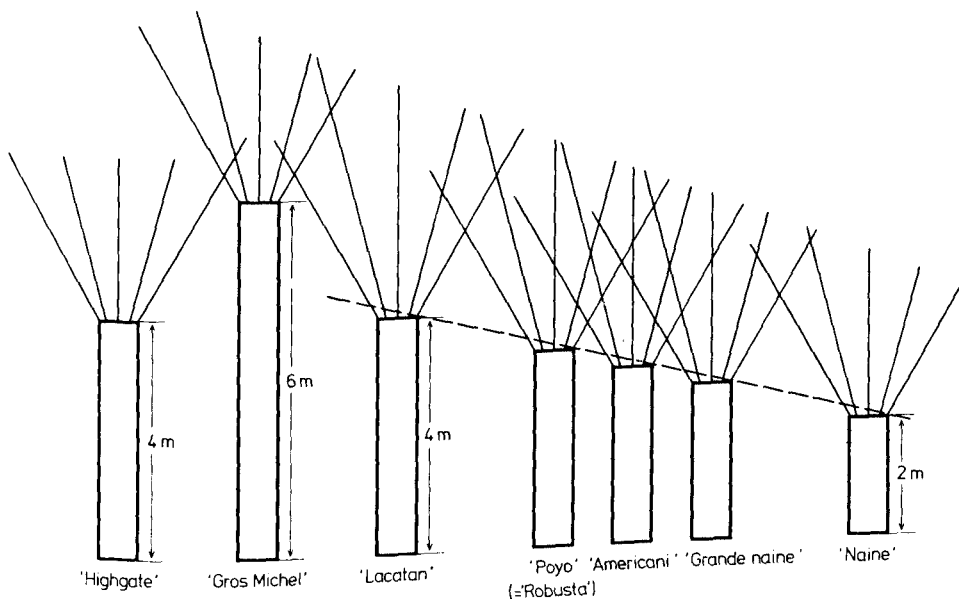


Figure 11.2. Schéma de tailles des différents clones de la banane douce.

résistance à la sécheresse. Dans ce sous-groupe *Musa* (groupe AAB, sous-groupe Plantain), on distingue les types 'French Plantain' et 'Corne' (A: 'Horn'). Les 'French' forment des régimes réguliers à nombreuses mains, les fleurs 'mâles' sont persistantes. Les régimes des 'Corne' portent un nombre réduit de mains (2-5) à gros doigts et la partie 'mâle' de l'inflorescence avorte. Au Cameroun on a sélectionné deux cultivars prometteurs du type 'French' pour la région de Mounjo: 'Njock Korn' et 'French sombre'. Un autre type du groupe AAB qui est plutôt une banane de table est le *Musa* (groupe AAB) 'Mysore', provenant de l'Inde. Son goût est légèrement acide mais très agréable. Il est insensible à la maladie de Panama et à la cercosporiose, ainsi que peu sensible aux charançons. Il est d'une potentialité importante.

L'avocatier On distingue trois groupes écologiques. Le tableau 11.8 montre les principales caractéristiques des groupes. Pour chaque clone il faut vérifier s'il appartient au type A ou B de floraison (voir paragraphe 11.2.3). De grandes étendues d'un seul type floral ont pour résultat une fructification déficiente causée par l'auto-incompatibilité. La plupart des cultivars appartiennent au groupe B. Selon les types, l'épaisseur de la chair et la teneur en huile sont très variables.

11.3 Ecologie

11.3.1 Facteurs climatologiques (tableau 11.9)

Température Plusieurs fruitiers sont bien adaptés aux conditions subtropicales et quelques-uns même aux régions où les températures minimales en hiver descendent parfois au dessous de 0 °C (figues, groupes Mexicain et Guatémaltèque de l'avocatier). On a déterminé les sommes de température requises pour assurer le développement normal de certains agrumes. Comme 'zero de végétation' on adopte 13 °C. La somme de température annuelle au dessus de 13 °C doit totaliser 2000 °C jours pour les oranges, un peu moins pour les citrons et les oranges Navel, et beaucoup plus pour les pomélos.

Lumière La production potentielle de tous les fruitiers est fonction du niveau d'ensoleillement. Les meilleures productions de bananes, d'agrumes, de mangues, etc. sont obtenues en zone aride à ensoleillement élevé, avec irrigation. Les productions les plus élevées d'agrumes par exemple sont réalisées en Israël, en Espagne du Sud et en Californie, celles de l'ananas en Hawaï et celles du manguier en Inde, toujours sous des climats arides et avec irrigation.

Eau Les fruitiers diffèrent sensiblement quant à leur capacité de résistance aux périodes sèches. Rangés en ordre décroissant de résistance à la sécheresse les principaux fruitiers se présentent comme suit:

Ficus carica
Punica granatum
Macadamia spp.
Anacardium occidentale
Tamarindus indica
Mangifera indica
Persea americana
Artocarpus altilis
Spondias cytherea

Parmi ces fruitiers plus ou moins résistants à la sécheresse, le manguier et l'anacardier exigent en outre une saison sèche de quelques mois, sans laquelle la fructification ne réussit pas. L'anacardier est une plante très intéressante pour la savane, soit comme producteur de ses noix très recherchées (pluviométrie > 1000 mm), soit comme arbre de reboisement (pluviométrie > 500 mm). Il est d'ailleurs probable que les variations sont grandes entre les divers cultivars de chaque espèce: certains d'entre eux montrant une résistance à la sécheresse considérable et d'autres beaucoup moins.

Les bananes douces sont en principe adaptées aux climats humides: un mois de moins de 100 mm de pluie est considéré pour cette culture comme mois déficitaire.

Il est évident que la disponibilité de l'eau d'irrigation rend insignifiant tout ce qui vient d'être dit sur les exigences quant à la pluviométrie: au sud de l'Iran on trouve la culture irriguée d'agrumes sous un climat dont l'évaporation potentielle est de 3000 mm et la pluviométrie de 200 mm par an!

Vent Plusieurs fruitiers sont sensibles aux coups de vent. Les pertes sont considérables avec les bananes, quand les coups de vent atteignent une vitesse de 60 km par heure. Des vents de plus de 80 km par heure entraînent une destruction totale de la plantation. Les bananiers sont surtout sensibles après la saison sèche. Dans le Moungo (Cameroun) la période des vents coïncide avec la fin de la saison sèche et on compte sur une moyenne de 20% de perte par an. L'irrigation, mis à part son effet sur la productivité, tempère aussi l'action des vents de mars.

L'avocatier, les agrumes et l'anacardier sont eux aussi sensibles aux vents et on plantera des brise-vent pour les protéger (voir paragraphe 11.4.1).

11.3.2 Sols

Pour tous les fruitiers les meilleurs résultats sont obtenus sur des sols profonds, pas trop lourds, ayant une bonne capacité de rétention d'eau, un bon drainage et riches en éléments fertilisants, comme il en est d'ailleurs de presque toutes les plantes de culture. La plupart des fruitiers arborescents ayant un enracinement profond, la profondeur du sol est importante. On préfère des sols où la profondeur du profil est au moins de 0,9-1,2 m. Il faut éviter les sols présentant un horizon durci à faible profondeur.

Le deuxième facteur est le drainage: en général les arbres craignent l'engorgement d'eau. En particulier le papayer, l'avocatier et les agrumes y sont très sensibles. Les sols très sableux exigeront une répartition très régulière de la pluie à cause de leur faible rétention d'eau. Dans le cas contraire (répartition irrégulière des pluies) l'irrigation est indiquée. On peut remédier dans une certaine mesure aux conditions pédologiques déficientes en creusant des trous de plantation et en les remplissant de bonne terre et/ou de fumier.

Des renseignements sur le pH du sol se trouvent sur le tableau 11.9.

11.4 Agronomie

11.4.1 Multiplication, préparations de semis/plantation etc., association (tableau 11.10)

Multiplication La propagation des fruitiers arborescents, en milieu rural africain, consiste simplement en la pose directe des graines à l'emplacement définitif. La plupart des fruitiers étant allogames, la descendance des arbres est souvent hétérogène et la production d'arbres à partir de semences est souvent décevante, même si on a choisi les graines sur des arbres très productifs. En outre les arbres entrent en production tardivement. Chez les agrumes ils sont épineux (caractère juvénile). Dans les plantations commerciales (agrumes, manguiers, avocatiers) on emploie uniquement des méthodes de multiplication végétative pour reproduire des individus aux caractères connus de productivité, qualité, et résistance aux prédateurs et maladies. La banane et l'ananas se reproduisent typiquement par des organes végétatifs et par conséquent conservent intégralement leurs caractères à travers leur descendance, sauf dans le cas d'une mutation spontanée. Le papayer est multiplié exclusivement par des graines.

Méthodes de multiplication végétative Les méthodes principales de multiplication végétative des fruitiers arborescents sont le greffage, le bouturage et le marcottage.

1. *Le greffage* est l'implantation d'un bout de tige ou d'un bourgeon (le greffon) sur un pied (le porte-greffe) afin de joindre les caractères des deux. Le greffage est le système le plus répandu chez les fruitiers commerciaux comme les agrumes (sauf le lime), le manguiier, l'avocatier. Le greffon et le porte-greffe sont de la même espèce chez la plupart des arbres fruitiers. Ce n'est pas toujours le cas chez les agrumes. On peut greffer l'oranger (*Citrus sinensis*) par exemple sur plusieurs autres espèces du genre *Citrus*, ou même sur des espèces d'autre genre dans la famille des Rutacées (p. ex. *Poncirus*). Les semences qui vont produire les porte-greffe sont récoltées sur des arbres sains et vigoureux. Elles sont triées et semées directement en germe car leur longévité est généralement faible et elles ne résistent pas au séchage (à l'exception des graines de papayer que l'on peut sécher légèrement à l'ombre). En cas de nécessité on peut garder les semences pendant quelque temps dans un bocal rempli de sable humide.

Le milieu dans les germoirs est constitué par exemple d'un mélange de sable, de couche arable et de matière organique (feuilles en décomposition) dans les proportions

1:1:1. Les germoirs, souvent à l'ombre, sont arrosés régulièrement. Les jeunes plantules sont repiquées en pépinière, soit sur des planches dont la terre est fertile et profonde, soit dans des sachets en plastique, remplis de bonne terre, riche en matière organique. A un âge de 3–12 mois, suivant l'espèce, les plantules sont greffées avec des greffons pris sur des arbres aux caractères connus et maintenus dans un 'parc à bois'. Quand les greffons ont atteint un certain développement, l'ensemble est transplanté dans la plantation, en général au début de la saison des pluies.

Le choix du porte-greffe dépend des maladies prévalentes dans la région, des conditions du sol, du climat, etc. Le schéma du tableau 11.11 montre pour les agrumes le degré de tolérance des principaux porte-greffe aux maladies importantes et leur influence sur la qualité et la quantité de produit (du greffon!).

Chez les autres fruitiers on utilise en général comme porte-greffe des types locaux, connus pour leur adaptation locale et on les greffe avec un clone productif, soit local, soit importé. Le caractère du porte-greffe influe souvent sur le comportement du greffon et même sur la qualité du produit; il est souhaitable que les porte-greffe soient uniformes. Ceci est difficile à obtenir avec des porte-greffe semés, sauf chez les agrumes et le manguier (polyembryonie nucellaire). Pour les autres fruitiers la multiplication clonale de porte-greffe par bouturage serait une solution.

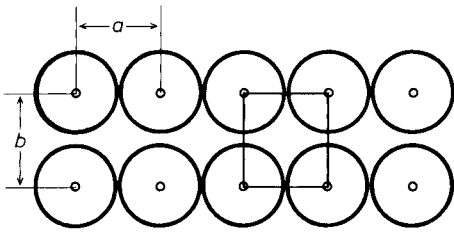
2. *Le bouturage* est la multiplication par morceaux de tige (parfois racine ou feuille) enracinés. Le bouturage est employé soit pour obtenir la production végétative d'arbres à partir de leur propre souche, soit pour la production de porte-greffe clonaux qui sont ensuite greffés avec des clones productifs (p. ex. chez l'avocatier). Le développement des racines est souvent stimulé par l'application de phytohormones. Quelques espèces permettent la reproduction par bouture de racine (p. ex. arbre à pain).

3. Dans le cas où le fruitier est difficilement bouturé on peut avoir recours au *marcottage*, technique qui induit la formation de racines sur un rameau, à l'intérieur d'une boule de terre attachée autour d'une cicatrice circulaire. Comme le marcottage est coûteux en travail et en temps on n'utilise ce système qu'en cas de nécessité ou pour la production d'un petit nombre de plantes.

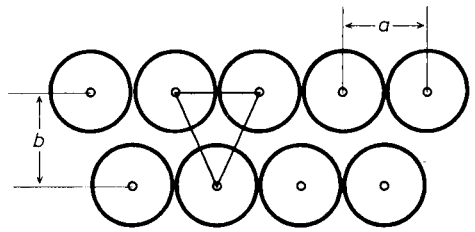
Préparations de semis/plantation

Plantation. Les fruitiers arborescents restent en pépinière pendant 6–24 mois. Avant de mettre les plants en place on creuse, surtout lorsque le sol est dur et compact, des trous de 60 × 60 × 60 cm ou plus suivant l'espèce. Il existe des tarières motorisées, manuelles ou montées sur tracteur. Les trous sont remplis au 3/4 avec la couche arable mélangée de préférence avec du fumier ou du compost. On coupe le fond du sachet, et en cas de semis en planches on a soin de garder le plus possible les racines intactes. On finit de combler les trous avec de la terre. La plantation s'effectue au début de la saison des pluies.

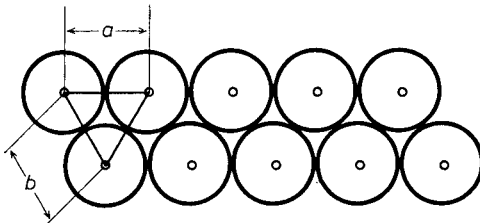
Pour le dispositif de plantation on peut choisir entre plusieurs solutions (figure 11.3):
– Plantation en rectangle. C'est le système le plus généralement utilisé. La distance



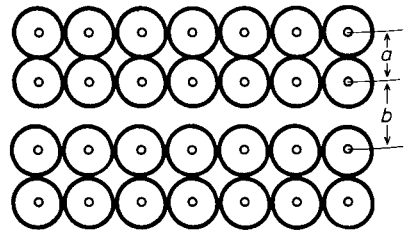
(1) rectangle $b > a$



(2) rectangle déplacé (triangle) $b > a$



(3) triangle équilatéral (quinconce) $b = a$



(4) doubles lignes $b > a$

Figure 11.3. Différents dispositifs de plantation chez les cultures fruitières (d'après Van Hall & Van de Koppel, 1946).

entre les lignes dépend surtout de l'espace nécessaire pour l'entretien de la plantation. En culture bananière mécanisée on trouve $3 \times 1,65$ m ou $3,5 \times 1,45$ m, tandis que dans la culture manuelle on utilise par exemple $2,5 \times 2,0$ m.

– Plantation en 'rectangle déplacé' (en triangle). L'une des lignes est déplacée par rapport à l'autre dans le sens de la longueur de la ligne. De cette manière les arbres de deux lignes voisines alternent entre eux. Ce système est surtout intéressant s'il s'agit d'arbres fruitiers. Chez le bananier l'avantage est négligeable.

– Plantation en 'triangle équilatéral' (en quinconce). La meilleure utilisation du terrain est obtenue par ce système. Dans le cas d'arbres de grande taille, qui sont plantés à grand écartement ce dispositif laisse assez d'espace pour le passage de l'équipement. Si au contraire ce sont des fruitiers plantés à petit écartement et que la culture soit mécanisée, on sera obligé de choisir les premières deux solutions.

– Plantation en doubles-lignes. Chez les fruitiers de petite taille, comme l'ananas ainsi que le sisal, on plante en doubles-lignes (lignes jumelées). L'écartement entre les deux lignes jumelées est faible, entre deux doubles-lignes voisines il est plus grand. Tout l'entretien et la récolte sont exécutés à partir des allées formées entre deux doubles-lignes. Ce système a été employé aussi chez le bananier.

L'orientation des lignes revêt un certain intérêt en relation avec l'utilisation de l'éner-

gie solaire. La meilleure utilisation est obtenue quand le maximum de la lumière tombe sur le feuillage et contribue à la photosynthèse, pendant la période de croissance active. Dans les régions tropicales la meilleure orientation des lignes, de ce point de vue, est nord-sud, mais d'autres considérations peuvent mener à un autre choix. Souvent on choisira l'orientation en fonction de la direction dominante du vent pour faciliter les traitements phytosanitaires de la plantation.

Le système de plantation en cordons est potentiellement intéressant. L'arbre est taillé de telle façon qu'on ne garde que quelques branches sur 2 ou 3 étages, et celles-ci sont conduites le long de fils de fer, portés sur des poteaux. Ce système, employé d'ailleurs depuis fort longtemps pour la vigne, les pommiers et les figuiers, a été essayé chez le manguier et l'avocatier. Les Passifloracées, étant des plantes grimpantes, elles sont toujours plantées en cordons.

L'aménagement de brise-vent est parfois conseillé là où les vents sont (périodiquement) forts et secs. Les bananiers, les agrumes et l'avocatier sont surtout sensibles. Sous les tropiques on peut employer *Leucaena*, *Gliricidia* ou *Erythrina*. Le brise-vent doit être planté au moins deux ans avant la plantation du fruitier et il donnera une protection sur une distance qui égale au moins à 6 fois sa hauteur.

Association Les arbres fruitiers se trouvent généralement en combinaison avec d'autres cultures, dans les jardins familiaux par exemple. Ce système est très répandu en Asie du Sud-Est, Polynésie et aux Caraïbes, mais n'est pas populaire en Afrique. Son importance est en général négligée. Dans l'île de Java (Indonésie) 90% de tous les fruits sont cultivés dans les jardins familiaux. Les fruitiers se trouvent aussi en cultures associées, notamment bananiers sous cocotiers ou en tant qu'ombrage temporaire pour les cacaoyers, ananas et papayers en tant que culture dérobée avec les hévéas ou les palmiers à huile, etc.

Dans la jeune plantation la terre n'est occupée que partiellement et la culture intercalaire de plantes annuelles est acceptable pendant quelques années. Les cultures exigeantes en éléments fertilisants (maïs, coton) sont déconseillées. Lorsque la culture intercalaire n'est pas envisagée en zone humide, l'interplantation d'une plante de couverture est préconisable comme protection du sol contre l'érosion, la perte de matière organique et la détérioration de la structure (*Pueraria phaseoloides*, *Calopogonium mucunoides*). En cas de saison sèche prononcée les plantes de couverture ne sont pas conseillées, elles absorberaient une partie de l'eau nécessaire aux fruitiers. On protège souvent le sol autour des plants par un paillage. Comme la paille en décomposition bloque une partie de l'azote il faut prévoir une quantité additionnelle d'azote en cas de paillage.

11.4.2 Phytotechnie

Taille des arbres fruitiers Au stade juvénile le but de la taille est de modifier la géométrie de l'arbre pour faciliter l'entretien, le traitement et la récolte. On préfère souvent un arbre à multiples tiges (3-4) qui forme une frondaison étalée. Chez les agrumes par exemple il est souhaitable d'obtenir un type d'arbre à 3 ou 4 branches déjà formées

en pépinière, dont la frondaison forme un hémisphère et dont le branchement se situe à quelque 50 cm du sol. La taille d'arbres établis est légère. Elle a pour but de maintenir une frondaison ouverte à la lumière solaire qui pourra pénétrer partout et de débarrasser l'arbre des branches mortes ou malades. Le moment de la taille se situe vers la fin de la saison sèche, avant que l'arbre ne reprenne sa croissance active.

Couverture, sarclage Chez les plantes de grande taille (arbres fruitiers, bananiers) en zone humide le sarclage intensif (A: clean weeding) n'est pas indiqué. On plantera souvent une plante de couverture pour protéger le sol ou bien on laissera pousser une couverture spontanée à laquelle on apportera un entretien régulier afin d'éviter que les arbres ne soient envahis. Il faut toujours garder une ceinture débarrassée de toute végétation autour du tronc pour éviter une concurrence racinaire. Le paillage autour du tronc est bénéfique.

Certaines plantes nuisibles à la culture doivent être supprimées. Pour les cultures à enracinement superficiel (surtout les bananes) ce sont alors les Graminées.

Lorsqu'il s'agit de bananeraies l'entretien devient superflu au bout de 4 mois si la plantation est bien conduite. Les plantes de couverture, en zone sèche et lors des saisons sèches, concurrenceraient trop en eau les arbres: des plantations sur un terrain plat et terre nue sont à préférer.

On doit débarrasser des adventices les plantations de papayers et d'ananas: tous deux résistent peu à la concurrence. On lutte contre les adventices par sarclage manuel ou aux herbicides.

La couverture, complète ou partielle, du sol par une feuille de polyéthylène noir, par la bagasse de canne à sucre, par la paille de riz, etc. est une technique efficace mais souvent trop coûteuse.

Fumure Le tableau 11.12 présente des données sur le prélèvement d'éléments nutritifs par le produit de quelques fruitiers. Ces données sont à considérer à titre indicatif: le plus important est le rapport entre les différents éléments prélevés. Il s'avère que les fruitiers prélèvent des quantités importantes de potasse. Outre l'exportation d'éléments par le produit, l'arbre en consomme des quantités importantes pour son développement végétatif.

Il est préférable que la fumure azotée soit donnée par petits apports fréquents (4–10 épandages par an) plutôt qu'en apports importants à longs intervalles, ceci surtout sur les sols légers et chez les fruitiers à enracinement superficiel (banane, ananas). Pour la potasse et le phosphore des apports plus forts et moins fréquents sont acceptables.

Chez les arbres fruitiers à fructification saisonnière comme par exemple le manguier, des apports importants d'engrais après la fructification, alternant avec des doses faibles vers la période de floraison permettent un développement plus équilibré de l'arbre. Une forte dose après la fructification stimule le développement des jeunes pousses, nécessaires pour porter les inflorescences prochaines. Cette stratégie peut atténuer le phénomène d'alternance.

L'établissement d'un régime adéquat de fumure est impératif. Les grandes exploitations effectueront leurs propres essais factoriels tandis que les petits producteurs se reporteront aux résultats d'essais obtenus par les centres de recherches.

La technique d'analyse foliaire est de plus en plus utilisée pour les fruitiers, notamment les agrumes, les bananiers et l'ananas (tableau 11.12).

Les carences très communes en oligo-éléments (Fe, Cu, Mn, Zn) sont facilement palliées par traitement du feuillage ou du sol avec l'élément manquant sous forme de sulfate, ou, dans le cas de fer sous forme de chélate. Pour l'application foliaire le sel est dissous dans l'eau. On est bien documenté en ce qui concerne les symptômes de carences en oligo-éléments chez les agrumes. Les carences le plus souvent rencontrées sont celles en fer, cuivre, manganèse et zinc. La plantation d'une légumineuse comme plante de couverture diminue sensiblement les besoins en fumure azotée.

Irrigation Les meilleurs rendements de tous les fruitiers commerciaux sont obtenus en zone aride sous irrigation.

Dans d'autres conditions écologiques on se trouvera souvent devant le problème de savoir si l'irrigation peut être rentable. La rentabilité dépendra des coûts de l'irrigation (installation, entretien, exploitation) d'une part et de l'augmentation du rendement et de la qualité d'autre part. Des critères généraux sont difficiles à donner. Pour les agrumes on a constaté qu'une saison sèche de plus de 2 mois rend l'irrigation indispensable pour une exploitation commerciale. Chez le bananier une pluviométrie mensuelle de moins de 100 mm est considérée comme déficitaire. A Nyombé (Cameroun), où le nombre de ces mois est de 3, l'irrigation par aspersion s'est avérée rentable pour la culture de 'Grande Naine'. L'irrigation pour l'ananas est rare. La fréquence et la quantité d'eau des arrosages dépendent du sol et du climat.

En zone aride on connaît l'irrigation goutte à goutte. Des tuyaux en polyéthylène, installés le long des arbres, apportent l'eau goutte par goutte au pied des arbres avec un débit constant. Ce système augmente énormément le taux d'efficacité d'utilisation de l'eau. La rentabilité dépend des coûts relatifs de l'eau, des installations et de leur exploitation.

Aspects spéciaux L'entretien des plantations de bananiers et d'ananas présente quelques aspects spéciaux qui justifient d'être traités séparément.

1. Bananes

– Oeilletonnage. On appelle 'oeilletonnage' la technique de taille judicieuse des rejets. Le but de cette taille est d'assurer une production régulière de la plantation. Elle est exécutée de telle manière qu'à la fructification de la plante dite mère, les deux successeurs sont déjà en place. Pour les bananiers plantés en ligne, on choisit de préférence des rejets-fils sur la ligne; on conserve la plupart du temps le premier rejeton qui apparaît à l'endroit désiré, ceci généralement après 4 ou 5 mois, puis après un laps de temps on conserve ensuite le deuxième rejeton: le rejeton 'petit-fils'.

– Soins aux régimes. Les régimes sont à la merci de plusieurs aléas:

- dégâts causés par frottement des feuilles contre les doigts;
 - dégâts causés par les oiseaux et les chauves-souris;
 - infections des bouts de doigt par cryptogame ('bout de cigare'), surtout en altitude.
- Pour éviter l'infection 'bout de cigare' on procède au brossage du bout des doigts afin d'enlever les restes des pistils qui constituent les voies d'entrée du cryptogame. Pour protéger les régimes contre les oiseaux, les chauves-souris et le frottement des feuilles, on les enveloppe de sachets de polyéthylène. La coloration du sachet en bleu évite les risques de brûlure par le soleil. On fixe les gaines 15 jours après la sortie de l'inflorescence.

On pratique parfois l'ablation du 'bourgeon mâle' mais plusieurs auteurs doutent de la prétendue augmentation de la récolte qui doit en résulter. Cette intervention diminuerait en outre la sensibilité au vent. Comme précaution supplémentaire contre la cercosporiose, on coupe parfois les vieilles feuilles.

Dans les régions sujettes aux vents forts le tuteurage est indispensable. Le plus pratique est celui des deux 'bambous de Chine' reliés par un fil de fer ou de polyéthylène, qui soutiennent le tronc juste au dessous du régime. Il faut prévoir la plantation de 1 ha de bambous pour 5 ha de bananiers.

2. *Ananas*

– Contrôle de la floraison. On a souvent intérêt à influencer sur la date de la récolte pour l'une des raisons suivantes:

- obtenir des fruits d'une poids déterminé et uniforme;
- éviter une saison néfaste à la qualité des fruits;
- faire coïncider les dates de récolte avec la demande extérieure.

La réduction de la longueur du cycle se traduit habituellement au niveau de la production par une diminution de rendement, résultant de l'interruption du développement de la plante. Elle réduit d'autre part considérablement le nombre de bulbilles.

Mais malgré ces inconvénients, le contrôle de la floraison est une pratique largement répandue. Ce contrôle s'exerce par la technique de l'hormonage. Le produit le plus utilisé reste l'acétylène, obtenu à partir de carbure de calcium. La solution de carbure fin et d'eau préparée (125 g de carbure par 50 l d'eau) est versée au coeur de la rosette à l'aide d'un tuyau en caoutchouc; les récipients en cuivre sont à déconseiller car l'acétylène agit sur le cuivre avec un dégagement de chaleur. Un mois après l'hormonage on peut faire une estimation de son efficacité et décider ou non de reprendre le traitement.

Le poids du fruit dépend du développement de la plante au moment de la différenciation de son inflorescence. A Nyombé (Cameroun), pour obtenir des fruits d'exportation de 1,5 kg, la floraison doit être déclenchée lorsque le poids moyen des feuilles récemment développées atteint environ 60–65 g.

Le laps de temps entre le traitement et la récolte est fonction de la température, du stade de développement de la plante, et du cultivar.

– Soins aux fruits. Il est de pratique courante de réduire la couronne à une hauteur de 7 cm environ, ce qui évite un surcroît de poids et facilite l'opération d'emballage.

L'enlèvement des bulbilles accélère aussi la maturité des fruits.

L'ananas étant très sensible au coup de soleil, surtout à l'approche de sa maturité, il est nécessaire d'assurer sa protection en saison sèche. Au Cameroun on utilise: soit la paille de brousse, soit le ficelage des feuilles les plus longues au-dessus du fruit. La deuxième méthode, bien qu'assurant une protection plus efficace que la précédente, est très onéreuse en main-d'oeuvre.

11.5 Maladies et prédateurs

Le tableau 11.13 donne une énumération des maladies et prédateurs les plus importants des différentes espèces ainsi que quelques aspects spécifiques de la protection à assurer.

La principale méthode de lutte contre tous les ennemis des plantes est la conduite hygiénique de la culture.

À la plantation il faut prévoir l'emploi de plants sains ou de rejets bien désinfectés aux nématicides, insecticides et fongicides (ananas, banane). Dans une plantation établie on détruit le plus tôt possible toutes les parties affectées: fruits, feuilles, et rameaux.

Un terrain mal drainé provoque souvent des attaques de maladies cryptogamiques transmises par le sol. Une amélioration du drainage est indiquée.

Chez les cultures de cycle relativement court (ananas, banane, papaye) la rotation avec d'autres cultures, ou la jachère, sont souvent à conseiller (cryptogames du sol, nématodes).

Dans la lutte contre les cochenilles, ravageurs de plusieurs espèces de fruitiers, l'attention sera dirigée vers les organismes avec lesquels elles vivent en symbiose: les fourmis. Un traitement des pieds et des troncs d'arbre pour rebuter les fourmis est souvent efficace comme méthode de lutte.

11.6 Récolte, rendement, stockage et transformation

11.6.1 Récolte

Pour tous les fruits la détermination de la maturité convenable est d'une importance cruciale. Une maturité trop avancée entraînera la perte partielle ou même totale de la production entre les lieux de récolte et de consommation. Chez les agrumes une récolte trop tardive confère aux fruits un goût insipide.

La récolte trop précoce des fruits leur donne un goût soit peu prononcé soit trop acide (p. ex. agrumes).

Les bananes et les mangues, qu'on peut laisser mûrir après le transport, sont récoltées bien avant leur maturité tandis que l'ananas, la papaye et l'avocat le sont presque mûrs. Les agrumes sont récoltés lorsque leur goût convient pour la consommation compte tenu du fait que ce goût varie peu après la récolte.

La récolte de tous les fruits se fait habituellement à la main à l'aide d'un couteau, d'une machette ou d'un sécateur. La majorité des fruits est très sensible aux chocs

pendant le transport. Il est conseillé de porter les fruits sur des porte-fruits toilés dès qu'ils sont coupés, ce qui est une pratique courante pour les bananes et l'ananas.

Il convient de relever ici quelques points spécifiques pour les agrumes et les bananes.

– Agrumes. Pour la détermination du degré de maturité des agrumes on mesure le rapport entre le 'brix' (pourcentage de substances en solution) et l'acidité (pourcentage d'acide) du jus. Le minimum de ce rapport est de 8 (régions subtropicales) à 10 (régions tropicales) pour les oranges et un peu plus bas pour les pomélos. Pendant le stockage et le transport ce taux montera légèrement.

– Bananes. Le stade optimal de maturité dépend surtout de la durée du transport entre producteur et consommateur, et du clone. Plus le voyage est long, plus verts on coupe les régimes. En anglais on connaît les termes suivants pour indiquer le stade de maturité:

- 'three-quarters full' (trois quarts léger): doigts encore bien angulaires;
- 'full three-quarters' (trois quarts léger): doigts en stade intermédiaire;
- 'high three-quarters' (trois quarts plein): doigts déjà légèrement arrondis;
- 'heavy three-quarters (plein): doigts arrondis.

L'âge des régimes à 'three quarters full' est approximativement de 80 jours dans des conditions tropicales; au stade 'high three quarters' c'est quelque 90 jours. A 80 jours le poids du régime n'est qu'à la moitié du poids d'un régime parfaitement mûr! L'état optimal de maturité doit être établi en fonction de la durée du transport entre la bananeraie et le port de débarquement. Après la coupe les faux troncs sont segmentés et dispersés dans la plantation.

Emballage et transport Les fruits d'exportation sont emballés en cartons après lavage et désinfection, et chargés dans des bateaux polythermes. La réfrigération est indispensable pour arrêter ou plutôt freiner l'activité physiologique à l'intérieur des fruits. Les températures optimales de transport et la durée admissible du voyage sont indiquées dans le tableau 11.14. Chez les bananes on peut modifier le stade de maturité à la récolte en fonction de la durée prévue du voyage.

Les ananas d'exportation du Cameroun sont transportés dans les bateaux bananiers, le volume de production étant encore trop faible pour justifier l'emploi de cales spécialisées à plus basse température (8 °C). Les températures que l'on peut obtenir dans les bateaux bananiers sont trop élevées (12 °C), ce qui limite la durée admissible du voyage et augmente le risque de pertes.

Pour les mangues, fruit potentiellement intéressant pour l'exportation, les conditions optimales de transport ne sont pas encore au point. Le peu qui s'exporte est transporté par voie aérienne.

11.6.2 Rendement

Les rendements des fruits principaux sont consignés dans le tableau 11.2.

11.6.3 Stockage

Pour les conditions de stockage on se reportera au tableau 11.14.

11.6.4 Transformation

Le tableau 11.3 présente quelques informations sur la transformation des fruits. Il existe des plantations d'agrumes et d'ananas qui se spécialisent dans la transformation des fruits en conserve et en jus. D'autres produisent pour l'exportation de fruits frais ainsi que pour la transformation. Un problème pour les industries de transformation est souvent celui de l'utilisation des déchets comme les peaux et le résidu de presse. Ces déchets ont une valeur certaine et il faudrait les utiliser dans la nutrition animale. Les pédoncules des régimes de banane, très riches en potasse, pourraient être restitués au sol.

11.7 Amélioration

Chez tous les fruitiers du monde l'amélioration a été surtout fonction jusqu'à maintenant de l'emploi de la variation existant dans les populations naturelles, hybrides naturels et mutations spontanées incluses. La plupart des fruitiers pouvant se multiplier végétativement, on a pu conserver les caractéristiques intéressantes (productivité, qualité, résistance aux maladies et prédateurs ou aux aléas de climat), rencontrées chez certaines plantes à travers les générations.

Presque tous les cultivars importants des agrumes, des bananiers, de l'ananas, du manguiers, sont le résultat de ce genre de sélection parmi les types les plus intéressants à partir de populations naturelles. Tout effort tendant à l'amélioration de fruitiers peu explorés par la recherche (p.ex. les safoutiers au Cameroun), devrait commencer par la sélection de types intéressants dans les populations naturelles et par leur multiplication végétative (bouturage, greffage, marcottage). La création de combinaisons nouvelles de caractères par croisement contrôlé n'a guère produit de cultivars valables. Quelques exemples:

– Agrumes. Quelques hybrides artificiels entre *Citrus sinensis* et *Poncirus trifoliata* sont prometteurs comme porte-greffe: 'Troyer' et 'Carrizo' citranges (on appelle 'citranges' le groupe d'hybrides entre *C. sinensis* et *Poncirus trifoliata*).

– Bananiers. Les problèmes techniques sont considérables. Les seules plantes-mères utilisées jusqu'à présent sont le 'Gros Michel' et le 'Highgate'. Pollinisés avec un pollen fertile, provenant de types diploïdes, ces clones produisent en moyenne 1,5 graine par régime, dont seulement 20% sont viables. De ces 20%, quelques 50% sont des heptaploïdes sans valeur. Le reste est formé de tétraploïdes qui sont potentiellement intéressants, ce qui explique le progrès lent de l'amélioration. L'effort actuel (surtout aux Caraïbes) consiste à créer des plantes mâles 'artificielles' intéressantes, à croiser ensuite avec 'Gros Michel' ou 'Highgate'.

11.8 Production, commercialisation et tendances

Quelques données sur la production mondiale des principaux fruitiers sont consignées sur le tableau 11.2.

Les agrumes, l'ananas et les bananes sont destinés pour une grande partie au commerce international. Les autres sont surtout consommés localement.

L'intérêt du marché européen pour les fruits exotiques va toujours croissant. La consommation d'avocats en particulier est en net progrès. La papaye et la mangue sont encore mal connues, mais leur importance potentielle est certaine. Il reste à organiser le circuit de commercialisation et à mettre au point les meilleures méthodes de transport et de conservation des fruits frais.

11.9 Caractéristiques particulières

Vergers de case Au Cameroun, chez la population rurale, il n'existe guère de tradition de consommation de fruits. Ceci contrairement aux peuples asiatiques, chez qui autour des cases, on trouve toutes sortes de fruitiers destinés à l'autoconsommation familiale. Les fruits pouvant donner une nutrition additionnelle intéressante, particulièrement en vitamines et minéraux, mais aussi en hydrates de carbone, il serait souhaitable de stimuler le paysan à augmenter la plantation de fruitiers autour de sa case. Dans les régions proches des grands centres urbains le surplus de la production peut en outre être destiné au marché.

Le tableau 11.15 donne un exemple d'un jardin d'enclos, qui donne des fruits pendant toute l'année et qui comprend les fruits les plus importants du point de vue nutritionnel.

Etablissement d'une industrie fruitière Les différentes phases pour créer une industrie fruitière comprennent :

- Collecter des semences, boutures et greffons de toutes les espèces et cultivars locaux ou importés qui semblent présenter un intérêt.
- Etude des matériaux collectés sous différentes conditions écologiques, sur différents types de sol, pendant plusieurs années.
- Obtenir des données quantitatives et qualitatives concernant la taille, le comportement, la sensibilité aux maladies, aux prédateurs et à la sécheresse, le poids, le nombre et la qualité des fruits.
- Installation d'un laboratoire de technologie pour la préparation expérimentale des jus, boissons, conserves.
- Recherche appliquée conduite par l'agronome en vue de la mise au point des meilleurs cultivars, de la meilleure méthode de multiplication et de culture. Sur le choix de cultivars l'avis du technologue en alimentation est à considérer.
- Consultation d'un économiste pour l'évaluation des dépenses et des bénéfices selon les volumes de production. Celui-ci étudie les problèmes commerciaux, les besoins en capitaux et le volume optimal de la production.

- Etablissement de pépinières, défrichage du terrain, établissement des plantations.
- Construction de l'usine.
- Le choix entre culture en plantation industrielle ou culture autochtone dépend des conditions locales, de la densité de la population notamment, mais il s'agit surtout d'un choix politique.

On sera souvent dans l'impossibilité de respecter ponctuellement toutes les phases indiquées ci-dessus.

Un démarrage plus rapide pourrait être envisagé en faisant appel aux instituts déjà sur place, qui sont à même de fournir des renseignements scientifiques et pratiques importants. Ceci rendrait possible de commencer la plantation à une échelle limitée tout en s'appuyant sur la recherche et en tenant compte des éventuelles modifications à apporter pour arriver à l'établissement d'une industrie fruitière optimale.

11.10 Bibliographie

Ouvrages généraux

- Anonymus, 1962. *The Samaka Guide to homesite farming*. Samaka Service Centre. Manilla. Philippines.
- Brice, R. Cours de cultures fruitières. ENSA. Nkolbisson.
- Cobley, L. S. & W. M. Steele, 1976. *An introduction to the botany of tropical crops*. 2nd ed. Longman. London.
- FAO, 1979^a. *Annuaire de la production*. Vol. 32. Rome.
- FAO, 1979^b. *Annuaire du commerce*. Vol. 32. Rome.
- Geus, J. G. de, 1973. *Fertilizer guide for the tropics and subtropics*. Centre d'Etude de l'Azote. Zürich. Suisse.
- Hall, C. J. J. van & C. v. d. Koppel, 1946. *De landbouw in den Indischen Archipel*. Deel I. W. van Hoeve. 's Gravenhage.
- Kennard, W. C. & H. F. Winters, 1960. *Some fruits and nuts for the tropics*. Misc. publications no. 801. Agric. Res. Serv. USDA, Washington.
- Platt, B. S., 1971. *Tables of representative values of foods commonly used in tropical countries*. Medic. Res. Council; Spec. Rep. Series 302; Her Maj. Stat. Off. London.
- Purseglove, J. W., 1968, 1972. *Tropical crops*. 4 volumes. Longman. London.
- Samson, J. A., 1980. *Tropical fruits*. Longman. London.
- Tindall, H. D., 1968. *Fruits et légumes en Afrique Occidentale*. FAO. Rome.
- Williams, C. N., 1975. *The agronomy of the major tropical crops*. Oxford Univ. Press. Kuala Lumpur.

Agrumes

- Hume, H. H., 1966. *Citrus fruits*. MacMillan. New York. London: 17-20.
- Klotz, L. J., 1973. *Color handbook of citrus diseases*. Univ. of California.
- Praloran, J. C., 1971. *Les agrumes*. Maisonneuve & Larose. Paris.
- Reuther, W. et al., 1967-1978. *The citrus industry*. 4 volumes. Univ. of California.
- Samson, J. A., 1968. *Citrus cultivation in Surinam*. Neth. J. Agric. Sci. 16: 186-196.

Ananas

- Collins, J. L., 1960. *The pineapple*. Leonard Hill. London.
- Py, C. & M. A. Tisseau, 1965. *L'ananas*. Maisonneuve & Larose. Paris.

Avocatier

- Hume, E. P., 1951. Growing avocados in Puerto Rico. Fed. Exp. Sta. Puerto Rico Circ. 33.
La Rue, J. H. & K. W. Opitz, 1976. Growing avocados in the San Joaquin Valley. UC leaflet 2904.
Platt, R. G. & E. F. Frolich, 1965. Propagation of avocados. Calif. Agric. Exp. Sta. circ. 531.

Bananes

- Anonymous. Principes élémentaires de la culture de la banane 'Poyo' au Cameroun. IFAC. Nyombé.
Aubert, B., 1971. Action du climat sur le comportement du bananier en zones tropicales et subtropicales. Fruits 26 (3): 175-188.
Champion, J., 1963. Le bananier. Maisonneuve & Larose. Paris.
Melin, Ph. & J. Marseault, 1972. Intérêt de l'irrigation en bananeraie au Cameroun. Fruits 27 (7/8): 495-508.
Simmonds, N. W., 1966. Bananas. 2nd ed. Longman. London.

Manguier

- Dubois, L. & R. Van Laere, 1948. Le manguier au Congo Belge et au Ruanda-Urundi. Min. des Colonies. Bruxelles.
Laroussilhe, F. de, 1980. Le manguier. Maisonneuve & Larose. Paris.
Singh, L. B., 1960. The mango. Leonard Hill. London.
Singh, L. B., 1969. Mango. Dans: F. D. Ferwerda & F. Wit, eds. Outlines of perennial crop breeding in the tropics. Misc. Papers 4. Landbouwhogeschool. Wageningen. The Netherlands: 309-327.

Papayer

- Lassoudière, A., R. Guertout & P. Frossard, 1968/69. Le papayer. Extrait de 'Fruits'. IFAC. Paris.
Storey, W. B., 1969. Papaya. Dans: F. D. Ferwerda & F. Wit, eds. Outlines of perennial crop breeding in the tropics. Misc. Papers 4. Landbouwhogeschool. Wageningen. The Netherlands: 389-407.
Van Laere, R., 1959. Le Papayer. Tract. no. 34. Dir. de l'agric. des forêts et de l'élevage. Bruxelles.

11.11 Tableaux

Tableau 11.1. Noms, famille, origine et répartition de quelques fruitiers.

Nom scientifique	Famille	Noms vernaculaires	Origine	Répartition
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	noix de cajou, anacarde (F); cashew nut (A)	Amérique tropicale	pays tropicaux
<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.	Bromeliaceae	ananas (F); pineapple (A)	Parana-Paraguay	pays tropicaux et subtropicaux
<i>Annona muricata</i> L.	Annonaceae	corosol (F); soursop (A)	Amérique tropicale	pays tropicaux à climat humide
<i>Artocarpus altilis</i> (Park.) Fosberg	Moraceae	arbre à pain (F); breadfruit (A)	Polynésie	pays tropicaux à climat humide
<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	papaye (F); papaya, pawpaw (A)	Mexique, Costa Rica	tous pays tropicaux et subtropicaux
<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swng.	Rutaceae	lime (F); lime (A)	Asie	pays tropicaux
<i>Citrus aurantium</i> L.	Rutaceae	bigarade (F); sour orange, seville orange (A)	Asie	pays tropicaux et subtropicaux
<i>Citrus grandis</i> (L.) Osbeck	Rutaceae	pamplemousse (F); shaddock, pummelo (A)	Asie	pays tropicaux, surtout Asie
<i>Citrus limon</i> (L.) Burm. fil.	Rutaceae	citron (F); lemon (A)	Asie	pays à climat méditerranéen
<i>Citrus medica</i> L.	Rutaceae	cédrat (F); citron (A)	Asie	pays à climat méditerranéen
<i>Citrus paradisi</i> Macf.	Rutaceae	pomélo (F); grapefruit (A)	Barbade	pays tropicaux et subtropicaux
<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Rutaceae	mandarine (F); mandarin (A)	Asie	pays tropicaux et subtropicaux
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Rutaceae	orange (F); sweet orange (A)	Asie	pays tropicaux et subtropicaux
<i>Dacryodes edulis</i> (G. Don) Lam.	Burseraceae	safout (F)	Afrique Occidentale	Afrique Occidentale
<i>Ficus carica</i> L.	Moraceae	figue (F); fig (A)	Asie Mineure	pays à climat méditerranéen
<i>Irvingia gabonensis</i> (Aubry-Lecomte ex O'Rorke)				
Baill.	Simarubaceae	mangue sauvage (F)	Afrique Equatoriale	pays tropicaux
<i>Malpighia glabra</i> L.	Malpighiaceae	cerise de barbade (F); Barbados cherry, West Indian cherry (A)	Amérique tropicale	pays tropicaux, surtout Amérique
<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	mangue (F); mango (A)	Inde-Birmanie	pays tropicaux
<i>Musa L.</i> (AAA)	Musaceae	banane douce (F); banana (A)	Asie	pays tropicaux et subtropicaux
<i>Musa L.</i> (AAB)	Musaceae	banane plantain (F); plantain (A)	Asie	pays tropicaux
<i>Passiflora edulis</i> Sims	Passifloraceae	grenadille, barbade (F); yellow passionfruit (A)	Brsil	pays tropicaux et subtropicaux
<i>Passiflora quadrangularis</i> L.	Passifloraceae	grenadille géante (F); grenadilla (A)	Amérique	pays tropicaux
<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae	avocat (F); avocado pear (A)	Amérique centrale	pays tropicaux, subtropicaux et méditerranéens

Tableau 11.1. (suite).

Nom scientifique	Famille	Noms vernaculaires	Origine	Répartition
<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	goyave (F); guava (A)	Amérique tropicale	pays tropicaux
<i>Phoenix dactylifera</i> L.	Palmae	datte (F); date (A)	Moyen-Orient	Afrique du Nord, Asie Mineure
<i>Punica granatum</i> L.	Punicaceae	grenade (F); pomegranate (A)	Iran	pays tropicaux et subtropicaux à climat sec
<i>Spondias cythera</i> Sonn.	Anacardiaceae	casamangue (F); golden apple (A)	Polynésie	pays tropicaux
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Myrtaceae	pomme rose (F); rose apple (A)	Indo-Malaise	pays tropicaux
<i>Tamarindus indica</i> L.	Leguminosae	tamarin (F); tamarind (A)	Afrique du Nord	pays tropicaux
<i>Trichocyclophora</i> sp.	Anacardiaceae	mvout	Afrique Occidentale	Afrique Occidentale

Sources diverses.

Tableau 11.2. Production, rendement et principaux pays producteurs & exportateurs des fruitiers les plus importants (1977).

Espèce	Production mondiale ($\times 10^3$ tonnes)	Rendement (tonnes ha ⁻¹)	Pays producteurs principaux	Pays exportateurs principaux	Observations
<i>Ananas comosus</i>	6 724	38-75, pour la première récolte; 50 pour cent pour la repousse	Hawaii, Brésil, Thaïlande, Philippines	Hawaii, Côte d'Ivoire, Malaisie	
<i>Carica papaya</i>	1 488	40-60 par an dans les bonnes plantations	Indonésie, Inde, Mexique	Hawaii	
<i>Citrus</i> spp.	51 035	rarement supérieur à 20 (régions tropicales); régions subtropicales: - orange, mandarine: 30 - pomélo, citron: 40	Etats-Unis, Brésil, Espagne, Mexique, Italie	Espagne, Israël, Etats-Unis, Maroc, Afrique du Sud	Production en 1977 ($\times 10^3$ tonnes): - orange: 34 338 - mandarine: 7 356 - citron & lime: 5 038 - pomélo & pamplemousse: 4 303

Tableau 11.2. (suite).

Espèce	Production mondiale ($\times 10^3$ tonnes)	Rendement (tonnes ha ⁻¹)	Pays producteurs principaux	Pays exportateurs principaux	Observations
<i>Mangifera indica</i>	13 552	6-20	Inde, Pakistan, Indonésie	Inde, Mexique, Mali	
<i>Musa</i> banane douce	36 346	15-60 par an; 35 par an de bananes exportables dans une plantation moderne	Brésil, Inde, Indonésie, Ecua- dor	Ecuador, Costa Rica, Hondu- ras, Panama, Philippines	
plantain	19 529	jusqu'à 40 (production expé- ri-mentale)	Ouganda, Nigéria, Colombie, Rwanda, Zaïre, Cameroun		
<i>Pesea americana</i>	1 322	5-25	Mexique, St. Domingue, Brésil	Etats-Unis, Afrique du Sud	

Sources: FAO (1979^a, 1979^b).

Tableau 11.3. Produits principaux et secondaires et utilisations diverses de quelques fruitiers.

Espèce	Produits principaux	Produits secondaires	Utilisations diverses
<i>Anacardium occidentale</i>	amandes grillées, salées ou non et en gâteaux, chocolat, etc., beurre d'anacarde; coque: baume de cajou extrait de la coque; plusieurs utilisations industrielles après transformation en résines	potomme cajou: confiture, mélange de jus, conserves, pâtes de fruits; tourteau de l'amande: pâtisserie et confiserie	arbre de reboisement de zones arides. bois: de qualité médiocre
<i>Ananas comosus</i>	fruits consommés en frais, ou en conserve en tranches au sirop. jus pur ou mélangé; sirop	résidu de presse ensilé ou déshydraté (son d'ananas) pour la nutrition animale. jus: fabrication de vinaigre	plantes: feuilles hachées pour le bétail; en pâturage. fibre des feuilles de belle qualité
<i>Annona muricata</i>	fruits: consommés frais pulpe: pour la fabrication de boissons, glaces		

Tableau 11.3. (suite).

Espèce	Produits principaux	Produits secondaires	Utilisations diverses
<i>Artocarpus altilis</i>	fruits: la pulpe est mangée cuite ou grillée	latex (papaine) extrait par la saignée de fruits verts; employé comme attendrisseur de viande, et digestif.	feuilles: pour envelopper la viande afin de l'attendrir.
<i>Carica papaya</i>	fruits consommés frais, seuls ou en compote de fruits	grains: vermifuge	jeunes feuilles mangées comme légumes
<i>Citrus</i> spp.	fruits: consommés frais (orange, mandarine, pamplemousse, pomélo) jus: consommé pur, mélangé ou dilué. Extraction d'acide citrique du jus de citron.	résidu de presse pour la nutrition animale. peau: fabrication de pectine et d'huiles essentielles	fleurs de bigaradier pour la fabrication d'huiles essentielles très fines
<i>Dacryodes edulis</i>	fruits: mangés après grillage		
<i>Ficus carica</i>	fruits: consommés frais ou après séchage		
<i>Hibiscus sabdariffa</i>	calices: préparation de gelée, de confiture, ou de thé		
<i>Irvingia gabonensis</i>	fruits: consommés frais		
<i>Malpighia glabra</i>	fruits: préparation de gelée ou de confiture	jus: enrichissement d'autres jus de fruits en vitamine C	
<i>Mangifera indica</i>	fruits: consommés frais	pulpe: préparation de conserves, de confitures, de boissons; pulpe des fruits verts pour la préparation de 'pickles' et de 'chutney'	
<i>Musa</i>	fruits: consommés frais ou après cuisson ou friture	pulpe: préparation de bière; fabrication d'amidon. déchets à l'emballage: pour la nutrition des porcs	pseudo-tronc: nutrition des porcs plante: ombrage temporaire pour cacao- yer

Tableau 11.3. (suite).

Espèce	Produits principaux	Produits secondaires	Utilisations diverses
<i>Passiflora</i> spp.	pulpe (dans la cavité du fruit); préparation de boissons mélangées, confiture, gelée, glace; consommée fraîche	fruits verts: consommés comme légume après cuisson (<i>P. quadrangularis</i>)	
<i>Persea americana</i>	fruits: consommés en salade et à la vinaigrette, ou sucrés, en glace ou en 'milk-shake'	huile: extraite des fruits trop mûrs, et utilisée dans les produits cosmétiques et pharmaceutiques	
<i>Psidium guajava</i>	fruits: consommés frais; préparation de jus, de boisson, gelée, confiture		
<i>Phoenix dactylifera</i>	fruits: consommés frais ou après séchage		
<i>Punica granatum</i>	fruits: pulpe consommée fraîche; préparation de boissons		
<i>Spondias cytherea</i>	fruits: consommés frais		
<i>Syzygium jambos</i>	fruits: préparation de gelée ou de confiture; consommés frais		
<i>Tamarindus indica</i>	fruits: préparation de boissons, 'chutney', sauce de viande. fruits: consommés frais	feuilles jeunes: légume. fleurs: légume	grains: préparation d'hydrates de carbone
<i>Trichocyclopa</i> sp.	fruits: consommés frais		

Sources diverses.

Tableau 11.4. Composition chimique de quelques fruits (par 100 g de partie comestible).

Espèce	Eau (g)	Energie		Protéi- nes (g)	Lipides (g)	Gluci- des (g)	Fibre (g)	Calcium (mg)	Fer (mg)	Vit. A (U.I.)	Vit. B ₁ (mg)	Vit. B ₂ (mg)	Acide nico- tinique (mg)	Vit. C (mg)
		kJ	keal											
<i>Anacardium occidentale</i>														
amande	5	2478	590	20.0	45.0	26	1.3	50	5.0	0-50	0.6	0.2	2.1	0
pomme	85	235	56	0.7	ø	13	0.6	2	0.5	0-450	0.02	0.02	0.5	140-600
<i>Ananas comosus</i>	85	239	57	0.4	ø	14	0.5	20	0.5	20-200	0.08	0.03	0.1	8-165
<i>Artocarpus altilis</i>	70	475	113	1.5	0.4	26	1.3	25	1.0	ø	0.1	0.06	1.2	ø-50
<i>Carica papaya</i>	89	164	39	0.6	ø	9	0.7	20	0.5	ø-4000	0.03	0.03	0.2	18-180
<i>Citrus limon</i>	90	151	36	0.7	ø	8	0.5	22	0.5	ø	0.05	ø	0.2	25-60
<i>Citrus paradisi</i>	90	155	37	0.5	ø	9	0.3	20	0.5	ø	0.04	0.01	0.2	20-70
<i>Citrus reticulata</i>	86	223	53	0.8	ø	13	0.3	30	0.5	ø-500	0.08	0.03	0.2	35-80
<i>Citrus sinensis</i>	86	223	53	0.8	ø	13	0.3	30	0.5	ø-500	0.08	0.03	0.2	35-80
<i>Ficus carica</i> (sec)	20	1130	269	4.0	ø	63	11.0	200	4.0	100	0.1	0.08	1.7	0
<i>Mangifera indica</i>	83	265	63	0.5	ø	15	0.8	10	0.5	ø-2000	0.03	0.04	0.3	10-180
<i>Musa</i>														
banane douce	70	487	116	1.0	0.3	27	0.3	7	0.5	ø-900	0.05	0.05	0.7	6-30
plantain	67	538	128	1.0	0.2	31	0.3	7	0.5	ø-1100	0.05	0.05	0.7	20
<i>Passiflora edulis</i>	75	387	92	2.3	2.0	16	3.5	10	1.0	ø-500	ø	0.1	1.5	13-65
<i>Persea americana</i>	75	693	165	1.5	15.0	6	1.5	10	1.0	ø-300	0.07	0.15	1.0	5-30
<i>Psidium guajava</i>	80	244	58	1.0	0.4	13	5.5	15	1.0	20-1200	0.05	0.04	1.0	20-600
<i>Phoenix dactylifera</i>														
(à noyau) (sec)	20	1273	303	2.0	ø	74	2.4	70	2.0	ø-100	0.07	0.05	2.0	ø
<i>Tamarindus indica</i>	20	1277	304	2.0	ø	74	2.0	50	3.0	20-300	0.4	0.15	0.15	0-15

ø: trace.

Source: Platt (1971).

Tableau 11.5. Quelques fruits, rangés par ordre de teneur en β -carotène et vitamine C.

Espèce	β -carotène (mg/100 g)	Espèce	Vit. C (mg/100 g)
<i>Carica papaya</i>	1,5	<i>Malpighia glabra</i>	1000-3300
<i>Mangifera indica</i>	0,6	<i>Psidium guajava</i>	200
<i>Citrus reticulata</i>	0,4	<i>Anacardium occidentale</i> (faux-fruit)	80?
		<i>Carica papaya</i>	60
		<i>Citrus sinensis</i>	50
		<i>Annona muricata</i>	?
		<i>Musa</i> (AAB, sous-groupe Plantain)	5,5-150

Sources diverses.

Tableau 11.6. Voir p. 424.

Tableau 11.7. Durée des stades de développement des principaux fruitiers.

Espèce	Semis-première floraison	Développement du fruit	Age maximal	
			physique	économique
<i>Ananas comosus</i>	10-16 mois	5-6 mois	?	2-3 ans
<i>Carica papaya</i>	4-8 mois	4-6 mois	10 ans	2-5 ans
<i>Citrus</i> spp.	4 ans (plants greffés)	6-15 mois	?	?
<i>Mangifera indica</i>	4-5 ans (plants greffés) 6-8 ans (plants de semis)	2-5 mois	jusqu'à 100 ans	?
<i>Musa</i>	11-17 mois	export: 3 mois mûr: 4 mois	> 50 ans	4-10 ans
<i>Persea americana</i>	4-5 ans (plants greffés) 5-6 ans (plants de semis)	6-12 mois	?	?

Sources diverses.

Tableau 11.8. Les grands groupes écologiques de l'avocatier et leurs caractéristiques.

	Mexicain	Guatémaltèque	Antillais
longueur de pédoncules	moyen	long	court
développement fruits	6-8 mois	9-12 mois	6-9 mois
% huile	10-30	8-15	3-10
adaptation	subtropiques; tropiques en altitude	subtropiques; tropiques en altitude	tropiques
tolérance aux basses températures	-7 à -8 °C	-4 à -5 °C	
tolérance à la sécheresse	moyenne	moyenne	moyenne
tolérance au sel	aucune	aucune	

Source: Purseglove (1968).

Tableau 11.6. Caractères morphologiques des principaux fruitiers et leur cultivars.

Espèce	Cycle	Chromosomes (2n)	Structure	Temps de maturation	Cultivars
<i>Ananas comosus</i> (ananas)	perénne, monocarpique	50	Plante herbacée à tige courte au stade végétatif; bourgeons axillaires formant des rejets; bulbillé à la base du fruit, hapa à la base du pédoncule, cayeu dans les aisselles des feuilles, et cayeu de base sur la tige souterraine; feuilles en rosette, sessiles, à forme de gouttière, pourvues de tissus aquifères; épines sur les marges, ou absentes; inflorescence: épi, avec fleurs hermaphrodites, autostériles, soutenues par des bractées; fruit composé, toutes les parties florales (sauf étamines, style et pétales) contribuent à sa formation; l'axe de l'inflorescence forme le coeur du fruit.	5-6 mois	Trois groupes de cultivars: - Cayenne: groupe commercial principal avec 'Cayenne lisse' (sans épines, à gros fruits, très sensible aux maladies), 'Baronne de Rothschild'. Le type Camerounais de 'Cayenne lisse' est moins sensible au 'wilt'. - Queen: groupe de moindre importance en Afrique. - Spanish: avec 'Red Spanish', cultivar 'rustique', peu sensible aux maladies, pour l'exportation des fruits frais.
<i>Carica papaya</i> (papaye)	perénne	18	Petit arbre à tronc simple, rarement branché, juv. qu'à 3 m, tendre, à cavité centrale; feuilles simples, profondément incisées, à pétiole très long; inflorescences axillaires, mâles ou femelles; fleurs mâles en panicules très branchées; fleurs femelles ou hermaphrodites en groupes de 1 à 5 en inflorescences ramassées; fruit: bâte à cavité centrale, à nombreuses graines, de forme ovoïde-oblongue ou piriforme.	4-6 mois	L'espèce présente une grande variabilité en couleur des fruits, forme, précocité, productivité, etc. Il existe très peu de cultivars bien établis, sauf le cultivar hermaphrodite 'Solo d'Hawaii'.

Tableau 11.6. (suite).

Espèce	Cycle	Chromosomes (2n)	Structure	Temps de maturation	Cultivars
<i>Citrus</i> spp. (agrumes)	perénne	18	Petit arbre, branché à 1 m (arbres semés) ou plus (arbres greffés), pouvant atteindre 5 m de hauteur; arbres semés souvent épineux; feuilles unifoliées à glandes d'huile, souvent ailées; fleurs axillaires, seules ou en petits groupes sur les jeunes pousses; ovaire supère, 8-15 carpelles, ovules à placentation axile; fruit: baie (hespéridie) avec exocarpe coloré à glandes d'huile, mésocarpe (albédo), et endocarpe enveloppant les carpelles avec les sachets de jus.	6-15 mois	Des milliers de clones établis
<i>C. aurantifolia</i> (lime)			pétioles à ailes étroites; petits fruits à péricarpe mince; chair verdâtre, très acide		'Key lime' (= 'Mexican lime', 'West indian lime'), 'Tahiti lime' (3x).
<i>C. aurantium</i> (bigarade)			pétioles à ailes larges; fruits de taille moyenne, à péricarpe raboteux, épais; chair très acide et amère		surtout employé comme porte-greffe pour citron, orange et pomélo.
<i>C. grandis</i> (pamplemousse)			pétioles à ailes très larges; fruits très gros, à péricarpe épais; sachets de jus facilement séparables.		pas de cultivars; seulement des types locaux.
<i>C. limon</i> (limon)			pétioles non ailées; fruits de taille moyenne à péricarpe assez épais; chair acide.		espèce subtropicale. 'Eureka', 'Lisbon', 'Villafranca'.

Tableau 11.6. (suite).

Espèce	Cycle	Chromosomes (2n)	Structure	Temps de maturation	Cultivars
<i>C. paradisi</i> (pomélo)			pétioles à ailes larges; fruits gros; péricarpe à épaisseur variable; chair légèrement amère.		des types avec et sans graines, à chair blanche ou rouge. 'Marsh seedless' et 'Red blush' ou 'Ruby' sont conseillés pour le Sud Cameroun.
<i>C. reticulata</i> (mandarine)			pétioles à ailes étroites; fruits de taille moyenne à petite; péricarpe facilement détachable.		espèce très hétérogène. Cultivars tropicaux: 'Commune', 'Dancy', 'Osceola'.
<i>C. sinensis</i> (orange)			pétioles à ailes étroites; fruits de taille moyenne à grande; péricarpe généralement peu épais.		trois grands groupes: - 'blonde' (A: commun) - 'sanguine' (A: blood) - 'navel' (A: navel) Pour les tropiques le groupe 'blonde' est surtout important: par exemple 'Hamlin' (précoc), 'Pineapple' (moyen), 'Valencia' (tardif), 'Pera'.

Tableau II.6. (suite).

Espèce	Cycle	Chromosomes (2n)	Structure	Temps de maturation	Cultivars
<i>Mangifera indica</i> (mangue)	perenne	40	Arbre à tronc lignifié, branché, allant jusqu'à 40 m, feuilles simples, lancéolées, disposées en spirales, produites en 'flushes'; inflorescence: panicule terminale, très ramifiée, sur les nouvelles pousses, portant 1 000-6 000 fleurs, qui sont soit mâles soit hermaphrodites; fruit: drupe de dimensions très variables, avec exocarpe assez épais, mésocarpe juteux, comestible, et endocarpe lignifié, d'où partent des fibres qui se répandent dans la chair; fibres presque absentes dans les meilleurs cultivars.	2-5 mois	Il y a deux grands groupes: les cultivars mono- et les cultivars poly-embryonnaires. Parmi les principaux cvs: Afrique du Sud: 'Sabre', 'Peach', poly-embryonnaires Inde: 'Alphonso', 'Mulgoa', mono-embryonnaires Indonésie: 'Golek', 'Aroumanis', poly-embryonnaires Caraïbes: 'Bombay' (mono-embryonnaire), 'Julie' Etats-Unis: 'Haden', 'Keith' (mono-embryonnaires)
<i>Musa</i> (banane)	perenne, monocarpique	22, 33, 44	Plante herbacée avec un rhizome souterrain portant des bourgeons axillaires qui forment les rejets; feuilles implantées sur le rhizome, formant le pseudo-tronc, avec gaines longues, pétiote et limbe; inflorescence: épi au bout du tronc; fleurs groupées en doubles rangées autour du pédoncule, protégées par des bractées, fleurs des premiers 5-15 groupes avec ovaires développés, autres fleurs ne portant que des staminodes; fruit: baie parthénocarpique.	3 mois (exportation)-4 mois (consommation locale)	Tous les cultivars importants de la banane douce et de la banane plantain sont des triploïdes. On distingue principalement deux grands groupes de cultivars: le groupe AAA avec les bananes douces et le groupe AAB avec les bananes plantains (voir I.1.2). Quelques cvs bien connus: - AAA: 'Gros Michel', 'Lacatan', 'Poyo', 'Naine'. - AAB: 'Njock Korn', 'French Sombré', 'Mysore' (banane de table). Cultivars d'intérêt local très nombreux.

Tableau 11.6. (suite).

Espèce	Cycle	Chromosomes (2n)	Structure	Temps de maturation	Cultivars
<i>Persea americana</i> (avocat)	pérenne	24	Arbre à tronc lignifié, ramifié, pouvant atteindre 20 m; feuilles simples, elliptiques, disposées en spirales, produites en 'flushes'; panicules axillaires, sur les extrémités des branches, très ramifiées, avec fleurs hermaphrodites et protogynes; fruit: baie avec gros noyau, mésocarpe comestible, d'épaisseur variable selon les cultivars.	6-12 mois	Les cultivars importants sont soit des hybrides entre des représentants de trois groupes écologiques, soit des représentants d'un des groupes (voir tableau 11.8). Parmi les plus importants sont les cultivars suivants: - 'Fuerte', hybride de Mexicain et Guatemalteque, 18-26% huile, résistant aux températures basses (en Californie, au Cameroun entre 500 et 1000 m d'altitude) - 'Lula', hybride de Guatemalteque et Antillais, 12-15% huile, précoce, productif - 'Pollock', Antillais, 3-5% huile - 'Booth 7', hybride de Guatemalteque et Antillais - 'Hass', Guatemalteque Au Cameroun les cultivars suivants sont retenus: 'Fuerte', 'Lula', 'Pollock', et 'Booth 7'.

Sources diverses.

Tableau 11.9. Données écologiques des principaux fruitiers.

Espèce	Latitude (en °)	Altitude à l'équateur (m)	Température moyenne (°C)		Précipitations annuelles (mm)	pH	
			tolérance	optimum		tolérance	optimum
<i>Ananas comosus</i>	25°LN-25°LS	0-1800	17-27	21-23	1000-2500	?	5,0-6,5
<i>Carica papaya</i>	32°LN-32°LS	600-1500	?	25	1500-2000	?	6,0-6,5
<i>Citrus</i> spp.	40°LN-40°LS	0-1000 à 1800 ¹	17-30	25 (?)	> 1200	5,0-8,0	6,0
<i>Mangifera indica</i>	30°LN-30°LS	0-1200	21-30	24-27	900-2500	5,5-7,5	?
<i>Musa</i>	30°LN-30°LS	0-1800	17-28	25-28	1500-2500	4,5-8,5	6-7
<i>Persea americana</i>	36°LN-36°LS	500-2000	16-30	?	?	?	5,5-6,5

1. Selon l'espèce et le cultivar.

Sources diverses.

Tableau 11.10. Données sur le semis la plantation de quelques fruitiers.

Culture	Matériel	Méthode	Ecartement	Densité	Observations
<i>Ananas comosus</i> (ananas)	<ul style="list-style-type: none"> - les bulbillés (A: slips) issues des bourgeons du pédoncule. Leur poids est sans grande importance. - les couronnes (A: crowns) présentent un éventail de poids très réduit et se conservent mal. - les cayeux (A: suckers) sont produits toute l'année par la tige. Les cayeux sont le plus habituellement utilisés dans les cultures industrielles. 	rejets, plantés directement sur le terrain. La considération principale est l'uniformité du matériel de plantation.	doubles lignes; par exemple 30 × (60-90) cm	de 15000 pieds par ha en culture traditionnelle à 60000 en culture moderne.	<p>La durée du cycle est fonction du poids du rejet utilisé: cela permet de choisir le poids des rejets en fonction de la date de récolte souhaitée.</p> <p>Exposer la base des rejets au soleil pour faciliter la cicatrisation et diminuer les risques de pourriture. Pendant une période très humide, on stockera les rejets à l'air, la base tournée vers le ciel. Pendant une période sèche, le stockage se fait sous ombrage, la base vers le sol.</p> <p>Les rejets peuvent être parés, ce qui favorise une reprise rapide et régulière, et rend la désinfection par trempe plus efficace. Le parage se fait 24 à 48 h avant plantation et constitue une opération onéreuse, il ne doit se pratiquer qu'en zone très parasitée et quand l'humidité du sol n'est pas suffisante (plantation en saison sèche). Comme désinfection on trempe les rejets dans une solution de parathion à 0,2% ou d'orthodifolathian à 0,8% jusqu'à la moitié de leur hauteur.</p>

Tableau 11.10. (suite).

Culture	Matériel	Méthode	Ecartement	Densité	Observations
<i>Carica papaya</i> (papaye)	par semences provenant d'arbres à fécondation contrôlée	Les graines fraîches ou séchées à l'ombre sont désinfectées au moyen d'un mélange d'insecticide et de fongicide et plantées en sachets en pépinière. Les sachets sont remplis avec un mélange de terre désinfectée ou stérilisée. La transplantation s'effectue à 1,5 ou 2 mois après le semis, après adaptation des plants au plein soleil.	2 × 2–2,5 × 2,5 m	1 000–2 000 troncs ha ⁻¹	Pour les types dioïques on maintient une plante mâle sur 10–100 plantes femelles, le mieux étant 1 sur 10. On sème 3 graines par poquet, espacés de 30 cm environ. Ainsi le pourcentage des poquets portant exclusivement des plantes mâles est de 12,5 (($\frac{1}{3}$) ³). A l'apparition des fleurs les plantes mâles des autres poquets sont éliminées. Chez les types hermaphrodites une plantation de 3 plants par poquet, 4% des poquets (($\frac{1}{3}$) ³) ne portant alors que des plantes femelles.
<i>Citrus</i> spp. (agrumes)	porte-greffe et écussons, ou graines (lime)	En culture moderne tous les jours par écussonnage sur porte-greffe clonaux en pépinière; à l'exception du lime qui est multiplié par semences.	orange: 6 × 6 m mandarine: 5 × 5 m pomelo: 7 × 7 m	200–400 troncs ha ⁻¹	Porte-greffe issus de graines (polyembryonie nucellaire) récoltées sur des arbres sains. Greffon et porte-greffe souvent de différente espèce. Choix de combinaison dépend des maladies (voir 11.4.1) et des conditions du sol. 'Rangpur lime' est très résistant à la sécheresse, 'Rough lemon' et 'Sweet lime' sont adaptés aux sols sableux, 'Sour orange' aux sols lourds.

Tableau 11.10. (suite).

Culture	Matériel	Méthode	Ecartement	Densité	Observations
<i>Mangifera indica</i> (mangue)	porte-greffe et greffons, ou graines	de préférence par greffage en pépinière	10 × 10-14 × 14 m	50-150 troncs ha ⁻¹	Il est conseillé de ne pas planter de grandes superficies monoclonales. Pour assurer une pollinisation optimale on plantera, dans une plantation d'un clone donné, 10 pour cent d'un autre clone.
<i>Musa</i> (banane)	rejets, classés selon leur stade de développement: (1) souche ayant fructifié avec rejet adhérent (A: bits) (2) souche n'ayant pas fructifié avec rejet adhérent (3) souche n'ayant pas fructifié munie d'yeux, avec ou sans cheminée (A: maiden sucker) (4) rejet baïonnette (A: sword sucker) (5) rejeton à feuilles rudimentaires (A: peeper)	plantation directe de rejets (pousses issues des bourgeons souterrains)	2 × 2-3 × 3 m, parfois doubles lignes	1 000-2 500 plantes ha ⁻¹ en fonction de la taille du clone: 'Gros Michel': 1 000-1 600 'Poyo': ± 2 000 plantains: 1 300-1 700	On plante les rejets de façon que les yeux se trouvent à 25-30 cm sous la surface du sol. Le collet du rejet se trouvera à 10 cm sous la surface. Une plantation trop profonde provoque un allongement sensible du cycle. Le type de rejet influe sur la vitesse du développement initial de la plante, qui diminue dans l'ordre (1)-(5). Le type de rejet détermine également la précocité de la première récolte. L'uniformité du matériel est très importante. La date de plantation dépend de la saison sèche, de la période des meilleurs prix, etc. Au Cameroun, dans le Moungo, la meilleure période en culture pluviale est février-mars. Les rejets sont bien parés afin de les débarrasser des parties nécrotiques, des galeries de charançons et de leurs oeufs. Sur les souches ayant fructifié ou non, on ne conserve que le rejet

Tableau 11.10. (suite).

Culture	Matériel	Méthode	Ecartement	Densité	Observations
<i>Persea americana</i> (avocat)	porte-greffe et greffons ou écussons, ou graines	de préférence par écus- sonnage ou greffage	8 × 8-12 × 12 m	70-150 troncs ha ⁻¹ , par- fois plus dense dans les jeunes plantations	inséré le plus bas. Ensuite le matériel subit un traitement contre les néma- todes et les charançons. On plonge les rejets dans une boue, qui a gonflé pendant 24 h, additionnée de néma- ticide. Contre les charançons on trai- te le bulbe avec 20 g d'insecticide par pied (30 g pour les plantains). Il est conseillé de ne pas planter de grandes superficies monoclonales. Pour assurer une pollinisation opti- male on plantera, dans une planta- tion d'un clone donné, 10% d'un au- tre clone. Ce sera un clone de type floral complémentaire à celui du clo- ne dominant.

Sources diverses.

Tableau 11.11. Degré de tolérance des principaux porte-greffe chez les agrumes aux maladies importantes et son influence sur la qualité et la quantité du produit.

	Pourriture du pied	Néma- todes	Tris- teza	Exo- cortis	Produc- tion	Quali- té
'Sour orange'	T	S	S	T	M	E
'Sweet orange'	S	S	T	T	E	E
'Rough lemon'	S	S	T	T	E	F
'Milam lemon'	S	T	T	T	E	F
'Cleopatra mandarin'	T	S	T	T	M	E
'Rangpur lime'	T	S	T	S	E	M
'Sweet lime'	S	S	S	S	E	E
'Troyer citrange'						
(<i>C. sinensis</i> × <i>Poncirus</i>)	T	S	T	S	E	E
<i>P. trifoliata</i>	T	T	T	S	E	E

Légende: S = sensible, T = tolérant, E = élevée, M = moyenne, F = faible.

Source: Samson (1980).

Tableau 11.12. Prélèvement d'éléments fertilisants par les fruitiers principaux et critères approximatifs de l'analyse du tissu; chiffres indicatifs.

Espèce	Prélèvement en kg par tonne de fruit			Teneur normative en % de la ma- tière sèche des tissus analysés ¹		
	N	P	K	N	P	K
<i>Ananas comosus</i>	0,8	0,13	2,0	1,6-2,2	0,16-0,25	1,8-4,0
<i>Carica papaya</i>	?	?	?	1,0-1,3	0,20-0,25	?
<i>Citrus</i> spp.	1,2-1,8	0,15-0,27	1,9-2,6	2,2-3,0	0,12-0,29	1,2-2,3
<i>Mangifera indica</i>	?	?	?	?	?	?
<i>Musa</i>	1-2	0,11-0,22	2,1-5,0	2,6	0,18-0,20	3,3
<i>Persea americana</i>	?	?	?	1,6-2,2	0,08-0,25	0,75-2,0

1. Les tissus utilisés pour l'analyse sont: ananas: dernière feuille développée; papaye: pétiole de la feuille accompagnée de la fleur la plus jeune; agrumes: feuilles sur les branches terminales de 5 mois, sans fleurs; bananes: tiers central de la troisième feuille à partir du haut; avocat: feuilles dernièrement développées sur des branches sans fleurs et sans 'flushes'.

Sources diverses.

Tableau 11.13. Maladies et prédateurs des principaux fruitiers.

Culture	Maladies	Prédateurs
<i>Ananas comosus</i> (ananas)	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Phytophthora</i> spp.: pourriture du coeur (F); top rot, heart rot (A). Symptômes: décoloration des feuilles, pourriture du coeur. Lutte: améliorer le drainage; traitement aux fongicides. - <i>Thielaviopsis paradoxa</i> (De Seynes) von Hohn: butt rot (A). Symptômes: pourriture des rejets, pourriture molle des fruits. Lutte: exposition des rejets au soleil; éviter de blesser les fruits. - <i>Viroses</i>: mealy-bug wilt (A) transmise par cochenilles (<i>Dysmicoccus</i> spp.). Symptômes: pourriture des racines, flétrissement de la plante. Lutte: choix de cultivar. 'Cayenne' est très sensible. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nématodes: <i>Pratylenchus brachyurus</i> (Godfr.). Symptômes: chlorose des feuilles, dessèchement des extrémités. Lutte: fumigation du sol aux nématicides.
<i>Carica papaya</i> (papaye)	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Phytophthora</i> spp., <i>Pythium</i> spp.: pourriture du collet, des racines (F); collar rot, root rot (A). Symptômes: pourriture du collet et des racines, flétrissement de la plante. Lutte: rotation; amélioration du drainage. - <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz.: anthracnose (F, A). Symptômes: taches sur feuilles, tiges, fruits. Lutte: traitement aux produits cupriques en cas d'attaque grave. - <i>Viroses</i>: virus de la mosaïque transmise par les pucerons. Symptômes: rabougrissement des plantes, inclinaison des pétioles, bigarrure des feuilles. Lutte: détruire les pucerons. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Tetranychus</i> sp.: acariens (F); spider mites (A). Symptômes: décoloration et dessèchement des feuilles. Lutte: acaricide. - <i>Ceratitis capitata</i> (Wied.): mouche méditerranéenne (F); mediterranean fruit fly (A). Symptômes: les larves attaquent les fruits presque mûrs. Lutte: combinaison de diverses mesures (insecticide, contrôle biologique).
<i>Citrus</i> spp. (agrumes)	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Phytophthora</i> spp.: gommose (F); footrot, gumming (A). Symptômes: pourriture du collet, exudation de gomme. Lutte: porte-greffe résistant; paillage. - <i>Elsinoe fawcetti</i> Bitanc. & Jenk.: scab (F, A). Symptômes: pustules sur rameaux, feuilles, fruits; surtout sur organes jeunes. Lutte: produits cupriques ou carbamates. - <i>Xanthomonas citri</i> (Hasse) Dowson: cancer des Citrus (F); cancer (A). Symptômes: taches sur feuilles, jeunes rameaux et branchettes. Lutte: éradication des arbres atteints. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cochenilles (F); scales (A): de nombreuses espèces. Symptômes: feuilles déformées; cochenilles sur la surface inférieure. Lutte: introduction d'ennemis naturels. - <i>Ceratitis capitata</i>: mouche méditerranéenne (F); mediterranean fruit fly (A). Symptômes: larves attaquent les fruits presque mûrs; fruits avortent. Lutte: combinaison de mesures. - <i>Radopholus similis</i> (Cobb.) Thorne, <i>Tylenchulus semi-penetrans</i> Cobb.: nématodes (F), nematodes (A). Lutte: porte-greffe résistants, éradication des arbres atteints, rotation.

Tableau 11.13. (suite).

Culture	Maladies	Prédateurs
	<ul style="list-style-type: none"> – Exocortis virus: exocortis (F, A). Symptômes: desquamation de l'écorce. Lutte: combinaison greffon-porte-greffe résistants. – Tristeza virus: tristeza (F, A), transmise par pucerons (<i>Toxoptera citricida</i> Kirk.). Symptômes: nécrose du phloème au niveau de la ligne de greffe; déclin complet et flétrissement. Lutte: pas de combinaison avec bigaradier comme porte-greffe. 	
<i>Mangifera indica</i> (mangue)	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>: anthracnose (F, A). Symptômes: taches sur feuilles, rameaux, inflorescences, fruits. Lutte: produits cupriques. 	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Ceratitis capitata</i>. Symptômes: larves attaquant les fruits. Lutte: destruction des fruits attaqués, mesures quaranténaires.
<i>Musa</i> (banane)	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht.: maladie de Panama (F); Panama disease (A). Symptômes: infection des vaisseaux (décoloration jaunâtre-brun); dessèchement de l'arbre. Lutte: clones résistants (sous-groupe Cavendish). Plantain est insensible. – <i>Mycosphaerella musicola</i> Leach: cercosporiose (F); Sigatoka disease (A). Symptômes: lésions ovales, parallèles aux nervures secondaires, le long de la feuille. Lutte: huile minérale, renforcée de fongicide. Plantain est insensible. – <i>Trachysphaeria fructigena</i> Taber & Bunting: bout de cigare (F); cigar end disease (A). Symptômes: bouts distaux des doigts pourrissent, surtout en altitude. Lutte: élimination par brossage des restes des parties florales. 	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Cosmopolites sordidus</i> Germ.: charançon (F); stemborer (A). Symptômes: galeries dans bulbe et faux-tronc; affaïssement du pied. Plantain plus sensible que banane douce. Lutte: parage et désinfection des rejets; insecticides systémiques incorporés autour des pieds, 2 fois par an. – <i>Radopholus similis</i>: nématode des racines (F); burrowing nematode (A). Symptômes: lésions noires sur les racines; pied sensible aux coups de vent. Sous-groupe 'Cavendish' et plantains très sensibles. Lutte: parage et désinfection des rejets; nématicides incorporés autour des pieds, 2-3 fois par an; jachère.
<i>Persea americana</i> (avocat)	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Phytophthora cinnamomi</i> Rands.: pourriture des racines (F); root rot (A). Symptômes: pourriture des racines; déclin de l'arbre. Lutte: drainage, cultivars résistants ('Duke'). – <i>Cercospora purpurea</i> Cke.: cercosporiose (F); leafspot (A). Symptômes: taches sur feuilles et fruits. Lutte: fongicides. 	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Helopeltis</i> spp. Symptômes: attaques des jeunes plantes. Lutte: mesures préventives (désinfection, etc.).

Sources diverses.

Tableau 11.14. Conditions de stockage.

Culture	Conditions de stockage
<i>Ananas comosus</i>	Fruits cueillis presque mûrs, réfrigérés à 8 °C, sont conservables pendant plusieurs semaines. Transport en cales à bananes (à 12 °C) moins satisfaisant.
<i>Carica papaya</i>	Fruits cueillis verts, réfrigérés à 10 °C sont conservables pendant 2 semaines.
<i>Citrus</i> spp.	Stockage prolongé à 3-8 °C (plusieurs mois). Transport en cales réfrigérées à environ 10 °C, humidité 85-90%, bonne ventilation.
<i>Mangifera indica</i>	Fruits cueillis verts, réfrigérés à 7-10 °C sont conservables pendant 2-4 semaines.
<i>Musa</i>	Fruits cueillis verts, réfrigérés à 11-13 °C sont conservables pendant quelques semaines.
<i>Persea americana</i>	Fruits réfrigérés à 4-7 °C sont conservables pendant plusieurs semaines. Transport souvent en cales à bananes à une température de 12 °C, ce qui est trop élevé.

Source principale: Purseglove (1968, 1972).

Tableau 11.15. Verger de case produisant des fruits pendant toute l'année.

Espèce	Multiplication préférée	Nombre	Surface occupée par arbre (m ²)	Surface totale (m ²)
Manguier	greffage	1	100	100
Casamanguier	greffage	1	100	100
Avocatier	greffage	2	50	100
Mandarinier	greffage à l'écusson	1	50	50
Pomélo	idem	1	50	50
Pamplemousse	idem	1	50	50
Oranger	idem	2	36	72
Goyavier	marcottage	2	36	72
Corosolier	semis	2	25	50
Cerise de Barbade	bouture	2	25	50
Papayer	semis	5	6	30
Banane douce	rejet	10	6	60
Ananas	rejet	15	1	15
Surface totale: 800m ²				

Source: Anonymus (1962).

12 L'alimentation et la nutrition

H. A. E. van Gils-Meeus & J. M. C. Westphal-Stevens

Ce chapitre contient deux parties. La première partie donne un résumé des principales notions scientifiques de base concernant les besoins nutritionnels de l'homme et la place des aliments dans un régime équilibré. Dans la deuxième partie les problèmes nutritionnels propres au Cameroun, tels qu'ils apparaissent à travers les enquêtes entreprises depuis 1953, sont brièvement exposés.

12.1 Notions générales sur la nutrition humaine

12.1.1 *Les besoins du corps humain*

Le corps humain est construit à partir de cinq constituants et de vitamines, les premiers étant présents en moyenne dans les pourcentages suivants: eau 63, protéines 17, lipides 12, sels minéraux 7, glucides 1. Les aliments servent à fournir à notre organisme a) de l'énergie, c'est-à-dire la chaleur et la force et b) des matériaux de construction ou de réparation pour assurer ainsi la croissance, l'entretien et la protection de la santé. La nourriture apporte également joie et entrain car manger et boire font partie des plaisirs de l'existence.

Les besoins en nutriments sont interdépendants et l'efficacité de l'un dépend des autres, qui doivent être simultanément présents en quantités adéquates. Les besoins nutritionnels doivent donc être entièrement couverts pour assurer à l'organisme une activité physiologique normale. Néanmoins, ils diffèrent entre eux par leur caractère plus ou moins impératif.

Le corps peut synthétiser une partie des substances alimentaires, à condition qu'il ait suffisamment de matières nutritives disponibles en même temps. Une autre partie doit être assimilée telle quelle. Elle constitue ce qu'on appelle les substances alimentaires essentielles: les acides aminés essentiels, les acides gras essentiels, les vitamines et les minéraux.

Tous les besoins s'expriment par rapport à un homme ou une femme âgés de 25 ans et pesant respectivement 65 et 55 kg. Ils sont dénommés l'homme et la femme de référence (FAO).

Les tableaux 12.1 et 12.2 donnent une classification commode, quoique incomplète, des différents constituants d'un régime alimentaire, de leur rôle dans le corps humain, des sources alimentaires les plus importantes par nutriment, et ils contiennent quelques remarques. Le tableau 12.3 indique les apports recommandés pour l'énergie et onze éléments nutritifs pour des catégories de divers âges, tels qu'établis par les groupes

d'experts FAO/OMS. Il convient de souligner que les recommandations sont provisoires, demandent un contrôle et des recherches supplémentaires et sont donc sujettes à révision.

L'énergie Les glucides, lipides et protéines sont les constituants du régime alimentaire qui fournissent l'énergie. L'alcool de la bière, du vin et des spiritueux peut aussi être utilisé comme source d'énergie par l'organisme.

Métabolisme est le terme général qui sert à désigner toutes les transformations chimiques exécutées par les cellules de l'organisme. Parmi celles-ci la plus importante est l'oxydation ou la combustion des aliments avec production d'énergie. L'unité de mesure, pour exprimer l'énergie fournie, était la calorie, maintenant modifiée en Joule (1 kcal = 4,184 kJ, 1kJ = 0,239 kcal), afin de se conformer au Système International des Unités (SI). Le corps humain a besoin d'énergie pour toutes ses fonctions vitales. La quantité minimale d'énergie, qui permet l'exécution de ces fonctions, pendant que l'organisme est au repos complet, est appelée le métabolisme basal. Celui-ci varie avec le sexe, l'âge, la taille, le poids, le climat et de nombreux autres facteurs. Par exemple, le métabolisme basal d'un homme adulte se chiffre à 6090–7560 kJ (1450–1800 kcal) par jour et celui d'une femme adulte à 5250–6592 kJ (1250–1560 kcal) par jour.

Les besoins en énergie d'un individu sont essentiellement déterminés par 4 paramètres, liés entre eux d'une manière complexe: l'activité physique, la masse corporelle et sa composition, l'âge, et enfin le climat et d'autres facteurs écologiques.

- Les besoins en énergie diffèrent surtout selon les activités professionnelles et la nature des activités hors travail. Le travail intellectuel consomme très peu d'énergie. Par contre le travail manuel dur ou le sport violent nécessite un supplément de 840 kJ (200 kcal) par heure.
- La masse corporelle et sa composition agissent sur la dépense énergétique par une action sur le métabolisme au repos, par le travail requis pour se tenir debout et déplacer le corps, et par la quantité de tissu adipeux. Ainsi, un individu petit ou maigre a besoin de moins d'énergie qu'un individu plus grand ou plus lourd.
- Les besoins en énergie se modifient avec l'âge. Tous les enfants ont besoin d'énergie supplémentaire pour assurer leur croissance et leur activité. Les femmes enceintes ont besoin d'un supplément d'énergie pour assurer le développement du fœtus et porter un poids plus lourd. Les mères qui allaitent ont de plus grands besoins pour faire face aux besoins de la lactation. Les besoins énergétiques des vieillards sont réduits, car ils sont moins actifs et ont en général un métabolisme basal légèrement plus bas.
- Sous un climat chaud, tel que celui de l'Afrique tropicale, il faut moins d'énergie qu'en climat froid pour permettre à l'organisme de conserver sa température normale.

Les protéines Les protéines constituent la substance même des êtres vivants. C'est pourquoi elles ont une importance vitale dans la nutrition. Le sujet est d'autant plus important, que la carence alimentaire la plus répandue en Afrique à l'heure actuelle est la carence en protéines, souvent aggravée par une carence en énergie: la malnutrition protéino-énergétique.

Les protéines de la ration alimentaire sont les seules sources de matière azotée (16% de la protéine contient de l'azote) utilisables par le corps. Elles sont transformées dans l'organisme en acides aminés, qui sont les matériaux de construction des protéines humaines. Le cas est différent pour les 8 acides aminés, qu'on a appelés acides aminés essentiels et qui ne peuvent être synthétisés. Il faut les ingérer chaque jour tels quels. En ce qui concerne les protéines d'un aliment ou d'un régime alimentaire, il est important de savoir:

- La quantité de protéines qu'il contient: le taux de l'énergie protéique brute en pourcentage de l'énergie totale doit s'élever à environ 10–14% dans un régime alimentaire équilibré.
- Quels sont les acides aminés présents dans ces protéines.
- En quelle quantité et en quelle proportion se trouvent les acides aminés essentiels: la Valeur Biologique et l'Indice Chimique.
- Quelle quantité des protéines ingérées est utilisée par l'organisme: l'Utilisation Protéique Nette (UPN).

Quelques notions importantes sont reprises ci-dessous.

Valeur Biologique La qualité des protéines d'un aliment dépend des divers acides aminés essentiels qu'il renferme et s'exprime en unités appelées Valeur Biologique (VB). En général les protéines d'origine animale, dont la composition est le plus proche des protéines du corps humain, ont une valeur biologique plus élevée que les protéines d'origine végétale. Cependant, certains mélanges de protéines végétales peuvent contenir tous les acides aminés essentiels en quantités satisfaisantes. Par exemple, en Afrique, dans beaucoup de régimes alimentaires les graines de légumineuses, quoique de faible teneur en acides aminés soufrés (insuffisance de méthionine et cystine), complètent très bien les protéines venant des céréales (insuffisance de lysine). De sorte que, du point de vue nutritionnel pratique, il faut connaître la valeur biologique des protéines dans l'ensemble d'un régime alimentaire, plutôt que la valeur nutritionnelle et la composition en acides aminés des protéines isolées ou des protéines des aliments considérés séparément.

UPN L'utilisation des protéines par l'organisme dépend de la Valeur Biologique et de la Digestibilité et est appelée l'Utilisation Protéique Nette (UPN). $VB \times Digestibilité = UPN$ (les tables de composition des aliments indiquent le taux de protéines brutes).

Indice Chimique Il est possible toutefois d'introduire la notion de qualité d'un aliment ou d'un régime alimentaire par le calcul de l'Indice Chimique ou Indice Protéique par rapport à la protéine de référence FAO (protéine de l'oeuf entier ou du lait). La protéine de référence FAO est définie comme étant une protéine qui peut être utilisée entièrement dans des buts métaboliques. Elle renferme tous les acides aminés essentiels en proportion du corps humain. L'Indice Chimique de l'oeuf est fixé à 100. Comparé à la protéine de référence FAO, l'acide aminé essentiel qui est proportionnellement

le moins présent dans une protéine s'appelle l'acide aminé limitant. Celui-ci limite la synthèse protéique à l'usage de l'organisme et détermine l'Indice Chimique en pourcentage.

EpAN % Le taux de l'énergie protéique en pourcentage de l'énergie totale ne tient compte que de la quantité de protéines contenues dans la ration et se modifie lorsqu'on introduit la notion de qualité. Cela donne l'indice suivant:

$$\frac{\text{énergie protéique}}{\text{énergie totale}} \times 100 \times \text{UPN} = \text{Energie des Protéines Alimentaires Nettes (\%)}$$

Un mélange d'aliments doit présenter un rapport EpAN % supérieur à 4,5 pour satisfaire correctement les besoins des adultes, égal ou supérieur à 8 pour les nourrissons, et entre 6 et 7 pour les jeunes enfants. Cependant ces chiffres peuvent être révisés.

Comme apport de sécurité pour l'entretien du corps de l'homme ou de la femme adulte, 0,57 et 0,52 g de protéines respectivement par kg de poids corporel sont recommandés, valeurs exprimées en protéine de l'oeuf ou du lait. Pour convertir les apports de sécurité en protéines quelconques de l'alimentation, il faut multiplier cet apport par un facteur de correction, qui varie selon la qualité des protéines:

$$\text{Apport de sécurité} = \frac{\text{apport de sécurité} \times \text{valeur protéique de l'oeuf}}{\text{valeur protéique de la protéine alimentaire}}$$

D'après les indices chimiques des approvisionnements nationaux, il semble que les régimes alimentaires des pays à revenus élevés ont une valeur protéique d'environ 80% et ceux des pays en voie de développement d'environ 60-70%. Les besoins protéiques sont plus élevés par kg de poids chez le nourrisson, l'enfant et l'adolescent que chez l'adulte en raison de la nécessité d'assurer la croissance. Le nouveau-né double son poids en six mois et le triple en douze mois, puis la vitesse de croissance ralentit jusqu'à l'adolescence. Pendant la grossesse et l'allaitement la femme a besoin d'un supplément de protéines de bonne qualité pour faire face à ses besoins accrus.

12.1.2 La composition des aliments

La classification des aliments Sauf le lait de la mère pour le bébé, et cela seulement jusqu'à l'âge de 5 ou 6 mois, il n'y a pas pour l'homme d'aliment complet à l'état naturel. Ses repas sont toujours composés de plusieurs aliments, qu'il consomme séparément ou mélangés dans certaines proportions suivant ses disponibilités alimentaires ou monétaires, ses goûts et ses traditions culinaires, transmises de génération en génération. Souvent ses 'goûts' ne correspondent pas à ses besoins. Pour varier et bien équilibrer la ration alimentaire, il faut connaître la classification des aliments suivant leur aptitude à satisfaire tel ou tel besoin (tableaux 12.1 et 12.2). C'est leur ensemble

et la proportion respective de chaque type d'aliment dans cet ensemble, qui assurent la qualité d'un régime alimentaire.

Il y a sept groupes d'aliments d'origine végétale: les tubercules, les céréales, les légumineuses à graines, les oléagineux, les légumes, les fruits et les épices et condiments. Les derniers sont moins importants du point de vue nutritionnel, mais ils contribuent à rendre l'alimentation plaisante au goût et facilitent la digestion en stimulant la sécrétion de salive et des sucs intestinaux.

Les aliments d'origine animale contiennent tous des protéines de grande valeur biologique. On constate que les régimes africains sont souvent pauvres en protéines d'origine animale. Les aliments d'origine animale sont moins aisément disponibles, sont difficiles à produire et à conserver, et coûtent en général plus cher que la plupart des produits végétaux. Il est très improbable que dans beaucoup de pays du monde la production animale réponde dans un proche avenir aux besoins de la population. Ceci explique qu'on ait cherché des solutions de remplacement et il existe maintenant des produits alimentaires constitués par des mélanges de protéines végétales. En outre, l'éducation nutritionnelle insiste sur la préparation d'un menu comprenant des plats composés de mélanges de végétaux, qui forment d'excellents suppléments spécialement dans le régime des groupes vulnérables.

Les tables de composition des aliments L'étude de l'alimentation et de son amélioration a toujours pour base essentielle les données analytiques des tables de composition des aliments qui permettent d'effectuer la conversion des aliments en nutriments. Il existe de nombreux tableaux à l'usage international et régional. Les tableaux de l'ouvrage de Platt (1971), les tables de composition des aliments de la FAO et bien d'autres ouvrages donnent la composition d'une grande diversité d'aliments. La composition de la plupart des aliments de consommation courante en Afrique (1624 au total) se trouve dans la table de composition des aliments à l'usage de l'Afrique de la FAO, préparée par Wu Leung et al. (1970). Au Cameroun, la Section de Nutrition Humaine d'ONAREST, antérieurement ORSTOM, a entrepris de multiples recherches dans ce domaine.

Les tables de composition font référence aux produits frais ou crus, tels qu'ils sont récoltés ou achetés au marché, et aux produits préparés. Or, le procédé de préparation (décorticage, mouture, trempage, séchage, cuisson, fermentation) modifie leur composition chimique et leur valeur nutritionnelle. On risquerait donc de commettre des erreurs d'appréciation si, pour calculer un programme alimentaire ou au cours d'une enquête de consommation, on ne tenait pas compte des effets du mode de préparation.

Le plus souvent les tables de composition donnent la composition d'un aliment, soit frais, soit préparé, par 100 g de partie comestible (= sans déchets), et indiquent la proportion de déchets non comestibles. Parfois les analyses ont été faites sur l'aliment tel qu'il a été acheté (= avec déchets). Il est également possible que les tableaux donnent la composition chimique soit par 100 g de matière sèche, soit par 420 ou 4200 kJ (100 ou 1000 kcal).

La valeur nutritionnelle d'un aliment variant selon l'espèce et la variété, il est donc

très important d'établir la détermination exacte de l'espèce ou de la variété considérée. La valeur nutritionnelle est également influencée par des facteurs écologiques et culturels. C'est pourquoi les résultats donnés par les analyses diététiques sont variables et les tables de composition sont toujours fondées sur la moyenne d'un certain nombre d'analyses. Si l'on veut considérer l'alimentation d'une région, il faudra utiliser une table de composition adaptée à la situation locale, si disponible. D'ailleurs, des méthodes d'analyse différentes peuvent aussi donner des résultats non identiques.

12.1.3 La nutrition et la santé

Les causes de la malnutrition Un des principaux aspects est la croyance générale qu'avoir le 'ventre plein' est tout ce qu'il faut pour être en bonne santé. Toutefois on peut se nourrir mal tout en mangeant suffisamment et même 'bien', mais sans se soucier des besoins de l'organisme et de l'équilibre qui doit régner entre les différents aliments. C'est cette malnutrition qualitative ou ce déséquilibre interne, qui est le plus fréquent en Afrique. Elle est à l'origine d'un grand nombre de maladies nutritionnelles. Les autres causes principales de la malnutrition sont tout d'abord une production et un approvisionnement insuffisants en aliments indispensables. En second lieu on constate une répartition inégale de la nourriture disponible, dans un pays ou une région dans son ensemble, et au sein même d'une famille (voir paragraphe 12.2.5). Les disettes régionales en denrées disponibles dans le reste du pays, sont aggravées par l'insuffisance des moyens de communications et de transport, et par les difficultés de stockage et de conservation.

La sous-nutrition ou inanition est due à un manque de nourriture. En Afrique la cause la plus fréquente est la famine, liée à la perte des récoltes du fait d'une sécheresse anormale, d'inondations ou d'épidémies. Il y a de nombreux degrés de sous-alimentation, allant du cas bénin au cas mortel.

La surnutrition est actuellement un problème majeur dans les pays à revenus élevés et devient un problème pour les Africains lorsqu'ils mangent en abondance comme dans ces pays. La manifestation principale est l'obésité, qui peut entraîner l'arthritisme, le diabète sucré, les varices, l'augmentation de la tension artérielle et l'artériosclérose.

Les maladies nutritionnelles Il est difficile de classer les maladies nutritionnelles. Pour beaucoup de ces affections, plus d'un facteur entre en jeu et il est bien rare qu'un régime alimentaire manque sérieusement d'un seul élément nutritif tout en étant complet pour tous les autres. Il est particulièrement courant chez les personnes souffrant de malnutrition de trouver plus d'une maladie, car une alimentation médiocre prédispose l'individu aux infections et aux autres maladies. De même, chez une personne ayant une nourriture tout juste suffisante, le début d'une maladie peut rompre l'équilibre et provoquer des manifestations de malnutrition. Il existe un rapport étroit entre les niveaux alimentaires, surtout de protéines, et le taux de mortalité. A juste titre le chiffre de la mortalité infantile est considéré comme un indice très sensible à l'état

de nutrition d'une population. Le tableau 12.4 donne des informations sur les maladies nutritionnelles les plus connues.

La malnutrition protéino-énergétique est fréquente dans beaucoup de pays en voie de développement. Ses deux signes cliniques majeurs sont le kwashiorkor et le marasme. Dans le premier cas il s'agit surtout d'un déséquilibre protéique-énergétique, dans le second d'une carence en protéines et énergie. Il existe cependant beaucoup de cas intermédiaires. Des recherches récentes montrent que dans ces cas le développement mental et la capacité d'apprendre sont affectés autant que le développement physique.

Le kwashiorkor atteint le plus souvent les enfants de un à quatre ans. Dans les régions où sévit le kwashiorkor, on trouvera généralement dix cas de prékwashiorkor pour chaque cas franc de la maladie. Le plus grand nombre des enfants grandissent correctement jusqu'à six mois, ceci étant dû au lait maternel, qui apporte les protéines et autres éléments nutritifs dont le nourrisson a besoin. Après l'âge de six mois, les besoins totaux de l'enfant en nutriments augmentent du fait de sa croissance. L'enfant est sevré et nourri en général de préparations à base de tubercules ou de céréales, qui apportent peu de protéines et autres éléments nutritifs. Si l'alimentation ne répond pas aux besoins accrus, la croissance s'arrête. L'enfant résiste moins aux infections les plus diverses. Un diarrhée infectieuse ou la rougeole peut précipiter l'apparition franche du kwashiorkor chez l'enfant déjà mal nourri.

Le marasme peut survenir à n'importe quel âge, mais c'est au cours de la première année qu'il est le plus fréquent. C'est en fait une forme d'inanition. La cause la plus fréquente est l'interruption précoce de l'allaitement maternel pour une raison quelconque ou un allaitement prolongé auquel on n'ajoute pas ou très peu d'autres aliments.

12.2 L'alimentation et la nutrition au Cameroun

Les recherches et les enquêtes, effectuées depuis 1953 par ou en collaboration avec la Section de Nutrition Humaine de l'Onarest contiennent les informations les plus précises disponibles sur la consommation au Cameroun.

Si les enquêtes ne couvrent pas la totalité du territoire camerounais, elles donnent cependant une assez bonne représentation de la situation. Certaines extrapolations paraissent autorisées, sauf peut-être pour les hauts plateaux de l'Ouest (les régions Bamiliké et Bamoun), les régions côtières et les zones fluviales du Nord-Cameroun.

12.2.1 Les enquêtes

Différents types d'enquêtes

– Les enquêtes de consommation familiale, par choix raisonné: ces types d'enquête furent effectués avant 1960, dans trois régions sélectionnées comme caractéristiques de trois régimes alimentaires au Cameroun. Un ou plusieurs villages furent choisis comme représentatifs de la région. Il s'agit d'Evodoula, 1954, pour la zone de forêt (Masseyeff et al., 1958), Batouri, 1956, pour la zone de contact forêt-savane (Masseyeff

et al., 1960), et Golompui, 1954–1956, pour le Nord-Cameroun (Masseyeff et al., 1965). Les enquêtes ont inclus des examens cliniques. Pour étudier le milieu urbain on a exécuté un même type d'enquête à Douala, quartier New Bell, 1956–1957 (Bebey Eyidi et al., 1961–1962). Ensuite, en 1968–1969, une enquête par choix raisonné sur l'alimentation et la nutrition lipidique fut entreprise chez les Baya de l'Adamaoua (Chevassus-Agnes, 1974).

– Les enquêtes de consommation, niveau de vie, par sondage: après 1960 la préférence fut donnée à de vastes enquêtes régionales par sondage: Nord-Cameroun, 1961–1962 (Direction de la Statistique, s.d.), Adamaoua, 1963–1964 (Winter, 1964) et la zone cacaoyère du Sud-Cameroun, 1964–1965 (Gabaix, 1966). Dans ce genre d'études, la consommation alimentaire n'est pas un fait isolé. Elle s'insère dans une étude beaucoup plus vaste, à visées socio-économiques et sanitaires.

– Les enquêtes de budgets familiaux, par sondage: elles ont pour but d'étudier les revenus et les différentes catégories de dépenses des ménages. Dans l'enquête budgétaire effectuée à Yaoundé, 1964–1965, la consommation alimentaire a une place très secondaire et n'apparaît qu'en termes monétaires (Direction de la Statistique, 1965).

– Les enquêtes sur les collectivités, par sondage: en 1977–1978 une enquête nationale nutritionnelle fut entreprise sur les enfants jusqu'à cinq ans et leurs mères. Cette enquête ne donne pas beaucoup d'informations sur la consommation. Mais l'anthropométrie, les signes cliniques et l'évaluation de l'hémoglobine ont fourni une description du statut nutritionnel du groupe cité ci-dessus (Gouvernement du Cameroun, 1978).

La ration moyenne et la ration standard L'objectif essentiel des enquêtes est d'obtenir les niveaux de consommation en poids d'aliments ou en termes de nutriments pour l'individu moyen. La consommation de l'individu moyen, la ration moyenne, est obtenue en divisant la consommation totale du groupe par le nombre de rations prises par les individus enquêtés, sans se préoccuper de leur répartition par âge et par sexe. Ces chiffres n'ont donc pas de valeur absolue et demandent à être interprétés avec prudence, car ils sont néanmoins directement influencés par la composition de la population. Par exemple, le groupe à Douala (New Bell) comportait beaucoup plus d'adultes et de jeunes de 16 à 20 ans et moins d'enfants que les groupes similaires des enquêtes exécutées en milieu rural. La consommation du groupe étant plus forte, la ration moyenne à Douala est évidemment plus élevée.

En règle générale, pour porter un jugement de valeur à l'échelon d'un groupe enquêté, il faut comparer la ration moyenne observée à la ration standard (aussi appelée besoin standard, besoin moyen, besoin par habitant, par tête, per capita). Cette ration standard correspond au quotient de la somme des besoins de chaque individu enquêté par le nombre total de ces individus. L'estimation du besoin moyen tient compte, parmi d'autres facteurs, de la structure par âge et par sexe de la population et du poids des individus. Si donc les données anthropologiques montrent que le poids effectif des individus d'une population est souvent inférieur au poids standard, une erreur systématique pourrait alors s'introduire.

Du fait que les échantillons des populations enquêtées ont souvent des caractéristi-

ques démographiques différentes, leurs rations moyennes ne sont pas directement comparables entre elles. La comparaison ne peut se faire que par référence à des rations standards, de manière à chiffrer le déficit ou l'excédent de consommation en pourcentage du besoin standard. Cette comparaison ne sera possible que si les besoins auxquels on se réfère sont établis dans toutes les enquêtes sur des bases identiques. Cependant, les besoins moyens, calculés dans les différentes enquêtes se sont révélés très voisins. Ils s'échelonnent entre 8429 et 10147 kJ (= 2007 et 2216 kcal) pour l'énergie, ce qui suggère une répartition par âge et par sexe relativement stable d'un groupe de population à l'autre, sauf peut-être pour le groupe enquêté de Douala. Dans ces conditions on est autorisé à penser que les résultats peuvent être comparés entre eux.

12.2.2 La composition de la ration alimentaire

L'alimentation au Cameroun dépend de deux groupes d'aliments: les céréales et les féculents, qui à eux seuls fournissent la plupart de l'apport énergétique de la ration quotidienne. Ceci est évidemment un facteur de déséquilibre alimentaire, puisqu'il s'agit d'aliments surtout glucidiques. Le fait le plus remarquable est la modification du type d'alimentation en fonction de la latitude, qui illustre l'étroite dépendance du régime alimentaire aux conditions écologiques. A mesure que l'on passe du nord au sud du pays la consommation de céréales diminue et celle de féculents augmente. Il existe donc, tout au moins sur le plan énergétique une remarquable compensation entre ces deux groupes d'aliments.

Ainsi, le sorgho est l'élément fondamental de l'alimentation dans le Nord-Cameroun. L'Adamaoua est la zone de transition. On enregistre du nord au sud une diminution progressive de la ration quotidienne de sorgho et un accroissement compensateur de tubercules. Les Baya, installés sur la bordure sud de ce département, matérialisent la zone de cassure. Chez eux et plus au sud, il n'y a pratiquement plus de sorgho. Ils consomment presque exclusivement du manioc et ne disposent pas de la banane plantain, qui n'apparaît réellement que plus au sud vers la zone de forêt.

Les tubercules et la banane plantain constituent les aliments de base dans toute la zone de forêt du Cameroun. La consommation de tubercules diminue au fur et à mesure que celle de la banane plantain croît et inversement. Leurs quantités additionnées consommées par personne et par jour manifestent une certaine constance: environ 1 100 grammes, sauf peut-être dans la région de Batouri. Les quantités de tubercules et de plantain constituent une masse alimentaire volumineuse, qui paraît comme un plafond aux possibilités physiologiques du tube digestif.

Le maïs constitue l'aliment de base dans les régions d'altitude, où il est consommé abondamment en alternance avec les tubercules.

Le tableau 12.5 montre le pourcentage des aliments de base par rapport à la ration quotidienne. Les aliments de base constituent entre 60 et 80% de l'apport énergétique global pour les habitants du Nord-Cameroun et de l'Adamaoua. Au sud, la part des aliments de base devient moins dominante dans l'ensemble des rations: environ 50%, malgré l'apparition du plantain. Ceci apparaît comme un élément favorable, tradui-

sant une diversité plus grande de l'alimentation. Il semble qu'en région cacaoyère ce soient l'arachide, l'huile de palme, les légumes et les fruits qui suppléent à cette baisse des aliments de base.

Les légumineuses à graines, les légumes et les fruits de la ration apparaissent comme essentiellement variables suivant les régions et participent à l'alimentation en quantités bien moindres que les aliments précédents. Toutefois, ils représentent un complément d'une grande importance. C'est d'eux que dépend après tout la satisfaction plus ou moins complète des besoins non seulement énergétiques mais aussi des besoins particuliers: protéiques, vitaminiques et minéraux.

Une faible consommation de lipides (corps gras liés ou libres) caractérise les régimes alimentaires camerounais dans l'ensemble. La consommation de corps gras libres est en majeure partie déterminée par la présence ou l'absence du palmier à huile. Ainsi, dans la zone forestière l'huile de palme est consommée en quantité imposante. En milieu urbain on observe un net accroissement de la consommation de matières grasses, à la fois liées et libres.

A l'exception de quelques groupes de population se livrant à la pêche côtière ou fluviale et à la chasse, et de certains groupes de pasteurs, la consommation de produits animaux est faible au Cameroun. La présence des troupeaux dans une région n'implique pas forcément une consommation accrue en protéines animales, parce que pour beaucoup d'éleveurs le cheptel reste un signe extérieur de richesse, et est peu commercialisé. Mais les produits laitiers, essentiellement le lait caillé, sont souvent utilisés en quantités notables dans les régions d'élevage. Cependant, comme pour les lipides, la situation en ville se modifie déjà peu à peu et la consommation de protéines animales y est plus élevée qu'en milieu rural traditionnel.

Les boissons alcoolisées sont largement fabriquées et font partie intégrante de l'alimentation. Il s'agit principalement de la 'bière' et du 'vin' de sorgho et de maïs et du 'vin' de palme. Ils ont un rôle social très important. La transformation du sorgho et du maïs en boisson peut être une opération critiquable sur le plan nutritionnel en raison des pertes en énergie et en protéines, en particulier quand les disponibilités alimentaires sont tout juste suffisantes. Cependant, chez certaines populations comme les Mboum et les Dourou de l'Adamaoua et les tribus des Monts Mandara, près du cinquième de la consommation quotidienne de sorgho est ingéré sous forme de boisson alcoolisée.

12.2.3 Préparation et conservation des aliments

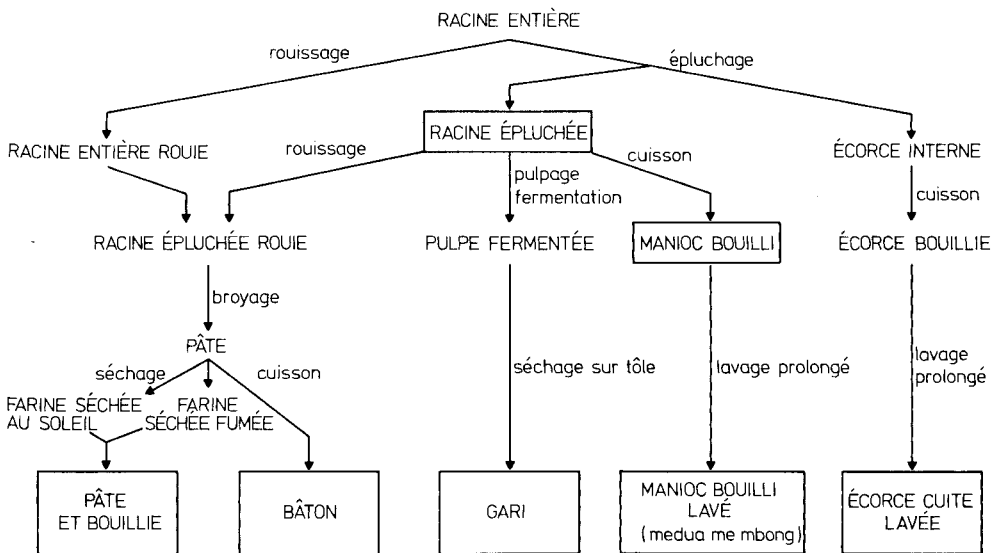
Préparation Le repas se compose d'une manière quasi générale d'un plat d'aliments féculents ou de céréales accompagné d'une sauce ou d'un plat de feuilles (en zone de forêt). L'aliment de base glucidique constitue l'essentiel de la ration. La banane plantain, les racines et les tubercules sont consommés bouillis ou grillés et aussi pilés ou non, frits, en purée, en pâte ('gâteaux'), en fofou, ou couscous. Les céréales sont consommées sous forme de bouillie et de pâte, comme par exemple la boule de mil ou le couscous de maïs. La sauce ou le plat de feuilles représente l'élément sapide

du repas. C'est par eux que l'on obtient la variété. La sauce contient une grande diversité de produits, le plus souvent en petites quantités, tels que légumes frais ou séchés, condiments, sel, sel gemme, ou sel de la lessive de cendres végétales, souvent aussi des graines de légumineuses ou d'oléagineux, de l'huile végétale, et de la viande de toute sorte ou du poisson frais ou séché. Il faut distinguer les sauces liquides et gluantes. Ces dernières sont très appréciées et suppléent au point de vue de palatabilité au manque fréquent de corps gras, qui caractérise l'alimentation locale hors de la zone du palmier à huile. Sur le plan nutritionnel la sauce apporte les lipides, les protéines d'origine animale et un complément important de vitamines, minéraux et protéines d'origine végétale.

1. Méthodes de préparation du manioc et du sorgho. Les préparations visent un ou plusieurs des buts suivants: éliminer les substances toxiques ou antinutritives, telles que les glucosides cyanogénétiques, le complexe lignocellulosique, le phosphore phytique; présenter les produits sous une forme consommable la plus plaisante possible; permettre leur stockage et leur commercialisation; et améliorer leur digestibilité. Les figures 12.1 et 12.2 montrent les méthodes de préparation du manioc et du sorgho.

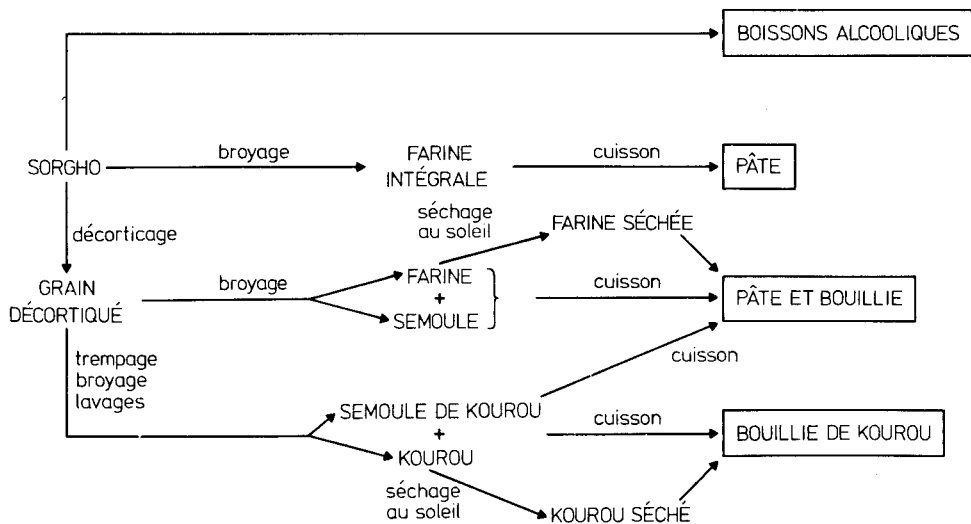
– Manioc. Le manioc doux est quelquefois consommé cru après simple épluchage, comme une friandise. Plus souvent il est pelé, découpé en gros morceaux et mis à cuire dans de l'eau bouillante. On peut alors le consommer immédiatement sous forme de manioc bouilli. Le manioc bouilli peut aussi être découpé en fragments plus petits, mis ensuite à tremper dans l'eau courante pendant douze à trente-six heures: c'est le medua-mbong des Ewondo du Centre-Sud du pays, qui se prépare également à partir de manioc amer. Le lavage prolongé se justifie alors par l'élimination des principes toxiques. Mais les formes d'utilisation du manioc doux ou amer, les plus fréquemment rencontrées au Cameroun sont la farine et le bâton. Leur préparation requiert plusieurs opérations (épluchage, rouissage, défibrage, broyage), suivies d'un séchage au soleil ou à la fumée pour la farine et d'une cuisson à l'eau ou à l'étuvée pour le bâton. Mêmes les racines les plus fibreuses et les plus amères peuvent être utilisées pour la préparation de farine ou de bâton. La farine est consommée sous deux formes: la pâte (foufou) et la bouillie (kourou-kourou). Enfin le gari, manioc râpé, fermenté puis séché sur une tôle chauffée à feu doux, enduite d'huile de palme, est une forme très appréciée, spécialement parmi les Bamiléké. Le produit granulé, de couleur crème, à saveur acidulée, peut se conserver des mois. La plupart des dérivés du manioc sont plus ou moins fermentés et ont une acidité nettement supérieure à celle de la racine dont ils sont issus.

– Sorgho. En dehors des boissons alcoolisées, les seules formes sous lesquelles le sorgho est consommé sont des pâtes et des bouillies, obtenues à partir de diverses farines et semoules. Certaines ethnies de paysans pauvres (les Kirdi) préparent une farine complète, de couleur grise, jaune ou brune, par simple broyage du sorgho non décortiqué. Les populations plus aisées, qui vivent dans les villes ou sont de religion islamique, décortiquent le grain en éliminant le son, et après broyage séparent une farine et une semoule relativement blanches. Le broyage est fait par pilonnage au mortier de bois



les formes directement consommables sont encadrées

Figure 12.1. Technologie traditionnelle de la racine de manioc (d'après Favier, 1977).



les formes directement consommables sont encadrées

Figure 12.2. Technologie traditionnelle du sorgho (d'après Favier, 1977).

ou par broyeur à moteur. Enfin une recette très appréciée, le kourou, consiste à faire tremper longuement le grain décortiqué, et à le broyer ensuite en ajoutant de l'eau. La suspension obtenue passée à travers une toile, est mise à décanter. La farine blanche, qui se dépose, appelée kourou, sert à la préparation d'une bouillie. L'augmentation de l'acidité au cours des préparations témoigne des fermentations qui se produisent, tout particulièrement lors de la préparation de la farine par pilonnage et du kourou.

2. *Préparation d'une sauce gluante: mbol ou nkui.* Les sauces gluantes et onctueuses sont très recherchées au Cameroun, parce qu'elles facilitent la déglutition de l'aliment de base. Le nom général d'une préparation mucilagineuse est mbol ou, en pays Bamili-ké, nkui. L'origine du mucilage utilisé varie: les tiges ou l'écorce verte des jeunes tiges de *Triumfetta* spp., les fruits de *Beilschmiedia* spp., la pâte d'amandes de mangue sauvage (*Irvingia gabonensis*), les tiges, fruits ou feuilles de gombo (*Hibiscus esculentus*), des légumes-feuilles divers comme les feuilles de baobab (*Adansonia digitata*), de corète potagère (*Corchorus olitorius*), de *Ceratotheca sesamoides*.

Le nkui est la sauce qui accompagne le couscous de maïs. Leur préparation est simultanée. Pour la préparation de nkui 12-16 condiments sont utilisés. Les tiges de *Triumfetta* sont nettoyées, les écorces sont enlevées, attachées en forme de paquet et mises à tremper dans un peu d'eau chaude pendant environ trois heures pour faciliter la production de matière gluante. Pendant ce temps les condiments sont écrasés à la meule en ajoutant un peu d'eau pour faciliter l'écrasement. La matière gluante est obtenue en frottant entre elles les écorces de nkui, mises préalablement à macérer. Cette matière gluante est transvasée dans une autre marmite et l'extraction continue jusqu'à l'obtention de la quantité voulue, en ajoutant s'il faut de l'eau tiède ou froide. Alors sur un feu très doux la matière est battue vigoureusement à la main pendant un certain temps. Tout en continuant à battre, afin d'obtenir un mélange homogène, on ajoute ensuite les condiments écrasés, de la lessive de cendres et du sel ou du sel gemme préalablement dissous dans un peu d'eau.

3. *Préparation d'un plat de feuilles: ndole (A: bitter leaf).* En zone de forêt les légumes-feuilles sont consommés quotidiennement. Ils peuvent entrer dans le menu de deux façons: soit comme constituants d'une sauce et dans ce cas ils y figurent en petite quantité, soit sous forme de plat séparé. Le ndole est un plat à base de feuilles de *Vernonia* spp., originaire de la région de Douala. Il existe une variété douce et une variété amère. Les procédés de préparation sont les mêmes, mais le lavage est facultatif pour la variété douce. Les limbes des feuilles sont arrachés, de façon à rejeter le pétiole et la nervure principale, et mis à cuire couverts d'eau dans une marmite. Pour obtenir un ramollissement rapide des feuilles on y ajoute du sel gemme. Après cuisson prolongée les feuilles sont mises dans l'eau froide et lavées en les frottant jusqu'à ce qu'elles aient perdu une grande partie de leur amertume. Ensuite elles sont pilées. Puis, à la viande ou au poisson en train de cuire, on ajoute la pâte de ndole et d'autres ingrédients, par exemple une pâte d'arachides ou de graines de courges, des condiments. Le tout est laissé à bouillir en mélangeant bien. A la fin de la cuisson, de l'huile chauffée est

ajoutée à la préparation.

4. *Préparation d'une boisson alcoolisée: amgba.* En général les boissons alcoolisées élaborées à partir de céréales sont désignées par le terme commun de bières. Ce terme recouvre en réalité plusieurs sortes de boissons, qu'on peut ramener à deux types bien distincts: la bière proprement dite (amgba chez les Baya) obtenue par le maltage et le brassage, et le vin (affouk chez les Baya) n'exigeant pas ces deux étapes mais utilisant du malt en faible quantité. La figure 12.3 montre étape par étape la fabrication de la bière (amgba) telle que faite chez les Baya de la région de Meiganga. La bière requiert pour sa préparation toutes les étapes propres aux bières de type européen: le maltage avec la trempe, la germination et le 'touraillage', le brassage avec la mouture, la décoction, la filtration du moût, son ébullition et sa stérilisation, son refroidissement, son ensemencement d'habitude avec de l'affouk en cours de fermentation, sa fermentation. La boisson obtenue est claire, gazeuse, pétillante et se consomme fraîche.

Conservation Les facteurs, qui conditionnent le régime alimentaire, influent également sur les modes de conservation des aliments.

1. *Conservation des aliments en zone de savane.* Le Nord-Cameroun ne connaît pas les récoltes pratiquement ininterrompues des régions forestières. Les dernières récoltes ont lieu en février et celles de la nouvelle saison commencent au plus tôt en août. Il faut donc prévoir le stockage des vivres pour au moins six mois. Les aliments sont d'abord séchés au soleil et ensuite stockés dans des greniers. En règle générale les greniers sont des sortes de silos ou de grandes jarres qui, pour éviter l'humidité, sont juchés sur un socle ajouré construit de pierres et de bois. Ces greniers sont faits d'argile pétrie et séchée et ils sont préservés du contact de la pluie par un toit amovible en chaume. L'ouverture se trouve sous ce chapeau au sommet du grenier. L'intérieur du grenier est divisé en général en trois loges par cloisonnement vertical, pour le stockage respectivement du sorgho, du mil à chandelle et des légumes-feuilles, du sésame et des graines de légumineuses. La récolte est généralement bien protégée contre les rongeurs et les termites si le fond du grenier a été soigneusement balayé et recouvert de cendres végétales. On voit aussi certaines ethnies aménager un poulailler sous le grenier ou y faire du feu périodiquement. Malgré toutes ces précautions, il y a d'autres prédateurs, outre les rongeurs et les termites, qui peuvent endommager plus ou moins gravement la provision.

2. *Conservation des aliments en zone de forêt.* Pour les régimes à base de féculents, la conservation des aliments ne joue pas un rôle capital, car l'agriculture permet un approvisionnement à peu près continu. En effet, la récolte d'aliments féculents peut être étalée dans le temps et pour certains d'entre eux, comme le manioc, il existe toujours des racines en terre, qui peuvent être prélevées au fur et à mesure des besoins. Peu de produits se stockent, à part les arachides et les graines de Cucurbitacées qui sont conservées dans de grands paniers sur des étagères pour les protéger de l'humidité.

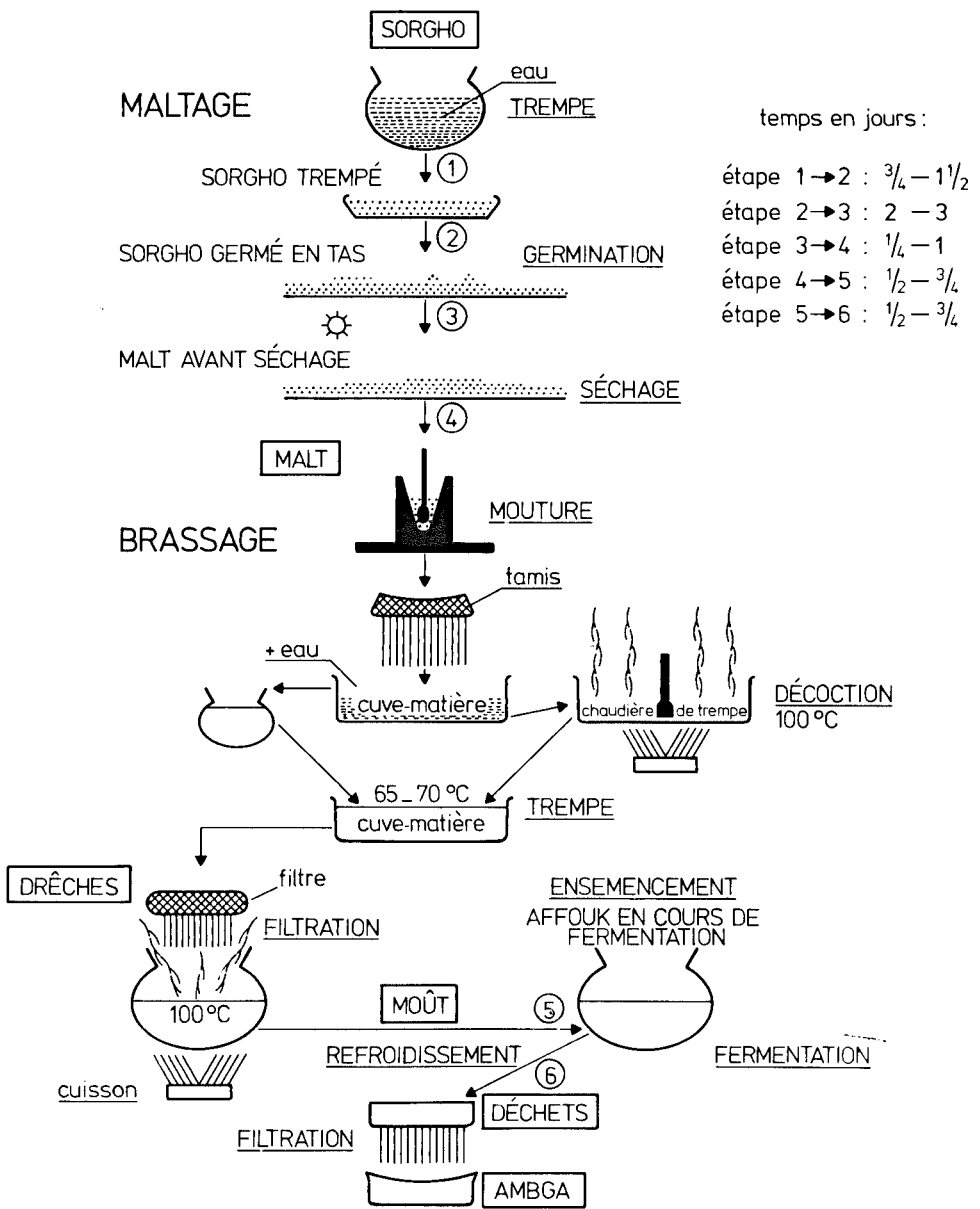


Figure 12.3. Fabrication traditionnelle de la bière de sorgho: ambga (d'après Chevassus-Agnes et al., 1975).

Au-dessus de chaque foyer se trouve suspendue une claie, où sont entreposées les denrées qui risquent de moisir facilement: de la viande séchée, du poisson séché, des épis de maïs, des boules de manioc etc. Le séchage-fumage est pratiquement la seule métho-

de artisanale de conservation utilisée et utilisable dans la zone tropicale humide. La technique varie selon qu'elle concerne le poisson, les crevettes, la viande, les termites, les chenilles, les escargots ou les champignons.

12.2.4 Etude qualitative de la consommation

L'appréciation des différents régimes alimentaires, tels qu'ils apparaissent à travers les enquêtes, est complexe. Ils doivent être jugés sur un certain nombre de critères:

- La capacité à satisfaire le besoin énergétique et le besoin protéique. Ceci revient à étudier l'équilibre protéino-énergétique de la ration. On exprime le taux de l'énergie protéique brute en pourcentage de l'énergie totale. Ce taux s'élève à 10–14% dans un régime alimentaire équilibré.
- La part des protéines animales en pourcentage des protéines totales. On considère que 30% de protéines d'origine animale suffisent, du moins chez l'adulte. De plus il faut introduire ici le UPN et l'indice EpAN%.
- La part des lipides en pourcentage de l'énergie totale. Dans un régime alimentaire équilibré la part des lipides en pourcentage de l'énergie totale s'élève à 30–35%. Un rapport très bas en énergie lipidique provoque un déséquilibre entre lipides et glucides. L'insuffisance des premiers entraîne un excès des seconds pour assurer en dernier ressort la couverture énergétique à partir d'aliments bon marché et disponibles.
- La capacité à satisfaire le besoin en vitamines et minéraux. Dans l'interprétation des taux de consommation réelle en vitamines et minéraux, fournis par les enquêtes, les apports recommandés les plus récents de la FAO (tableau 12.3) peuvent servir de comparaison.

L'équilibre protéino-énergétique (tableaux 12.5, 12.6 et 12.7) La part prise par les céréales et les féculents dans le régime alimentaire (tableau 12.5) est telle qu'en fait leur proportion relative conditionne dans une très large mesure l'équilibre protéino-énergétique de la ration. Une ration dont l'essentiel de l'apport alimentaire est constitué par des féculents, pourra difficilement présenter un taux d'énergie protéique élevé. Par contre des rations à base de céréales auront des taux d'énergie protéique plus élevés. C'est ce que l'on observe en pratique dans la zone de savane du Nord-Cameroun où dominent les céréales. Ici le taux d'énergie protéique par rapport à l'énergie totale est dans la plupart des cas égal ou supérieur à 12%. Dans la zone de forêt, caractérisée par un apport limité de céréales et où dominent les féculents, le taux d'énergie protéique est inférieur à 12% et se situe le plus souvent entre 8 et 10%. Seule l'enquête de Batouri indique un pourcentage d'énergie protéique de 6. Il s'agit de la région de savane de l'Est, où la base de l'alimentation est le manioc. En zone urbaine le pourcentage d'énergie protéique se situe entre 11 et 12,6%.

Il est évident à l'examen des tableaux 12.6 et 12.7 que dans l'ensemble du pays le pourcentage de protéines de haute qualité reste faible par rapport aux protéines totales. Dans ces conditions il apparaît que c'est dans la région de l'Adamaoua (sauf chez les Mboum et les Dourou) et en milieu urbain (sauf à Maroua) où la consommation

de protéines animales est la plus élevée. La plupart des populations de l'Adamaoua et des villes se situent ainsi à un niveau assez satisfaisant, tant pour le taux protéique global que pour la qualité des protéines. Les rations protéiques relativement importantes du Nord-Cameroun subissent une certaine dévaluation sur le plan de l'efficacité protéique du fait sans doute de la mauvaise répartition entre protéines animales et végétales. Les non-islamisés des montagnes avec seulement 5,9% de protéines apportées par les aliments d'origine animale sont les plus défavorisés.

Pour le Sud-Cameroun la proportion des protéines animales (20–40%) atténuée sans doute l'inconvénient d'une ration protéique basse, inférieure à 10%.

Il existe différentes opinions sur l'UPN des régimes alimentaires au Cameroun. Selon la FAO, l'UPN se situe autour de 60 pour les rations, dont environ 10% de l'énergie totale est d'origine protéique. D'après Chevassus-Agnes (1974) l'UPN des Baya se situe à 65. Il semble que l'on puisse adopter dans la présente étude également un UPN de 65 pour les régimes alimentaires avec un rapport en protéines animales de plus de 5% de l'énergie totale. Le tableau 12.6 donne l'UPN et l'indice EpAN en pourcentage pour les régimes étudiés. Le tableau montre que dans presque tous les régimes le rapport EpAN % est supérieur à 4,5. L'alimentation type céréales et l'alimentation en milieu urbain sont les plus favorisées. Cela implique que l'équilibre protéino-énergétique est assuré du moins pour les adultes et souvent même pour les jeunes enfants. L'alimentation type féculents avec un rapport EpAN % situé entre 5 et 6 est susceptible de satisfaire les besoins des adultes mais non ceux des groupes vulnérables. Seule l'enquête de Batouri indique un rapport EpAN % de 3,3 pour la zone de savane de l'Est.

Dans un certain nombre d'enquêtes on observe un déficit énergétique par rapport aux besoins (tableaux 12.6 et 12.7) Parmi les régimes à base de céréales les rations des Mofou des Monts Madara et ceux des Mboum et Dourou sont déficitaires en énergie. Tous les régimes à base de féculents, sauf celui de l'enquête de la région cacao-yère sont insuffisants quantitativement. Il en va de même en milieu urbain. Quand les aliments ne sont pas disponibles en quantités telles qu'ils puissent satisfaire les besoins énergétiques, une partie des protéines sera métabolisée à des fins énergétiques. Un déficit énergétique accusé met alors l'équilibre protéino-énergétique en danger, spécialement quand cet équilibre est tout juste assuré, comme dans l'alimentation à base de féculents. Les enquêtes de Batouri, d'Evodoula et des Mofou des Monts Mandara font mention de signes de malnutrition protéino-énergétique, se manifestant en poids, hauteur et plis cutanés extrêmement bas. Dans l'enquête nationale la prévalence de sous-nutrition chronique parmi les enfants jusqu'à 5 ans est plus haute dans le Nord et à l'Est qu'en Adamaoua et dans le Centre-Sud.

La consommation en vitamines et minéraux (tableaux 12.3 et 12.8)

1. La vitamine A. En zone forestière, où sont consommés en abondance l'huile de palme, les légumes-feuilles et les fruits, les taux en caroténoïdes et en vitamine A sont élevés dans le sérum des habitants. En région de savane les taux sont plus faibles, en particulier en saison sèche, mais quand même acceptables. Dans cette région la vitamine A et les carotènes sont apportés en abondance en saison des pluies surtout

par les légumes-feuilles frais. Ils sont stockés dans l'organisme et libérés au fur et à mesure des besoins: c'est-à-dire, pendant la saison sèche, quand les apports alimentaires font défaut. Il n'existe pas de problème concernant la vitamine A au Cameroun. Pourtant il pourrait exister des cas de carence en vitamine A dans la partie septentrionale, spécialement chez les enfants de 0-5 ans.

2. *La thiamine, la riboflavine et la niacine.* Au Cameroun les apports de thiamine semblent être suffisants quand la base de l'alimentation se compose de céréales. Dans les régions où les féculents présentent la quasi-totalité de l'apport énergétique les niveaux de consommation pourraient être trop bas. Néanmoins au Centre-Sud les arachides apportent encore une quantité considérable de vitamine B₁. D'après les enquêtes, il devrait exister partout une carence en riboflavine. Il y a une exception pour Golompui, sans qu'on sache d'où vient cette différence. Selon les enquêtes également, les apports de niacine seraient plus ou moins suffisants, sauf peut-être pour la région de Batouri.

3. *La vitamine C.* Dans les types alimentaires des régions humides les taux de consommation sont en général nettement plus élevés que les besoins. Cela tient à la prédominance dans le régime des racines et des tubercules, qui fournissent l'essentiel de la vitamine C, complété de légumes et de fruits frais. Dans les régimes céréaliers l'essentiel de l'apport en vitamine C est fourni par les légumes et les fruits, qui font défaut pendant la saison sèche. En effet, plusieurs enquêtes font état d'une avitaminose sévère de vitamine C pendant la saison sèche au Nord-Cameroun et en Adamaoua. L'incidence de la carence saisonnière en vitamine C sur la morbidité et la mortalité locales est loin d'être négligeable.

4. *Le calcium.* Selon les enquêtes seuls les régimes du Nord-Cameroun apportent assez de calcium pour tous les groupes d'âge de la population. Pourtant, nulle part on ne fait mention de carences en calcium. L'organisme humain semble être capable de s'adapter à de larges variations du taux de calcium, de sorte qu'on peut difficilement conclure à des carences d'apport.

5. *Le fer.* Dans le Nord et en Adamaoua les apports en fer sont élevés. Cela tient à la forte teneur en fer du sorgho, probablement due à des contaminations par la terre ou la poussière. Dans les autres régions les apports semblent être suffisants, du moins pour les enfants et les hommes adultes. Toutefois, ces apports pourraient être insuffisants en raison d'une mauvaise utilisation, due à la fréquence du parasitisme intestinal. D'après l'enquête nationale 44,7% des enfants sont anémiques.

6. *L'iode.* Les enquêtes n'ont pas considéré le taux d'iode de l'alimentation. Seule l'enquête de Batouri fait mention de la prévalence fréquente du goitre dans cette région. Environ 25% de la population étaient atteints. Le Cameroun compte plusieurs zones d'endémie goitreuse. C'est le cas du pays Bamoun dans l'ouest du pays, des montagnes

de la région du Margui-Wandala dans le nord et surtout de l'est. D'après l'enquête nationale les taux de goitre des mères examinées sont les plus élevés dans la province du Nord, du Nord-Ouest et du Centre-Sud. Il existe donc un problème sérieux du goitre au Cameroun.

Comparaison des résultats Il est intéressant de comparer les résultats de la strate des non-islamisés des plaines du Nord-Cameroun avec ceux du groupement de Golompui, qui s'y trouve englobé géographiquement. Ces enquêtes ont été effectuées à environ dix ans d'intervalle. Il existe, compte tenu des causes d'erreurs inévitables, une assez bonne concordance, sauf sur la teneur en calcium de la ration. C'est dans le même dessein qu'on peut rappeler les résultats d'Evodoula (dans la Lékié) et ceux de la région cacaoyère, survenant dix ans plus tard. Les auteurs de l'enquête la plus récente concluent que l'alimentation n'a pas varié sensiblement. Il est exact que qualitativement elle est, en gros, restée identique à ce qu'elle était. Les chiffres du tableau 12.6 suggèrent cependant une amélioration de l'apport énergétique, en majeure partie d'origine lipidique. Comme il y a aussi un accroissement sensible de la consommation protéique, il est logique d'attribuer ce fait à une amélioration du niveau de vie. On peut toutefois également penser qu'Evodoula constitue un secteur moins favorisé au sein d'une large zone où des secteurs mieux nourris relèvent la valeur de la ration moyenne. En effet la division en strates réalisée dans la région cacaoyère, isolant le département de la Lékié, montre que localement les taux de consommation énergétique et protéique n'ont pas changé sensiblement depuis dix ans (voir le paragraphe 12.2.5). De même les résultats de l'enquête de l'Adamaoua, concernant la strate des Baya, et de l'enquête de Chevassus-Agnes, entreprise cinq ans plus tard chez cette ethnie, ne montrent pas en général des différences. Il y a cependant une discordance dans les apports en protéines et en vitamines du groupe B. Chevassus-Agnes mentionne que le taux de consommation protéique est moindre et que les quantités de vitamines du groupe B sont beaucoup plus importantes, ce qui est dû aux fortes teneurs vitaminiques des boissons alcoolisées fabriquées à partir de céréales.

Les variations saisonnières de la consommation Les enquêtes, effectuées en milieu rural, révèlent des fluctuations de la consommation qui sont étroitement liées aux cycles agricoles. Dans le Nord-Cameroun le caractère saisonnier de l'alimentation, dû au climat contrasté, est même très prononcé. Le tableau 12.9 montre les variations saisonnières de la consommation des principaux nutriments par individu moyen par jour chez les Toupouri de Golompui au Nord-Cameroun, chez les Mboum et les Dourou de l'Adamaoua et en région cacaoyère du Sud-Cameroun. Ces trois exemples représentent les régimes alimentaires de la zone de savane, de la zone de transition entre savane et forêt, et de la zone de forêt. Chez les Toupouri on observe pendant ou peu après la période de récolte des céréales une augmentation très nette de la consommation. Cela s'explique d'autant mieux que les déficits alimentaires avant la récolte ont été plus graves et qu'il existe de ce fait un besoin impérieux de relever le niveau alimentaire dès que les réserves sont reconstituées. Par la suite le paysan s'efforce de répartir ses

ressources, mais au cours de l'année la consommation alimentaire s'abaisse peu à peu quantitativement de même que qualitativement.

Les Mboum et les Dourou surmontent les difficultés de la pénurie de sorgho grâce aux récoltes des tubercules et des arachides. Pour la région cacaoyère les variations saisonnières de la consommation sont très atténuées grâce à la diversité des produits. La production vivrière, notamment des aliments de base, s'étale assez régulièrement tout au long de l'année. La grande saison sèche n'est pas rigoureuse. Cependant on constate parfois, dans les régions où le régime est à base de féculents, de graves déficits saisonniers, comme dans la région de Batouri par exemple.

Il est clair qu'en zone de savane les carences en certains nutriments, qui aboutissent aux maladies nutritionnelles, dépendent pour une plus large part des saisons que dans les autres aires écologiques du Cameroun.

12.2.5 Les facteurs socio-économiques et la consommation

Les considérations qui précèdent ont traité de la consommation par individu moyen. Pourtant du point de vue pratique cette consommation reste une abstraction, parce que les moyennes cachent d'importantes inégalités alimentaires entre les familles et même entre les individus d'une même famille. Dans ces conditions il faut étudier ces inégalités de consommation et identifier les facteurs socio-économiques qui sont liés aux difficultés alimentaires.

Les inégalités de consommation entre les familles et au sein de la famille Selon l'enquête chez les Toupouri à Golompui, il existe une insuffisance permanente de ressources alimentaires dans certaines familles. Bien qu'ici la consommation énergétique par individu moyen soit légèrement supérieure aux besoins, 59% des familles en période de soudure, 20 et 37% dans les périodes suivant la récolte, ont une consommation énergétique inférieure aux besoins. Le pourcentage de familles sous-alimentées est évidemment plus élevé lorsque la consommation moyenne du groupe est elle-même inférieure aux besoins. Les données des tableaux 12.6 et 12.7 montrent que des déficits énergétiques de plus de 15% ne sont pas rares. Si l'on admet qu'il existe une importante dispersion de la consommation familiale autour de la moyenne du groupe, on peut en conclure que vraisemblablement une partie très importante de la population a un niveau de consommation inférieur aux besoins, même lorsque la moyenne est conforme aux besoins standards.

Les enquêtes montrent que le plus souvent les inégalités alimentaires entre les familles sont liées à la taille de la famille. On constate une diminution de la ration lorsque le nombre de rationnaires augmente. Cette diminution per capita correspond partiellement à une diminution des besoins. Une famille importante comporte en général un grand nombre d'enfants; le besoin moyen est donc plus faible. En milieu urbain le pouvoir d'achat par tête diminue à mesure que la taille de la famille augmente, du moins dans les classes à revenus modestes. On observe une diminution de la ration. D'ailleurs les denrées les plus chères sont remplacées par des aliments moins chers,

qui en général sont inférieurs du point de vue nutritionnel. Ainsi la consommation se trouve limitée quantitativement et qualitativement.

Au sein même de la famille ce sont très souvent les plus vulnérables du point de vue nutritionnel, ce qui veut dire les enfants et les femmes (enceintes et allaitantes), qui ne reçoivent pas toujours suffisamment d'aliments pour que soient satisfaits leurs besoins en éléments énergétiques et nutritifs. Au repas les hommes sont servis les premiers et les morceaux les plus appréciés sont en général ceux qui sont riches en protéines. Il en reste donc peu pour les enfants et les femmes. De plus des interdits portent malheureusement souvent sur les aliments d'origine animale et ils s'adressent surtout aux groupes vulnérables.

Ainsi la malnutrition des jeunes enfants peut provenir d'une ration familiale insuffisante et/ou de pratiques alimentaires, privant l'enfant de certains aliments indispensables. Ceci se produit spécialement pendant la période de sevrage, quand l'enfant est très vulnérable. Selon l'enquête nationale le kwashiorkor et le marasme ne se rencontrent pas souvent au Cameroun. Cependant des formes de sous-alimentation moins graves sont fréquentes. Le taux de prévalence de la sous-alimentation chronique (l'enfant mesure moins de 90% de l'indice taille/âge de la médiane de référence) est de 22,1% pour la totalité des enfants du pays. Il s'agit d'un nombre total d'environ 250 000 enfants. Les taux de prévalence sont les plus bas à Yaoundé/Douala: 11,8%. Ils sont moins élevés dans les zones urbaines: 19,4%, que dans les zones rurales: 22,4%. Le taux est le plus élevé dans l'Ouest: 30,8%. Le nombre réel des enfants affectés est le plus élevé dans le Nord: 70 000, représentant 28% des 250 000 enfants de l'ensemble du pays.

Le taux de prévalence est plus faible chez les bébés, l'alimentation au sein étant encore presque générale au Cameroun. Il commence à augmenter après douze mois pour atteindre un plafond de 18 à 59 mois. Ces données montrent que la sous-alimentation chez les jeunes enfants est un problème dans l'ensemble du Cameroun.

La dépense alimentaire monétaire et la consommation (tableau 12.10) Le revenu ou les dépenses totales a une influence incontestable sur le niveau de consommation. Les populations rurales ont un revenu global nettement inférieur aux populations urbaines, comme le montre le tableau 12.10. En milieu rural l'autoconsommation alimentaire représente en valeur la quasi-totalité de l'apport alimentaire. Les liquidités monétaires y sont faibles. Le passage progressif de l'économie de subsistance à l'économie de marché se traduit par une diminution du pourcentage de la valeur de l'autoconsommation alimentaire et par un accroissement des dépenses alimentaires monétaires. En milieu urbain la consommation alimentaire dépend quasi totalement des liquidités monétaires. Pour l'enquête de Yaoundé, il est à remarquer que les dépenses monétaires sont identiques aux dépenses totales. Le tableau 12.10 montre également que, lorsque le revenu augmente la part des dépenses consacrée à l'alimentation (monétaire et autoconsommation: colonne 5) croît en valeur absolue et diminue en valeur relative. En effet le pourcentage des dépenses alimentaires totales varie de 68 à 33% suivant le niveau de revenu (colonne 6).

En milieu rural le niveau de revenu peu élevé est fonction de la production agricole familiale. Une légère amélioration du niveau de vie se traduit avant tout par une augmentation de la quantité d'aliments ingérés et se reflète peu sur l'équilibre alimentaire, car le niveau des disponibilités monétaires reste faible pour la plupart des ménages. A mesure que le revenu augmente la consommation en protéines totales croît par suite d'une augmentation graduelle de l'apport en protéines animales, alors que les protéines végétales s'accroissent, puis décroissent légèrement dans les classes à fort revenu. Cela se traduit par une amélioration modérée de l'équilibre protéino-énergétique. De même le taux de lipides s'élève en raison d'une augmentation des lipides liés d'origine animale. Il faut noter que la plupart des modifications qui accompagnent l'accroissement du revenu consistent à remplacer des produits bon marché et moins prisés par des produits plus prestigieux, mais toujours choisis dans le même groupe alimentaire. Par exemple, on remplace la céréale entière par la farine, la graine oléagineuse par l'huile, le poisson séché par le poisson frais.

L'effet bénéfique, que pourraient avoir les dépenses monétaires sur le régime alimentaire, est en grande partie annulé par le caractère saisonnier des rentrées d'argent. La période de traite des produits comme le coton, le café et le cacao suit de peu la récolte des produits vivriers. Les rentrées d'argent se produisent donc à un moment où les réserves d'aliments de base sont à un niveau élevé. Le paysan en profite pour régler ses dettes, payer les impôts, la scolarité, et acheter des produits manufacturés, non alimentaires. Une partie importante des dépenses monétaires sert à acheter des produits d'origine animale et des boissons alcoolisées. Selon l'enquête en zone cacaoyère, ce dernier poste atteint le niveau maximum au moment de la traite du cacao. Tous les prix s'élèvent dès que la demande s'accroît en raison de l'insuffisance des circuits commerciaux et des moyens de stockage. En même temps le choix du consommateur se porte sur des aliments plus prestigieux, donc plus chers. Ceci le conduit à des dépenses élevées pour un gain nutritionnel faible, sinon nul. En période de soudure on observe un transfert des dépenses monétaires vers les aliments de base, qui sont très chers à ce moment. Les liquidités monétaires contribuent alors à atténuer les déficits énergétiques de la soudure.

L'évolution des comportements alimentaires Les systèmes agricoles traditionnels étaient aptes à couvrir les besoins traditionnels. La quasi-totalité des superficies arables était consacrée à la production vivrière. Il y avait un équilibre, quoique précaire, entre l'homme et le milieu. L'implantation des cultures de rapport a rompu cet équilibre. Techniquement les systèmes agricoles ont à peine évolué. La productivité par travailleur est restée sensiblement la même. Mais une partie des terres et du temps de travail est consacrée aux cultures de rapport. A de nombreux points de vue l'orientation vers les cultures de rapport et vers la commercialisation est nécessaire, car elle donne au pays les ressources indispensables à son développement économique, et au paysan la possibilité d'élever son niveau de vie et celui de sa famille. Cependant ce processus peut avoir des effets moins avantageux en ce qui concerne les cultures vivrières servant à l'autoconsommation.

La région de la Lékié correspond à une zone très peuplée, où les surfaces réservées à la culture cacaoyère sont très importantes. Il en résulte pour la population une pénurie en terres pour l'établissement de champs vivriers. De plus les hommes ont peu de temps pour le défrichement de ces terres. Les femmes, qui en général ont concentré leurs activités sur la nourriture quotidienne et les cultures vivrières cherchent des solutions qui ne sont que des palliatifs. Elles entreprennent des cultures vivrières moins exigeantes et plus productives, comme par exemple celle du manioc au lieu d'autres tubercules. Il est aisé de s'imaginer l'effet défavorable de ce changement sur la qualité de l'alimentation. En outre, le besoin de liquidités monétaires pour l'achat de divers articles et biens que l'on peut se procurer, mène parfois à la vente d'une trop grande part de la production vivrière, au détriment de l'alimentation familiale.

Dans le département de la Lékié les taux de consommation énergétique et protéique n'ont pas sensiblement changé dans l'intervalle des dix années qui séparent l'enquête d'Evodoula de celle de la région cacaoyère (voir le paragraphe 12.2.4). Cependant la population est d'avis que les comportements alimentaires se sont dégradés du point de vue de la tradition. Aujourd'hui le manioc bouilli avec la purée de feuilles de manioc est un plat habituel. Autrefois, il était considéré comme uniquement destiné aux femmes et comme plat en période de soudure. Par contre l'igname considérée comme un aliment noble, prend maintenant une place de moins en moins importante dans l'alimentation.

Le Cameroun est aujourd'hui soumis à un processus irréversible d'urbanisation. Dans les régions orientées vers les cultures de rapport, le paysan sort peu à peu de l'économie de subsistance et dispose progressivement d'un revenu monétaire qui lui permet un choix dans ses aliments. Mais c'est en milieu urbain où les revenus sont plus élevés et où le consommateur achète toute sa nourriture, que les comportements alimentaires se modifient rapidement. Comme le montre l'enquête de Douala, ce sont les nouveaux arrivés qui sont encore attachés au type d'alimentation traditionnel. Les marchés des grandes villes assurent au consommateur un libre et vaste choix de produits. Ceci permet à chaque groupe ethnique de satisfaire ses goûts traditionnels, du moins pour les aliments de base. Les contacts avec un mode de vie différent rendent le consommateur très réceptif aux aliments nouveaux et les liens économiques et sociaux avec le milieu traditionnel s'amenuisent. Tout concourt à faire de l'alimentation urbaine un type intermédiaire entre l'alimentation traditionnelle et celle des pays industrialisés.

L'alimentation reste essentiellement à base de glucides. Mais on observe une diminution de cette consommation au profit de produits plus faciles à préparer ou plus prestigieux et plus coûteux: du riz blanc, du pain, du sucre et des huiles végétales. La fréquence et le niveau de consommation de lait, de conserves, de poisson et de viande d'élevage s'accroissent, et il en est de même pour les boissons alcoolisées et non alcoolisées préparées en usine. Bien que l'alimentation en ville soit plus variée et mieux répartie dans le temps qu'en milieu rural, il ne semble pas que le niveau de consommation y soit sensiblement plus élevé (voir le paragraphe 12.2.4). On constate ces modifications qualitatives de la ration dans les familles qui disposent d'un revenu monétaire régulier.

En revanche, pour tous les sans-travail et les nombreux employés à temps partiel de même que leur famille, il devient difficile de se procurer la nourriture nécessaire, même les aliments de base. Une hausse de prix des aliments les atteint gravement et a des répercussions négatives sur leur état nutritionnel déjà peu favorable.

La présence dans les villes d'une colonie européenne, ayant des comportements alimentaires spécifiques, et de Camerounais formés dans les pays industrialisés, a été un facteur important dans l'évolution récente de la consommation d'aliments importés. En créant une demande, ces groupes à haut pouvoir d'achat ont également contribué à l'amélioration des circuits de commercialisation de la viande locale et ont été un facteur de développement du maraîchage péri-urbain. Cependant, bien que le Cameroun produise une grande variété d'aliments, on constate une insuffisance en certains produits, due à une demande de plus en plus forte et au changement des structures de consommation. A quelques exceptions près, on assiste ces dernières années à une augmentation régulière des importations alimentaires: 34% pour les produits laitiers entre 1976 et 1978, et 47% pour les produits céréaliers. Il convient toutefois de souligner que ces produits ne sont pas toujours destinés à une consommation directe dans les ménages, mais que leur augmentation peut s'expliquer par le développement des industries alimentaires. Celles-ci utilisent en effet en partie des matières importées. Si l'on adopte une politique du laissez-faire, les importations alimentaires s'accroîtront rapidement. Ceci risque d'aggraver le déficit de la balance commerciale et d'accroître la dépendance alimentaire et économique vis-à-vis des pays industrialisés.

12.2.6 Comment remédier aux problèmes nutritionnels: recommandations

Le rapport final de l'Enquête Nationale sur la Nutrition (1978) et les recommandations officielles du Premier Séminaire sur la Nutrition (1979) donnent des considérations est des recommandations détaillées. Quelques grandes lignes sont reprises ici.

L'amélioration du statut nutritionnel dans l'ensemble du Cameroun aura pour résultat une meilleure santé et une meilleure productivité de la population dans son ensemble, et conduira à une amélioration générale de la qualité de la vie. Le problème de la nutrition est lié à de nombreux secteurs différents et il concerne l'amélioration de la quantité aussi bien que de la qualité des aliments consommés. Le partage des aliments au sein de la famille influence la consommation différentielle par les membres de la famille, et affecte les jeunes enfants et les mères. L'éducation nutritionnelle aura pour but de corriger ces déséquilibres. D'autre part, le statut nutritionnel étant en relation avec l'état général de santé de l'individu, il peut être amélioré grâce à de meilleurs services de santé, tels que vaccination, meilleur approvisionnement en eau, meilleure protection de l'environnement, et tout particulièrement par l'éducation sanitaire.

Les activités suivantes ont été recommandées:

- La création d'une structure nationale ayant pour responsabilité l'étude des problèmes de l'alimentation et de la nutrition.
- L'éradication du goitre. Cette activité pourrait entraîner la création d'un système de production et de distribution de sel iodé dans tout le pays.

- L'intensification de la campagne de vaccination contre la rougeole.
- La préparation d'un programme de promotion et d'éducation en matière de nutrition.
- La formation du personnel qualifié nécessaire.
- La recherche. Il pourra être nécessaire d'effectuer des études interdisciplinaires sur le statut nutritionnel pour préciser les informations existantes et améliorer les connaissances sur les problèmes saisonniers et régionaux. Le problème de l'anémie devra être étudié de façon plus approfondie.

Il faut souligner que toutes les activités en vue de l'amélioration du statut nutritionnel devront être intégrées dans un plan de développement incluant également les groupes socio-économiques les plus vulnérables.

12.3 Bibliographie

- Bascoulergue, P., 1961. Note sur l'alimentation et l'état nutritionnel des Mofous. ORSTOM. Yaoundé.
- Bascoulergue, P. & S. Le Berre, 1963. Carence saisonnière en vitamine C chez les habitants du Nord-Cameroun. ORSTOM. Yaoundé.
- Bebey Eyidi, R. et al., 1961–1962. Une enquête sur l'alimentation à Douala: Quartier New-Bell. Recherches et Etudes Camerounaises 5: 3–45.
- Blanc, J., 1975. Malnutrition et sous-développement. Presses Universitaires de Grenoble.
- Cameron, M. & Y. Hofvander, 1976. Manual on feeding infants and young children. Protein Advisory Group. United Nations. New York.
- Chevassus-Agnes, S., 1974. Alimentation et nutrition lipidique des Bayas de l'Adamaoua. ORSTOM. Yaoundé.
- Chevassus-Agnes, S. et al., 1975. Technologie traditionnelle et valeur nutritive des 'bières' de sorgho du Cameroun. Onarest. Yaoundé.
- Claudian, J. et al., 1970. Pour mieux se nourrir. FAO. Rome.
- Dema, J. S. & A. P. den Hartog, 1969. Urbanisation et modifications des régimes alimentaires en Afrique Tropicale. L'alim. et la nutr. en Afrique, Bulletin de la Commission régionale conjointe FAO/OMS/OUA 7: 31–63. FAO. Rome.
- Direction de la Statistique, s.d.. Études socio-économiques sur le Nord-Cameroun, 1961–1962. Ministère de l'Économie Nationale du Cameroun. Yaoundé.
- Direction de la Statistique, 1965. Enquête sur le niveau de vie à Yaoundé. 1964–1965. Ministère des Affaires Economiques et du Plan, Yaoundé et SEDES, Paris.
- FAO, 1957. Besoins en calories. Études de nutrition 15. FAO. Rome.
- FAO/OMS, 1965. Besoins en protéines. Rapport d'une groupe mixte FAO/OMS d'experts. 37. FAO. Rome.
- FAO/OMS, 1973. Besoins énergétiques et besoins en protéines. Réunions de la FAO sur la nutrition 52. FAO. Rome.
- Favier, J. C., 1977. Valeur alimentaire de deux aliments de base africains: le manioc et le sorgho. Travaux et documents 67. ORSTOM. Paris.
- Fox, B. A. & A. C. Cameron, 1977. Food science – a chemical approach. Hodder and Stoughton. London.
- Gabaix, J., 1966. Le niveau de vie des populations de la zone cacaoyère du Centre- Cameroun, enquête 1964–1965. Direction de la Statistique, Ministère des Affaires Economiques et du Plan, Yaoundé et SEDES, Paris.
- Gils-Meeus, H. A. E. van & J. M. C. Westphal-Stevens, 1980. L'alimentation et la nutrition au Cameroun. Comm. 8. École Nat. Sup. Agron. Centre Univ. de Dschang.
- Gouvernement du Cameroun, 1978. Enquête Nationale sur la Nutrition. Rapport final.
- Grimaldi, J. & A. Bikia, 1977. Le grand livre de la cuisine camerounaise. Edicam. Yaoundé.
- Guyer, J. I., 1978. Female farming and the rural diet. African Studies Centre. Boston University.

- Hartog, A. P. den, 1972. Répartition inégale des aliments dans les familles. Bull. de Nutr. 10 (4): 8–18. FAO. Rome.
- Hartog, A. P. den, 1977. Field guide on food habits, I.C.F.S.N. Nutrition Papers 1. Department of Human Nutrition. Agric. Univ. Wageningen.
- Latham, M. C., 1970. Nutrition humaine en Afrique tropicale. FAO. Rome (1980: édition révisée en anglais).
- Le François, P. et al., 1977. Etat nutritionnel en vitamine A au Cameroun, apprécié par quelques dosages des caroténoïdes et de la vitamine A sériques. ORSTOM/ONAREST. Yaoundé.
- Masseyeff, R., 1954. Le goitre endémique dans l'Est Cameroun. ORSTOM. Yaoundé.
- Masseyeff, R. et al., 1958. Le groupement d'Evodoula (Cameroun). Étude de l'alimentation. ORSTOM. Paris.
- Masseyeff, R. et al., 1960. Une enquête sur l'alimentation dans la région de Batouri. Recherches et Etudes Camerounaises 1: 6–70.
- Masseyeff, R. et al., 1965. Une enquête alimentaire et nutritionnelle chez les Toupouri de Golompui. 2e Edition. ORSTOM/IRCAM. Paris.
- Ministère de l'Economie et du Plan, 1979. Séminaire National sur la Nutrition, 9–12 avril 1979. Document de travail I, II et III. Yaoundé.
- National Research Council, Food and Nutrition Board, 1953. Recommended dietary allowances. N.R.C. of the United States 589. Washington D.C.
- Passmore, R. et al., 1974. Manuel sur les besoins nutritionnels de l'homme. Etude de Nutrition 28. FAO. Rome.
- Pelé, J., 1969. L'alimentation au Cameroun. ORSTOM. Yaoundé.
- Pelé, J. & S. Le Berre, 1966. Les aliments d'origine végétale au Cameroun. ORSTOM. Yaoundé.
- Périssé, J., 1966. L'alimentation en Afrique Intertropicale. Thèse Doct. Pharmacie U 436. Paris.
- Platt, B. S., 1971. Tables of representative values of foods commonly used in Tropical countries. Revised edition. Medic. Res. Council; Spec. Rep. Series 302. Her Maj. Stat. Off. London.
- Premier Séminaire National sur la Nutrition, 9–12 avril 1979, 1979. Recommandations. Yaoundé.
- Winter, G., 1964. Le niveau de vie des populations de l'Adamaoua, enquête 1963–1964. Ministère de l'Economie Nationale. Direction de la Statistique et ORSTOM/IRCAM. Yaoundé.
- Winter, G., 1967. Méthodologie des enquêtes 'Niveau de vie' en milieu rural Africain: bilan de 3 enquêtes effectuées de 1961 à 1965 au Cameroun. ORSTOM. Yaoundé.
- Wu Leung, W. T. et al., 1970. Tables de composition des aliments à l'usage de l'Afrique. FAO. Rome.

12.4. Tableaux

Tableau 12.1. Classification des différents constituants d'un régime alimentaire.

Nutriments	Rôle	Sources alimentaires	Observations
Glucides ou Hydrates de carbone	source d'énergie pour 1) maintenir la température du corps, 2) travailler, 3) le fonctionnement des organes.	d'origine végétale: bananes plantains et douces, racines et tubercules, céréales, graines de légumineuses, miel et sucre, produits à base de sucre.	1 g donne 16,8 kJ ou 4 kcal.
Lipides ou Matières grasses	source d'énergie, réserve d'énergie dans le corps (sous forme de tissu adipeux), servent de véhicule aux vitamines liposolubles.	d'origine animale: graisse blanche ou jaune, beurre. d'origine végétale: huiles (de palme, d'arachide, de coton), beurre de karité, graines et amandes, noix, arachides.	1 g donne 37,8 kJ ou 9 kcal. Les lipides contiennent un mélange d'acides gras saturés et insaturés. Acides gras essentiels: acide linoléique, acide arachidonique et acide linoléanique.
Protéines	nécessaires 1) à la croissance et au développement du corps, 2) pour l'entretien, la réparation et le remplacement des tissus usés ou détériorés, 3) pour fournir les enzymes tissulaires et digestifs, 4) en tant que constituants essentiels de certaines hormones, 5) accessoirement source d'énergie.	d'origine animale: viande (boeuf, mouton, chèvre, porc, poulet, gibier, rongeurs, serpents, singes, oiseaux), poissons, oeufs, petits animaux (termites, insectes, escarabots, chenilles, crevettes), lait & produits laitiers. d'origine végétale: céréales, graines de légumineuses, graines oléagineuses, amandes de mangues sauvages, noisettes, feuilles vertes.	1 g donne 16,8 kJ ou 4 kcal. Acides aminés essentiels: phénylalanine, tryptophane, méthionine, lysine, leucine, isoleucine, valine, thréonine, histidine (nécessaire à la croissance des enfants). Acides aminés semi-essentiels: cystine et tyrosine (peuvent être synthétisés à partir de méthionine et phénylalanine respectivement).
Vitamines	nombreuses fonctions dans les processus physiologiques du corps humain. Voir tableau 12.2.	d'origine animale et d'origine végétale. Voir tableau 12.2.	d'importance vitale sont: vitamine A, vitamine B ₁ , riboflavine, niacine, vitamine B ₁₂ , acide folique, vitamine C, vitamine D ₃ , pyridoxine, acide pantothénique, biotine, choléc, vitamine E, vitamine K.

Tableau 12.1. (suite).

Nutriments	Rôle	Sources alimentaires	Observations
Minéraux	macroéléments: plastiques, car ils collaborent plus particulièrement à l'architecture de l'organisme. oligoéléments: rôle catalytique, ils interviennent au cours de nombreuses réactions enzymatiques.	d'origine animale et d'origine végétale. Voir tableau 12.2.	les principaux minéraux sont: macroéléments: calcium (Ca), phosphore (P), magnésium (Mg), potassium (K), sodium (Na), chlore (Cl), soufre (S). oligoéléments: fer (Fe), iode (I), fluor (F), cuivre (Cu), zinc (Zn), chrome (Ch), sélénium (Se), cobalt (Co) et molybdène (Mo). le besoin alimentaire le plus indispensable de l'homme: environ 63% du poids du corps est constitué par l'eau des tissus. Per- te de l'homme adulte vivant sous un climat chaud: 4-5 litres d'eau par jour. en dominance cellulosique, vasculaire et ligni- ne.
Eau	1) renouvellement des liquides de l'organisme, 2) participation à la régulation thermique, 3) rôle dans le maintien de la pression osmotique, et 4) transport des déchets.	eau potable, boissons, lait (87% d'eau), viande (70% d'eau), fruits et légumes (60-90% d'eau), tubercules (60-80% d'eau).	
Partie non absorbable	1) sert de véhicule aux autres nutriments, 2) donne plus de consistance, 3) fournit un habitat à la flore bactérienne intestinale, et 4) facilite ainsi l'élimination du contenu intestinal.	d'origine végétale: fruits et légumes, sons des céréales, légumes des graines de légumineuses.	

Sources diverses.

Tableau 12.2. Vitamines et minéraux principaux.

Nutriments	Rôle	Sources alimentaires	Observations
Vitamine A ou Rétinol	protège les muqueuses et la peau, joue un rôle primordial dans la vision.	d'origine animale: beurre, oeufs, lait, foie et quelques poissons: vitamine A. d'origine végétale: feuilles vert foncé, fruits et légumes comme mangues, papayes, tomates, carottes, huile de palme, maïs jaune: à partir du carotène.	liposoluble, stockée surtout dans le foie. Il existe différentes sortes de carotène qui sont des provitamines A: il faut 6 µg de bêta-carotène pour obtenir 1 µg de rétinol; perte considérable de carotène. lorsque les feuilles vertes et autres aliments sont séchés au soleil et conservés longtemps.
Vitamine B ₁ ou Thiamine	rôle primordial dans le métabolisme glucidique: les besoins sont proportionnels à la consommation de glucides, protège le système nerveux.	d'origine animale: poisson et viande (surtout tout foie), lait. d'origine végétale: germes et sons des céréales, graines de légumineuses, levure, légumes-feuilles, fruits, bière.	hydrosoluble et thermolabile, perte considérable pendant cuisson prolongée, facilement détruite à des températures dépassant 100 °C (par exemple lors de friture), facilement détruite en milieu alcalin, perte considérable pendant le blutage ou la mouture des céréales et le polissage du riz blanchi.
Riboflavine (Vitamine B ₂)	intervient comme coenzyme dans les réactions d'oxydation tissulaire et cellulaire, le besoin est fonction du niveau énergétique de la ration, prévient les lésions de la peau, des yeux et des lèvres.	d'origine animale: lait, viande (surtout foie), poisson, oeufs. d'origine végétale: germes et sons des céréales, graines de légumineuses, levure, légumes-feuilles, bière.	moins soluble dans l'eau que la vitamine B ₁ et plus résistante à la chaleur, supporte la cuisson, sensible à la lumière solaire, perte considérable pendant le blutage ou la mouture des céréales.
Niacine (Vitamine PP, acide nicotinique)	le principal rôle concerne les réactions d'oxydation tissulaire et cellulaire, le besoin est fonction du niveau énergétique de la ration, protège la peau, le système nerveux et le système digestif.	d'origine animale: viande (foie). d'origine végétale: germes et sons de céréales, graines de légumineuses.	très stable, supporte la cuisson, perte considérable pendant le blutage ou la mouture des céréales; 60 mg de tryptophane peuvent être transformés en 1 mg de niacine. Dans le maïs, la niacine peut être libérée de la forme liée (niacytine) par un traitement en présence d'alcalis.

Tableau 12.2. (suite).

Nutriments	Rôle	Sourcés alimentaires	Observations
Vitamine B ₁₂ ou Cyanocobalamine	nécessaire à la production d'hématies normales	d'origine animale, surtout le foie.	substance, qui contient du cobalt, obtenue par l'organisme par une action bactérienne au cours du transit intestinal.
Acide folique et Folate	contribuent à la production de globules rouges normaux.	d'origine animale: foie et rognons. d'origine végétale: feuilles vert foncé, levure.	facilement détruits à la cuisson.
Vitamine C ou Acide ascorbique	nécessaire à l'élaboration et à l'entretien du tissu interstitiel conjonctif; élément essentiel de la substance qui relie les cellules entre elles, facilite l'absorption du fer ingéré.	surtout d'origine végétale: fruits, légumes-feuilles et légumes-fruits, tubercules.	très soluble dans l'eau et facilement détruite par la cuisson, surtout en milieu alcalin, et pendant le stockage. L'organisme a un certain pouvoir de mise en réserve de la vitamine C, principalement dans le foie.
Vitamine D ₃ ou Cholécalférol	permet une bonne assimilation du calcium, rôle essentiel dans l'ossification.	d'origine animale: foie de poisson, viande, oeufs, beurre.	liposoluble La provitamine D est stockée sous la peau et transformée sous l'action des rayons ultraviolets du soleil en vitamine active.
Calcium	nécessaire à la production de la matière de base du squelette et des dents, rôle important dans la coagulation du sang et dans l'équilibre du système nerveux, l'absorption du Ca est régie par la vitamine D.	d'origine animale: lait et produits laitiers, poisson. d'origine végétale: sésame, légumes-feuilles, graines de légumineuses, céréales.	le corps humain peut s'adapter à un régime pauvre en Ca en utilisant le calcium du phytate des céréales qui se perd autrement dans les sèdes, le taux de calcium contenu dans les plantes, varie selon la nature du sol sur lequel elles sont cultivées.

Tableau 12.2. (suite).

Nutriments	Rôle	Sources alimentaires	Observations
Fer	composant de l'hémoglobine, de la myoglobine, des cytochromes et de plusieurs enzymes, il est le transporteur de l'oxygène.	d'origine animale: viande, poisson, volaille. d'origine végétale: feuilles vertes, légumes, fruits, céréales complètes, tubercules.	le fer des aliments végétaux et des aliments carnés est absorbé dans la proportion de respectivement 10% et 20%. La quantité de fer contenue dans les plantes varie légèrement avec la nature du sol sur lequel elles sont cultivées. Des contaminations par de la terre ferrifère, comme en général au Cameroun, ou par la poussière augmentent beaucoup le taux de fer des aliments ingérés.
Iode	indispensable pour la formation de l'hormone thyroïdienne, qui a un rôle métabolique important.	d'origine animale: produits de la mer. d'origine végétale: légumes cultivés sur sols riches en iode.	la quantité d'iode contenue dans les plantes varie avec la nature du sol sur lequel elles sont cultivées.
Fluor	protège contre la carie dentaire.	d'origine animale: produits de la mer. d'origine végétale: thé, eau potable.	

Sources diverses.

Tableau 12.3. Éléments nutritifs: apports recommandés.

Age (années)	Poids corporel (kg)	Energie $\text{kJ} \times 10^3$	Protéine ¹		Vitamine A ² (μg)	Vitamine D ³ (μg)	Vitamine B ₁ (mg)	Riboflavine (mg)	Niacine (mg)	Acide folique (μg)	Vitamine B ₁₂ (μg)	Vitamine C (mg)	Calcium (g)	Fer (mg)
			g	kcal										
Enfants:														
moins d'un an	7.3	3.4	820	14.0	300	10.0	0.3	0.5	5.4	60	0.3	20	0.5-0.6	5-10
1-3 ans	13.4	5.7	1360	16.0	250	10.0	0.5	0.8	9.0	100	0.9	20	0.4-0.5	5-10
4-6 ans	20.2	7.6	1830	20.0	300	10.0	0.7	1.1	12.1	100	1.5	20	0.4-0.5	5-10
7-9 ans	28.1	9.2	2190	25.0	400	2.5	0.9	1.3	14.5	100	1.5	20	0.4-0.5	5-10
Adolescents:														
10-12 ans	36.9	10.9	2600	30.0	575	2.5	1.0	1.6	17.2	100	2.0	20	0.6-0.7	5-10
13-15 ans	51.3	12.1	2900	37.0	725	2.5	1.2	1.7	19.1	200	2.0	30	0.6-0.7	9-18
16-19 ans	62.9	12.8	3070	38.0	750	2.5	1.2	1.8	20.3	200	2.0	30	0.5-0.6	5-9
Adolescentes:														
10-12 ans	38.0	9.8	2350	29.0	575	2.5	0.9	1.4	15.5	100	2.0	20	0.6-0.7	5-10
13-15 ans	49.9	10.4	2490	31.0	725	2.5	1.0	1.5	16.4	200	2.0	30	0.6-0.7	12-24
16-19 ans	54.4	9.7	2310	30.0	750	2.5	0.9	1.4	15.2	200	2.0	30	0.5-0.6	14-28
Homme adulte (modérément actif)														
	65.0	12.5	3000	37.0	750	2.5	1.2	1.8	19.8	200	2.0	30	0.4-0.5	5-9
Femme adulte (modérément active)														
	55.0	9.2	2200	29.0	750	2.5	0.9	1.3	14.5	200	2.0	30	0.4-0.5	14-28
Grossesse (2e moitié)														
		+1.5	+350	38.0	750	10.0	+0.1	+0.2	+2.3	400	3.0	50	1.0-1.2	>14-28
Lactation (premiers 6 mois)														
		+2.3	+550	46.0	1200	10.0	+0.2	+0.4	+3.7	300	2.5	50	1.0-1.2	>14-28

Explications:

1. En protéines de l'oeuf ou du lait.

2. En rétinol.

3. En cholestérol.

Source: Passmore et al. (1974).

Tableau 12.4. Maladies nutritionnelles.

Carence en:	Conséquences
Protéines	Manque d'entrain et diminution de la capacité de travail. Moindre résistance aux maladies infectieuses, d'où mortalité générale accrue, surtout chez les enfants en bas âge. Cas graves: le plus souvent chez les enfants de 1-4 ans: kwashiorkor: arrêt de croissance, atrophie des muscles, diarrhée, oedème, cheveux décolorés et cassants, peau sèche et craquelée, anémie, appétit diminué, état apathique et morose.
Protéines + énergie	Fatigue générale, amaigrissement, état affaibli, mortalité générale accrue, surtout chez les enfants en bas âge. Cas graves: fréquents chez les enfants au cours de la première année: marasme: il n'y a 'que la peau et les os', arrêt de croissance, atrophie des muscles, diarrhée, anémie, visage creusé et simiesque.
Vitamine A	Baisse de la vue le soir (cécité nocturne), prédisposition aux affections oculaires. Cas graves: perte de l'oeil, cécité par ulcération de la cornée.
Vitamine B ₁	Fatigue musculaire, manque d'appétit, dépression nerveuse. Cas graves: béribéri: 1) humide: forme aiguë avec oedème généralisé et troubles circulatoires; 2) sec: maladie chronique avec perte de poids et névrite conduisant à la paralysie des membres.
Riboflavine	Inflammation des lèvres et des paupières, perlèche rebelle, langue gonflée, fissurée et douloureuse, fatigue.
Niacine	Sensibilité de la peau aux rayons du soleil, irritation de la langue, fatigue. Cas graves: pellagre: desquamation de la peau exposée au soleil, diarrhée sévère, asthénie nerveuse, confusion mentale.
Vitamine B ₁₂	Anémie mégalo-blastique ou anémie d'Addison. La carence est due au défaut de sécrétion par l'estomac d'un facteur intrinsèque, nécessaire à l'absorption par l'intestin grêle de la vitamine B ₁₂ .
Acide folique et Folates	Anémie mégalo-blastique: fatigue. La carence peut être la conséquence de maladies du tube digestif.
Vitamine C	Saignement des gencives, fatigue. Cas graves: scorbut: inflammation des gencives, allant jusqu'à la chute des dents, gonflements des os, hémorragies spontanées.
Vitamine D ₃	Chez les enfants: rachitisme, associé à un manque de calcium. Chez les adultes: ostéomalacie et ostéoporose.
Calcium	Chez les enfants: rachitisme, mauvais développement des os, marche retardée. Chez les adultes: fragilité des os.
Fer	Anémie microcytaire: fatigue, pâleur, essoufflement. La carence peut être la conséquence d'infestations parasitaires.
Iode	Activité accrue de la glande thyroïde, hypertrophie. Cas graves: goitre.
Fluor	(en combinaison avec une alimentation excessive en sucres et trop tendre) carie dentaire, régression des dents.

Sources diverses.

Tableau 12.5. Pourcentage des aliments de base dans la ration quotidienne.

Région de l'enquête	Aliment			
	Céréales	Tubercules	Plantain	Total
<i>Nord</i>				
Golompui	84	0,1		84
Islamisés	80	0,9		81
Non-islamisés des plaines	66	0,9		67
Non-islamisés des montagnes	62,9	1,2		64
<i>Adamaoua</i>				
Mboum et Dourou	56	16		72
Eleveurs	48	29		77
Zone maïs	57	13		70
Baya	5,4	65		70
Baya (Meiganga)	6	70		76
Foulbè (Meiganga)	35,1	39,6		75
<i>Est</i>				
Batouri (savane)				88
Batouri (lisière)				84
Batouri (forêt)				75
<i>Centre-Sud</i>				
Evodoula	3,1	30	10	43
Département de la Lékéié	2,4	33	13	48
Région cacaoyère	6	30	14	50

Sources: les enquêtes nutritionnelles, effectuées depuis 1953 au Cameroun; Pelé (1969).

Tableau 12.6. L'apport énergétique, lipidique et protéique par individu moyen par jour.

Région de l'enquête	Nutriments									
	Besoins énergétiques		Energie totale (Et)		Lipides	Protéines totales	Protéines animales	UPN	EpAN %	
	kJ	kcal	kJ	kcal	%Et	%Et	%Et			
<i>Nord</i>										
Golompui	9030	2150	9324	2220	13,8	15,3	2,3	13,7	60	9,2
Islamisés	8807	2097	10021	2386	14,8	11,9	3	21	60	7,2
Non-islamisés des plaines	8543	2034	9076	2161	18,2	12,5	2	13,6	60	7,6
Mofou des plaines	8820	2100	8736	2080	-	-	3	-	-	-
Non-islamisés des montagnes	8429	2007	8438	2009	17,8	13,3	1	5,9	60	8
Mofou des montagnes	8820	2100	6342	1510	-	-	1,3	-	-	-
<i>Adamaoua</i>										
Mboum et Dourou	8635	2056	6737	1604	13	14,2	2,2	15,7	60	8,5
Eleveurs	9059	2157	8064	1920	12,1	11,8	5,2	43	65	7,7
Zone maïs	9080	2162	9353	2227	12,2	14,3	6,3	46	65	9,1
Baya	9307	2216	7728	1840	11,6	9,8	6,8	69	65	6,4
Baya (Meiganga)	9337	2223	7946	1892	12,3	8,5	5,7	67,7	65	5,5
Foulbé (Meiganga)	10118	2409	8904	2120	17,2	10,3	5,1	51,8	65	6,9
<i>Est</i>										
Batouri (savane)	8841	2105	6922	1648	5,7	6	2,2	40,2	60	3,3
Batouri (lisière)	8841	2105	6707	1597	9,7	9	2,6	30,0	60	5,3
Batouri (forêt)	8841	2105	6636	1580	13	10	2,7	25,6	60	5,8
<i>Centre-Sud</i>										
Evodoula	9240	2200	6838	1628	29,9	9,8	2,7	27,5	60	5,9
Département de la Léké	9261	2205	7791	1855	29,3	8,6	1,8	21,3	60	5,1
Région cacaoyère	9261	2205	9232	2198	27,8	9,6	2,2	22,9	60	5,7
<i>Milieu urbain</i>										
Douala	10403	2477	7220	1719 ¹	29,7	12,6	7,2	56	65	8,2
Maroua	8820	2100	8287	1973	18,2	11	3	26,5	60	6,9
Ngaoundéré	9454	2251	7417	1766	20,4	11	5,1	45	65	7,4

1. Fort probablement 12 à 15% sous-estimé

Sources: Les enquêtes nutritionnelles, effectuées au Cameroun depuis 1953; Pelé (1969).

Tableau 12.7. La part des protéines, lipides et glucides dans la ration et le déficit énergétique par rapport aux besoins dans les différentes régions.

Nutriment	Région de l'enquête					apport recommandé
	régime à céréales		régime à féculents		milieu urbain	
	Nord	Adamaoua	Est	Centre-Sud		
Protéines totales ¹	11,9–15,3	8,5–14,3	6 –10	8,6– 9,8	11 –12,6	10–14
Protéines animales ²	5,9–21	15,9–69	25,6–40,2	21,3–27,5	26,5–56	>30
Lipides ¹	13,8–18,2	12,1–17,2	5,7–13	27,8–29,9	18,2–29,7	30–35
Glucides ¹	74,3–66,5	79,4–68,5	88,3–77	63,6–60,3	71 –57,8	60–50
Déficit énergétique ¹	0(–28)	(0–)11–22	23 –25	0 –26	6 –31	

1. en pourcentage de l'énergie totale.

2. en pourcentage des protéines totales.

Tableau 12.8. Voir p. 474.

Tableau 12.9. Les variations saisonnières de la consommation des principaux nutriments par individu moyen par jour.

Nutriment	Région de l'enquête									
	Golompui			Mboum et Dourou				Région cacaoyère		
	janvier	juillet	octobre	novembre– février	mars– juin	juillet– octobre	décembre– mars	avril– juillet	août– novembre	
Energie										
en kJ	10689	7148	10139	7514	6237	6661	9320	9072	9274	
en kcal	2545	1702	2414	1789	1485	1586	2219	2160	2208	
Lipides (g)	27	22	34	24	17	29	69,2	63,6	71,1	
Protéines										
totales (g)	92,6	68,2	94,5	64	53	55	56,5	48,6	51,8	
animales (g)	12,2	15,1	11,9	10	9	7	15,9	10,0	12,3	
Vitamine A (U.I.)	1680	3100	2600	–	–	–	13129	18223	14109	
Thiamine (mg)	2,95	1,95	2,73	–	–	–	1,27	1,17	1,15	
Riboflavine (mg)	1,25	1,09	1,21	–	–	–	0,66	0,73	0,68	
Niacine (mg)	42	22	39	–	–	–	20,7	17,2	17,6	
Vitamine C (mg)	4	27	26	47	30	44	190,1	239,9	225,2	
Calcium (mg)	550	345	470	–	–	–	587,3	554,9	512,8	
Fer (mg)	23	16	24	–	–	–	17,0	16,8	15,9	

Sources: Les enquêtes nutritionnelles, effectuées depuis 1953 au Cameroun.

Tableau 12.8. L'apport en vitamines et minéraux par individu moyen par jour.

Région de l'enquête	Nutriment						
	Vitamine A (UI ou µg rétinol équivalent)	Vitamine B ₁ (mg)	Riboflavine (mg)	Niacine (mg)	Vitamine C (mg)	Calcium (mg)	Fer (mg)
<i>Nord</i>							
Golompui	2460 UI	2,5	2,2	34	19 ¹	2455	21
Islamisés	1792 UI	1,6	0,8	16	33	2109	30
Non-islamisés des plaines	2628 UI	2	0,7	20	36	2109	28,1
Mofou des plaines	-	-	-	-	7	-	-
Non-islamisés des montagnes	2954 UI	1,9	0,6	17,1	35	1827	29
Mofou des montagnes	-	-	-	-	3	-	-
<i>Adamaoua</i>							
Mboum et Dourou		0,9	0,8	12,4	40	370	24
Éleveurs	3196 UI	0,9	0,8	12,4	33	370	24
Zone maïs		0,9	0,8	12,4	61	370	24
Baya	1088 µg	20,33	0,47	11,7	49		
Baya (Meiganga)	1052 µg	0,7	0,7	14,4	49	375	19,1
Foulbé (Meiganga)	1520 µg	1	0,9	14,5	35	583	27,4
<i>Est</i>							
Batouri (savane)	1230 UI	0,4	0,5	7,1	120	339	9,5
Batouri (lisière)	1890 UI	0,6	0,6	8,5	265	435	9,5
Batouri (forêt)	3190 UI	0,9	0,6	12,4	250	352	10,2
<i>Centre-Sud</i>							
Evodoula	21797 UI	1	0,5	13	323	584	10
Département de la Lékié	16615 UI	0,9	0,6	13,2	220	482	15,5
Région cacaoyère	15084 UI	1,2	0,6	18	217	550	16
<i>Milieu urbain</i>							
Douala	19948 UI	0,6	0,6	12	79 ¹	407	9,2
Maroua	1279 UI	1,3	0,6	14,2	25	1743	23,9
Ngaoundéré	3656 UI	0,8	0,5	12,4	41	284	18,3

1. Fort probablement sous-estimé.

Sources: Les enquêtes nutritionnelles, effectuées depuis 1953 au Cameroun; Pelé (1969).

Tableau 12.10. Dépenses en Frs CFA et en pourcentage.

Enquêtes	Valeurs exprimées en Francs CFA ou en % par personne par an						
	en Francs CFA				en pourcentage		
	revenu ou dépenses totales ¹	dépenses monétaires	dépenses alimentaires monétaires	valeur de l'autoconsommation alimentaire ²	dépenses alimentaires totales: (3) + (4)	part des dépenses alimentaires totales dans les dépenses totales: (5)/(1)	part de l'autoconsommation alimentaire dans les dépenses alimentaires totales: (4)/(5)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
<i>Milieu rural</i>							
Nord 1961-1962	9 180	2 990	1 250	5 000	6 250	68	80
Adamaoua 1963-1964	12 320	6 320	2 150	4 800	6 950	56	69
Région cacoyère 1964-1965	23 480	10 980	2 280	11 100	13 380	57	83
<i>Milieu urbain</i>							
Maroua 1961-1962	13 200	9 500	4 270	3 000	7 270	55	41
Ngaoundéré 1963-1964	18 500	16 150	8 660	1 900	10 560	57	18
Yaoundé 1964-1965	54 660	54 660	18 310	-	18 310	33	-

1. dépenses totales incluent: dépenses monétaires (2), valeur de l'autoconsommation alimentaire (4), et valeur d'autre autoconsommation (habitat, combustible).

2. y inclus cadeaux et échanges.

Source: principalement Winter (1967).

Remerciements

Nous tenons tout particulièrement à remercier:

- La Fondation Universitaire Néerlandaise pour la Coopération Internationale (NUFFIC) qui a rendu possible de mener à bien la présente étude après qu'eut pris fin en 1979 le projet de coopération entre le Centre Universitaire de Dschang, Cameroun, et l'Université Agronomique de Wageningen, Pays-Bas.
- L'Office des Affaires Etrangères de l'Université Agronomique: MM R. W. Kijlstra et H. W. Andersen pour leur appui professionnel et moral.
- Tout ceux qui ont relu et examiné le manuscrit de l'étude, notamment Ir J. P. M. Bink, Dr G. H. de Bruijn, le Professeur M. Flach, Ir J. A. Samson, Dr H. ten Have et Dr M. Wessel (Département de la Phytotechnie Tropicale, Université Agronomique de Wageningen); Drs A. P. den Hartog (Département de la Nutrition Humaine, Université Agronomique de Wageningen); Ir W. Klaver (International Course in Food Science and Nutrition, Wageningen); Ir F. M. Geurts et Ir J. P. Thijsse (Département des Recherches Agronomiques, Institut Royal des Régions Tropicales, Amsterdam); Dr G. J. H. Grubben (Station d'Expérimentation pour l'Agriculture et la Culture maraîchère de plein champ, Lelystad).
- Mlle H. G. D. Zewald et Mme J. Beentje-Williamson pour l'exécution de certains dessins botaniques (Département de la Phytotaxonomie, Université Agronomique de Wageningen).
- M. R. Boekelman pour l'exécution des dessins et figures (Département de la Phytotechnie Tropicale, Université Agronomique de Wageningen).
- Mme F. A. van Duyvendijk-Sorbel qui a révisé le texte français.
- Mesdames M. J. E. Boleij-Schuyt et F. A. van Asselt-Klein qui ont dactylographié une partie du manuscrit.
- Mme E. Olofsen, responsable de la Section de Traitement de Textes de l'Université Agronomique, Mme W. M. Laoh-Gieskes qui a dactylographié une partie du manuscrit.
- M. G. Boelema pour ses conseils constructifs.
- Ir E. J. Hempenius et Ir L. E. C. R. Paquay pour leur assistance.
- PUDOC: MM J. Castelein, T. Goedewaagen et J. Vermeulen.
- Les personnes et organisations ci-dessous qui ont autorisé la reproduction de cartes, dessins ou figures: Adansonia, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris; Dr B. W. Boerboom, 's-Hertogenbosch; Dr C. T. de Wit, Wageningen; John Wiley & Son Ltd, Chichester; Koninklijk Instituut voor de Tropen, Amsterdam; La Maison Rustique,

Paris; Librairie A. Hatier, Paris; Longman Group Ltd, Harlow; MacMillan Publishing Co., New York; Netherlands Journal of Agricultural Science, Wageningen; Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome; ORSTOM, Paris; Presses Universitaires de France, Paris; Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond; The Controller of Her Britannic Majesty's Stationery Office, London; Uitgeversmaatschappij Elsevier, Amsterdam; University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma; Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart; World Crops, Horley.

Index des noms scientifiques¹

- Abelmoschus Medik. 342
A. esculentus (L.) Moench 328, 372
Acacia Mill. 271
A. albida Del. 16
A. seyal Del. 16
Acanthaceae 334, 374
Acanthiophilus helianthii Rossi 252
Acrosternum hilare Say 252
Adansonia digitata L. 20, 333, 337, 360, 374, 450
Agius convolvuli (L.) 183
Albugo candida (Pers.) Kuntz 251
Aleurites Forst. 229, 232, 233, 235, 237, 241, 244, 247
A. fordii Hemsl. 200, 229, 249
A. montana Willd. 229, 244
Allium L. 340, 388
A. ampeloprasum L. var. *porrum* (L.) Gay 327, 374
A. cepa L. 321, 340, 367, 375, 377, 379, 384, 386
A. porrum L. 374
Alocasia macrorrhiza (L.) Schott 167
Alternaria brassicae (Berk.) Saec. 251
A. sesami (Kawa.) Moh. & Beh. 253
Amaranthaceae 367, 368
Amaranthus L. 95, 321, 334, 340, 341, 362, 367, 377, 379, 384
A. cruentus L. 324, 341, 367, 379, 386
A. dubius Mart. ex Thell. 367, 379
A. tricolor L. 367, 386
Amorphophallus campanulatus (Roxb.) Blume 167
Amsacta spp. 250
Anacardiaceae 417, 418
Anacardium occidentale L. 403, 417, 419, 422, 423
Ananas comosus (L.) Merr. 394, 417, 419, 422, 424, 429, 430, 434, 435, 437
Andropogoneae Dumort. 98, 107
Annona muricata L. 417, 419, 423
A. senegalensis Pers. 15
Annonaceae 417
Anogeissus leiocarpus (DC.) Guill. & Perr. 16
Antigastra catalaunalis Dup. 253
Aonidomytilus albus (Ckll.) 183
Apanteles spp. 113
Aphis craccivora Koch 250, 251
A. gossypii Glov. 182, 184
A. maydis Fitch. 112
Apium graveolens L. 327
Araceae 163, 166, 167, 169, 369, 371
Arachis L. 220
A. batizocoi Krap. & Greg. 220
A. hypogaea L. 196, 220, 228, 231, 233, 234, 237, 238, 244, 245, 249, 250, 255, 257, 261, 270, 274, 291, 295, 303, 305, 312, 319, 320
A. monticola Krap. & Rig. 220
Arracacia xanthorrhiza Bancr. 167
Artocarpus altilis (Park.) Fosberg 375, 403, 417, 420, 422
Arundinoideae 67, 98
Asparagus officinalis L. 321
Aspergillus flavus Link. ex Fr. 251
A. oryzae Cohn 217, 267
A. spp. 84, 193
Asphondylia sesami Felt 253
Aspidiella hartii (Ckll.) 182
Athalia spp. 251
Australimusa Cheesman 392
Avena L. 98
A. sativa L. 92, 94, 97
Aveneae Dumort. 98
Bacillus subtilis Cohn 267
Bagrada spp. 251
Baillonella toxisperma Pierre 20
Balanites aegyptiaca (L.) Del. 16
Bambusoideae 67
Basella L. 362
B. alba L. 321, 324, 333, 337, 368, 380, 384, 386
Basellaceae 168, 368
Beilschmiedia Nees 450
Bemisia tabaci (Genn.) 183

1. Les synonymes sont en italique.

- Beta vulgaris* L. 321, 374
Bidens pilosa L. 334
 Bombacaceae 374
Bombax costatum Pellegr. & Vuillet 16
Boswellia odorata Hutch. 16
Botryodiplodia theobromae Pat. 182, 184
Brassica L. 228, 231, 233, 234, 237, 238, 244, 245, 250, 251, 255, 257, 321, 324, 334, 340, 368, 375, 377
B. campestris L. 228, 238
B. carinata A. Br. 368
B. chinensis L. 368, 384, 386
B. juncea (L.) Czern. & Coss. 194, 228, 238, 352, 368
B. oleracea L. 340, 341, 368, 375, 380, 384, 386
B. oleracea var. *botrytis* L. 321
B. rapa L. 374
Brevicoryne brassicae L. 251
Bridelia ferruginea Benth. 15
 Bromeliaceae 417
Burnatia enneandra Micheli 20
 Burseraceae 417
Butyrospermum paradoxum (Gaertn. fil.) Hepper spp. *parkii* (G. Don) Hepper 20, 192, 230

 Caesalpinoideae 271, 272
Cajanus DC. 273
C. cajan (L.) Millsp. 261, 264, 274, 291, 295, 303-305, 312, 314, 319, 320
C. indicus Spreng. 295
Callimusa Cheesman 392
Calopogonium mucunoides Desv. 204, 407
Camellia sasanqua Thunb. 230
Canarium schweinfurthii Engler 20
Canavalia DC. 270
C. ensiformis (L.) DC. 266, 291, 295, 303, 304, 312, 320
C. gladiata (Jacq.) DC. 260, 266, 270, 280, 281, 295, 312, 343
Cannabis sativa L. 192
Canna edulis Ker. 167
 Cannaceae 167
 Cappariaceae 374
Capsicum L. 375
C. annuum L. 384, 385
C. annuum var. *grossum* (L.) Sendtn. 321, 375
Carica papaya L. 395, 417, 418, 420, 422-424, 429, 431, 434, 435, 437
 Caricaceae 417
Carthamus tinctorius L. 194, 228, 231, 233, 234, 237, 238, 244, 245, 250, 252, 255, 257, 258
Cassia L. 271
C. tora L. 374
Celosia argentea L. 368
Celtis L. 15
C. integrifolia Lam. 16
Centrosema pubescens Benth. 204

Ceratitis capitata (Wied.) 435, 436
Ceratocystis fimbriata Ellis & Halst. 183
Ceratotheca sesamoides Endl. 374, 450
Cercospora purpurea Cke. 436
C. spp. 182, 250
 Chenopodiaceae 374
Chilo spp. 113
 Chlorideae Agardh. 98
Cicer L. 273
C. arietinum L. 261, 264, 274, 295, 303, 304, 306, 312, 314, 319
Cichorium endivia L. 327
Citrullus lanatus (Thunb.) Mansf. 326, 329, 331, 332, 375
Citrus L. 404, 418, 420, 423, 425, 429, 431, 434, 435, 437
C. aurantifolia (Christm.) Swing. 393, 417, 425
C. aurantium L. 393, 417, 425
C. grandis (L.) Osbeck 393, 417, 425
C. limon (L.) Burm. fil. 393, 417, 422, 425
C. medica L. 417
C. paradisi Macf. 393, 398, 417, 422, 426
C. reticulata Blanco 393, 417, 422, 423, 426
C. sinensis (L.) Osbeck 393, 398, 404, 413, 417, 422, 423, 426, 434
Cocos nucifera L. 197, 229, 232, 233, 235, 237, 242, 244, 248-250, 253, 256-258
C. nucifera var. *nana* (Griff.) Nar. 242
C. nucifera var. *typica* Nar. 242
Coix L. 98
Cola Schott & Endl. 333
Coleus daco A. Chev. 167
C. dysentericus (Poir.) A. Chev. 168
C. esculentus (N.E.Br.) G. Tayl. 130, 167
Colletotrichum gloeosporioides Penz. 435, 436
Colocasia Schott 125, 133, 166
C. antiquorum Schott 125
C. esculenta (L.) Schott 125, 127, 128, 131, 157, 163, 170, 172, 177, 178, 181, 182, 185, 186, 326, 369
C. esculenta var. *antiquorum* (Schott) Hubbard & Rehder 125, 172
C. esculenta var. *esculenta* 125, 172
Combretum Loeffl. 16
 Compositae 198, 228, 230, 334, 370, 374
 Convolvulaceae 164
Corchorus olitorius L. 321, 322, 368, 384, 386, 450
Corticium rolfii Curzi 182, 184
Corynebacterium spp. 286
Cosmopolites sordidus Germ. 436
Coula edulis Baill. 15
Crassocephalum Moench 345, 353
C. biafrae (Oliv. & Hiern) S. Moore 334, 374
C. crepidioides (Benth.) S. Moore 355
Crotalaria juncea L. 79
 Cruciferae 198, 228, 334, 339, 367, 368, 370, 374

- Cucumeropsis mannii* Naud. 141, 326, 330, 332, 347, 358
Cucumis melo L. 332, 375
C. sativus L. 321, 372, 377, 381, 384, 387
Cucurbita L. 321, 326, 331
C. maxima Duch. ex Lam. 325, 330, 332, 374, 375, 386
C. moschata (Duch. ex Lam.) Duch. ex Poir. 374, 375
 Cucurbitaceae 334, 339, 371, 372, 374, 375
Cyamopsis psoralioides DC. 295
C. tetragonoloba (L.) Taub. 291, 295, 312, 320
Cycloconium oleaginum Cast. 255
Cylas spp. 148, 183
Cynometra hankei Harms 15
 Cyperaceae 167
Cyperus L. 349
C. esculentus L. 167
C. rotundus L. 356

Dacryodes edulis (G. Don) Lam. 390, 417, 420
Dacus oleae Gmel. 255
Daniellia oliveri (Rolfe) Hutch. & Dalz. 15
Daucus carota L. 321, 367, 375, 377, 384, 386
Diatraea saccharalis Fabr. 113
Digitaria Fabr. 63, 98
D. exilis Stapf 93, 96, 97, 101, 147
Dioscorea L. 20, 124, 131, 135, 157, 163, 169, 170-172, 177, 178, 181, 182, 185, 186, 189, 321
D. alata L. 120, 121, 126, 128, 131, 133, 150, 163, 172, 176
D. bulbifera L. 126, 130, 131, 133, 163, 172
D. cayenensis Lam. 120, 121, 126, 131, 133, 150, 163, 172
D. dumetorum (Kunth) Pax 120, 129, 131, 133, 163, 172
D. esculenta (Lour.) Burk. 131, 150, 163, 176
D. hispida Dennst. 131
D. japonica Thunb. 131, 137
D. opposita Thunb. 131, 137
D. rotundata Poir. 120, 121, 131, 133, 135, 150, 154, 163, 172
D. trifida L. 120, 126, 131-133, 163, 176
 Dioscoreaceae 163
 Dipterocarpaceae 230
Dolichos L. 273
D. biflorus Auct. non L. 296
D. lablab L. 261, 273, 274, 291, 296, 303, 304, 306, 312, 314, 319, 320
D. uniflorus Lam. 260, 261, 263, 266, 271, 280, 283, 291, 296, 303, 304, 312, 320
 Dysmicoccus spp. 435

Echinochloa Beauv. 98
E. crus-galli Beauv. 75
E. pyramidalis Hitchc & Chase 16
Elaeis guineensis Jacq. 20, 197, 200, 221, 222, 229, 232, 233, 236, 237, 242, 244, 248-250, 254, 256-258
E. oleifera (HBK) Cortès 221, 222
 Eleusine Gaertn. 98
E. africana Kennedy-O'Byrne 75
E. coracana (L.) Gaertn. 55, 93, 95-97, 100, 101, 104
 Elsinoe fawcetti Bitanc. & Jenk. 435
 Empoasca spp. 250
 Eragrostaceae Benth. 98
 Eragrostis Beauv. 98
E. tef (Zucc.) Trotter 93, 96
 Eragrostoideae 98
Erwinia sp. 254
Erythrina L. 407
 Eumusa Bak. 392
Euphorbia pulcherrima Willd. ex Klotzsch 337
 Euphorbiaceae 164, 198, 228, 229, 370, 371
 Euschistus servus Say 252

 Festucoideae 98
 Ficus L. 20
F. carica L. 403, 417, 420, 422
F. platyphylla Del. 16
Fleurya aestuans (L.) Gaud. ex Miq. 334
 Frankliniella spp. 250
Fusarium moniliforme Sheld. 112
F. oxysporum Schlecht. 436
F. oxysporum f. *carthami* 252
F. oxysporum f. *elaicidis* Toovey 254
F. spp. 182, 184, 358

 Ganoderma spp. 204, 254
 Garcinia L. 333
 Gilbertiodendron dewevrei (De Willd.) Léon. 15
 Gliricidia HBK 407
Glomerella cingulata (Stonem.) Spauld. & Schr. 182
G. manihotis (Sacc.) Petr. 183
 Glycine Willd. 273
G. max (L.) Merr. 228, 231, 233, 234, 237, 239, 244, 246, 249, 250, 252, 255, 257, 258, 261, 274, 291, 296, 303, 304, 307, 312, 319, 320
G. soja (L.) Sieb. & Zucc. 296
 Gnetaceae 374
 Gnetum L. 20, 353, 354
G. bucholzianum Engl. 374
Gnorimoschema operculella Zell 184
Gossypium L. 195, 228, 231, 233, 234, 237, 239, 244, 246, 256-258
G. barbadense L. 195, 239
G. hirsutum L. 195, 239
 Gramineae 59, 67, 198, 229
Guizotia abyssinica (L. fil.) Cass. 191, 192, 230
Gyandropsis gynandra (L.) Briq. 360, 374

- Haematostaphis barteri Hook. fil. 20
 Helianthus annuus L. 195, 228, 231, 233, 234, 237, 239, 244, 246, 249, 250, 252, 256–258
 Heliothis zea Boddie 252
 H. spp. 250
 Helopeltis spp. 436
 Heteroligus spp. 182
 Hibiscus L. 342, 369, 389
 H. cannabinus L. 345, 369
 H. esculentus L. 321, 328, 342, 372, 375, 377, 382, 384, 387, 450
 H. sabdariffa L. 321, 322, 337, 369, 384, 386, 420
 Hilleria latifolia (Lam.) H. Walt. 374
 Homocidoma electellum Hulst 252
 Hordeum L. 98
 H. vulgare L. 53, 92, 94, 95, 97, 101, 104
 Hymenoptera 113
 Hyparrhenia rufa Stapf 15, 16
 Hyptis spicigera Lam. 191

 Imperata Cyr. 349
 I. cylindrica Beauv. 15, 204
 Ipomoea L. 370
 I. aquatica Forsk. 333, 370, 380, 384, 386
 I. batatas (L.) Lam. 95, 127, 129, 135, 157, 164, 169–171, 173, 176, 177, 179, 181, 183, 185, 187, 189, 370, 377
 Irvingia gabonensis (Aubry-Lecomte ex O'Rourke) Baill. 390, 417, 420
 Isoberlinia doka Craib & Stapf 16
 I. tomentosa (Harms) Craib & Stapf 16

 Justicia insularis T. Anders. 334, 374

 Kerstingiella geocarpa Harms 296, 312
 Khaya senegalensis (Desv.) A. Juss. 16
 Kigelia africana (Lam.) Benth. 16

 Labiatae 167, 168
Lablab niger Med. 296
 Lactuca sativa L. 321, 340, 341, 370, 375, 377, 381, 384, 386
 Lagenaria Seringe 332
 L. siceraria (Mol.) Standl. 331, 375
 Lathyrus L. 261, 273
 L. sativus L. 264, 270, 296, 303, 312
 Lauraceae 417
 Leguminosae 168, 198, 228, 260, 340, 373, 374, 418
 Lens Mill. 273
 L. culinaris Med. 261, 264, 275, 297, 303, 304, 307, 312, 319
 L. esculenta Moench 297
 Leucaena Benth. 407
 Ligyrus ebenus (Degeer) 184
 Liliaceae 367, 374
 Linaceae 198, 228

 Linum usitatissimum L. 228, 231, 233, 235, 237, 240, 244, 246
 Lipaphis erysimi Kalt. 251
 Lophira alata Banks ex Gaertn. 15
 L. lanceolata van Tiegh. ex Keay 15
 Lycopersicon esculentum Mill. 321, 340, 341, 372, 375, 377, 382, 385, 387
 Lygus spp. 252

 Macadamia F. Muell. 403
Macrotyloma geocarpum (Harms) Mar. & Baud. 296
 Madhuca J. F. Gmel. 230
 Malpighiaceae 417
 Malpighia glabra L. 417, 420, 423
 Malva L. 334
 Malvaceae 198, 228, 340, 369, 372
 Mangifera indica L. 397, 403, 417, 419, 420, 422, 423, 427, 429, 432, 434, 436, 437
 Manihot Mill. 155
 M. esculenta Crantz 130, 136, 158, 164, 169–171, 174, 177, 179, 181, 183, 185, 187, 189, 321, 370, 377
 M. glaziovii Muell.-Arg. 139, 179
 Maranta arundinacea L. 167
 Marantaceae 167
 Maydeae Dumort. 98
 Meloidogyne spp. 183, 184, 358
 Metroxylon Rottb. 169
 M. rumphii Mart. 120
 M. sagu Rottb. 120
 Mimosoideae 271–273
 Momordica charantia L. 328, 334, 374, 387
 Mononychellus tanajoa (Bondar) 183
 Monotes kerstingii Gilg 16
 Moraceae 375, 417
 Moringa oleifera Lam. 338, 374
 Moringaceae 374
 Mucuna pruriens (L.) DC. 273
 M. pruriens Cv.-groupe Utilis 291, 297, 303, 304, 312, 320
 M. pruriens var. utilis (Wall. ex Wight) Baker ex Burck 297
 Musa L. 120, 392, 419, 420, 422, 423, 427, 429, 432, 434, 436, 437
 Musa (AAA) 394, 395, 401, 417, 427
 Musa (AAB) 394, 396, 401, 402, 417, 423, 427
 Musa (ABB) 169, 394
 M. acuminata Colla 391
 M. balbisiana Colla 394
 M. cavendishii Lamb. 392
 M. corniculata Lour. 394
 M. paradisiaca L. 392
 M. sapientum L. 392
 M. textilis Nec 392
 Musaceae 417
 Mycosphaerella musicola Leach 436

- Myrtaceae 418
 Myzus persicae (Sulz.) 159, 184
 Nasturtium officinale R. Br. 334, 370
 Nezara viridula L. 252
 Ocimum L. 191
 Olea europaea L. 229, 232, 233, 237, 243, 244,
 248–250, 255–257, 259
 O. hochstetteri Bak. 16
 Oleaceae 198, 229
 Orbignia Mart. 192, 230
 O. cohune (Mart.) Standley 230
 O. martiana Barb. 230
 O. oleifera Burret 230
 Orosius spp. 253
 Oryctes spp. 213, 253, 254
 Oryza L. 94, 98
 O. barthii A. Chev. 16
 O. glaberrima Steud. 97
 O. rufipogon Griff. 75
 O. sativa L. 53, 64, 92, 95–98, 100, 101, 104
 Oryzae Dumort. 98
 Oryzoideae 98
 Oxalidaceae 167
 Oxalis tuberosa Mol. 167
 Pachyrhizus erosus (L.) Urban 168, 265, 287, 297,
 312
 Palmae 198, 229, 230, 418
 Paniceae R. Br. 98
 Panicoideae 98
 Panicum L. 52, 98
 P. miliaceum L. 93, 96
 Papilionoideae 271–273
 Papuana spp. 182
 Parkia R. Br. 260, 262, 271, 273, 280, 290, 297,
 303, 312
 P. biglobosa (Jacq.) Benth. 297
 P. filicoidea Welw. ex Oliv. 297
 Passiflora L. 390, 421
 P. edulis Sims 397, 417, 422
 P. quadrangularis L. 417, 421
 Passifloraceae 392, 417
 Pedaliaceae 198, 229, 374
 Penicillium spp. 84, 182, 193
 Pennisetum Rich. 98
 P. purpureum Schumach. 15, 321
 P. typhoides (Burm. fil.) Stapf & Hubbard 52, 54,
 60, 66, 93, 95, 97, 100, 101, 104
 Perilla L. 190
 Peronospora brassicae Gäm. 251
 Persca americana Mill. 403, 417, 419, 421–423,
 428, 429, 433, 434, 436, 437
 Phakopsora pachyrhizi Syd. 252
 Phaseoleae DC. 261, 273
 Phaseolus L. 264, 266, 273, 277, 279, 282–286,
 290–292
 P. acuminifolius Jacq. 262, 299
 P. acutifolius Gray 260, 266, 271, 280, 285, 303,
 304, 312
 P. acutifolius var. latifolius Freem. 297
 P. angularis Willd. 299
 P. aureus Roxb. 299
 P. calcaratus Roxb. 299
 P. coccineus L. 264, 266, 279, 297, 303, 312
 P. lunatus L. 261, 264, 275, 291, 298, 303, 304,
 307, 312, 314, 319, 320
 P. mungo L. 299
 P. radiatus L. 299
 P. vulgaris L. 261–266, 270, 273, 275, 279, 287,
 289, 293, 298, 303, 304, 308, 312, 316, 319,
 375–377, 385
 Phenacoccus manihoti Matile-Ferrero 183
 Phialophora gregata (Allington & Chamberl.) W.
 Gams 252
 Phoenix dactylifera L. 418, 421, 422
 Physalis L. 334
 Phytolaccaceae 374
 Phytophthora cinnamomi Rands. 436
 P. colocasiae Racib. 182
 P. megasperma Drechs. var. soja A. A. Hil-
 deb. 252
 P. infestans (Mont.) de Bary 122, 184
 P. spp. 159, 182, 253, 435
 Piper guineense Schumach. & Thonn. 20
 Pismum L. 273, 292, 298, 376
 P. sativum L. 261, 264, 270, 275, 279, 303, 304,
 308, 312, 319, 375
 Plasmopara halstedii (Farl.) Berl. & de Toni 252
 Plectranthus esculentus N.E.Br. 167
 Poaceae 67
 Poncirus Raf. 398, 404, 434
 P. trifoliata (L.) Raf. 398, 413, 434
 Pooideae 98
 Portulaca oleracea L. 321, 334, 356, 374
 Portulacaceae 334, 371, 374
 Pratylenchus brachycerus (Godfr.) 435
 Prays oleae Bern. 255
 Prosopis africana (Guill. & Perr.) Taub. 16
 Pseudomonas glycinea Coerper 252
 P. savastanoi Smith 255
 P. sesami Malk. 253
 P. solanacearum E.F. Smith 184
 P. spp. 286, 358
 Psidium guajava L. 390, 418, 421–423
 Psophocarpus DC. 273
 P. tetragonolobus (L.) DC. 168, 265, 266, 287,
 291, 298, 303, 312, 320, 328, 344
 Puccinia arachidis Speg. 250
 P. carthami Corda 252
 P. helianthii Schw. 252
 Pueraria phaseoloides (Roxb.) Benth. 204, 407
 Punica granatum L. 403, 418, 421

- Punicaceae 418
 Pythium spp. 182, 184, 254, 358, 435
- Radopholus similis (Cobb.) Thorne 435, 436
 Raphanus sativus L. 321, 367, 377, 384, 386
 Rhadinaphelenchus cocophilus (Cobb.) Goo-
 dey 253, 254
 Rhizobium japonicum (Kirchn.) Buch. 208
 R. spp. 207, 273, 277, 278, 281, 282, 289
 Rhizoctonia lamellifera Small 254
 R. spp. 358
 Rhizophora L. 13
 Rhizopus oryzae Went 217, 267
 Rhodochlamys Bak 392
 Rhynchophorus palmarum L. 254
 R. spp. 253, 254
 Ricinodendron heudelotii (Baill.) Pierre ex
 Pax 20
 Ricinus communis L. 228, 231, 233, 235, 237, 240,
 244, 246
 Rigidoporus lignosus (Klotzsch) Imazeki 183
 Rutaceae 417
- Saccharum L. 67, 98, 105, 107, 108
 S. barberi Jeswiet 105, 107, 115
 S. officinarum L. 105–108, 115
 S. robustum Brandes & Jeswiet 107, 115
 S. sinense Roxb. 105–107, 115
 S. spontaneum L. 105, 107, 115
 Sacoglottis gabonensis (Baill.) Urb. 15
 Sagalassa valida Walker 254
 Saissetia oleae Bern. 255
 Sapotaceae 230
 Sauropus Blume 345, 353, 354
 S. androgynus Merr. 371
 Sclerocarya birrea (A. Rich.) Hochst. 16
 Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) dBy 251, 252
 S. spp. 250
 Sclerotium spp. 358
 Scutellonema bradys (Steiner & le Hew) Andras-
 sy 182
 Secale L. 67, 98
 S. cereale L. 92, 94, 97
 Secchium edule (Jacq.) Swartz 321, 344, 372, 385,
 387
 Sesamum indicum L. 196, 229, 231, 233, 235, 237,
 240, 244, 247, 249, 250, 253, 256–258
 S. radiatum Thonn. ex Hornem. 337, 355
 Setaria Beauv. 98
 S. italica (L.) Beauv. 54, 93
 Shorea Roxb. ex Gaertn. 230
 Simarubaceae 417
 Solanaceae 165, 334, 340, 371–373, 375
 Solanum L. 122, 334, 340, 345, 358, 361, 362, 371,
 373
 S. aethiopicum L. 333, 348, 359, 371
 S. gilo Raddi 355, 373
- S. macrocarpon L. 329, 371, 386
 S. melongena L. 321, 373, 375, 377, 383, 385, 387
 S. nigrum L. 321, 323, 333, 371, 384
 S. tuberosum L. 95, 127, 158, 165, 169–171, 174,
 176, 177, 180, 181, 184, 185, 188, 189, 321
 Solenostemon rotundifolius (Poir.) J. K. Mor-
 ton 168
 Sorghum Moench 67, 98
 S. bicolor (L.) Moench 54, 61, 66, 92, 94–98, 100,
 101, 104
 Sphenostylis E. Meyer 273
 S. stenocarpa (Hochst. ex Rich.) Harms 168, 265,
 276, 287, 291, 298, 309, 312, 316, 319, 320
 Spinacea oleracea L. 344, 384, 386
 Spodoptera spp. 250
 Spondias cytherea Sonn. 390, 403, 418, 421
 Sterculiaceae 230
 Stereagus aloeus L. 254
 Streptomyces scabies (Thaxter) 184
 Syzygium jambos (L.) Alston 398, 418, 421
- Tacca leontopetaloides (L.) Kuntze 168
 Taccaceae 168
 Tagetes L. 358
 Talinum triangulare (Jacq.) Willd. 321, 322, 333,
 334, 337, 371, 384, 386
 Tamarindus L. 271
 T. indica L. 16, 403, 418, 421, 422
 Tarophagus proserpina (Kirk) 182
 Telfairia occidentalis Hook. fil. 327, 331, 332,
 347, 371
 Terminalia L. 16
 T. glaucescens Planch. ex Benth. 15
 Tetracarpidium conophorum (Muell.-Arg.)
 Hutch. & Dalz. 191
 Tetranychus cinnabarinus (Boisd.) 183
 T. sp. 435
 Theaceae 230
 Theobroma cacao L. 230
 Thielaviopsis paradoxa (de Seynes) von
 Hohn 435
 Tiliaceae 369
 Toxoptera citricida Kirk. 436
 Trachysphaeria fructigena Taber & Bunting 436
 Tribulus terrestris L. 334
 Trichogramma spp. 113
 Trichosanthes anguina L. 321, 347
 Trichoscypha Hook. fil. 20, 418, 421
 Trifolium L. 279
 Trigonella foenum-graecum L. 265
 Triticeae Dumort. 98
 Triticum L. 67, 98
 T. aestivum L. 53, 92, 94–97, 99–101, 104
 Triumphetta L. 337, 450
 Tropaeolaceae 168
 Tropaeolum tuberosum Ruiz. & Pav. 168
 Tylenchulus semi-penetrans Cobb. 435

Uapaca togoensis Pax 16
Ullucus tuberosus Caldas 168
 Umbelliferae 167, 367
Urtica urens L. 334
 Urticaceae 334
Ustilago scitaminea Syd. 112

Vernonia Schreb. 450
V. amygdalina Del. 321, 323, 334, 337, 374
V. calvoana Hook. fil. 374
Verticillium dahliae Kleb. 253
V. spp. 252
Vetiveria nigritana Stapf 16
Vicia L. 292, 273
V. faba L. 261, 270, 276, 279, 298, 303, 304, 309, 312, 319
 Vicieae (Adans.) DC. 261, 273
Vigna Savi 273, 282, 284, 285
V. aconitifolia (Jacq.) Maréchal 260, 271, 280, 291, 299, 313, 320
V. angularis (Willd.) Ohwi & Ohashi 299, 303, 304, 313
V. mungo (L.) Hepper 261, 264, 291, 299, 304, 313
V. radiata (L.) Wilczek 261, 264, 276, 291, 299, 303, 304, 310, 313, 316, 319, 320
V. sinensis (L.) Hassk. 299
V. subterranea (L.) Verdc. 300
V. umbellata (Thunb.) Ohwi & Ohashi 276, 299, 303, 310, 313, 319
V. unguiculata (L.) Walp. 261, 273, 276, 291, 299, 303, 304, 313, 316, 319, 321
V. unguiculata Cv.-groupe *Sesquipedalis* 266, 287, 311, 344, 373, 385, 387
V. unguiculata Cv.-groupe *Unguiculata* 311, 374
Vitex cienkowskii Kotsky & Peyr. 20
Voandzeia Thou. 273
V. subterranea (L.) Thou. 261, 275, 291, 300, 303, 304, 311, 313, 318–320

Xanthomonas albilineans (Ashby) Dowson 112
X. citri (Hasse) Dowson 435
X. manihotis (Arthuad-Berthet & Bondar) Starr 183
X. phaseoli (E. E. Smith) Dowson var. *sojensis* (Hedges) Starr & Burckh. 252
X. vasculorum (Cobb.) Dowson 112
X. spp. 286
Xanthosoma Schott 132, 133
X. sagittifolium (L.) Schott 127, 132, 159, 166, 170, 175–177, 180, 181, 184, 185, 188, 321, 371

Zea L. 98
Z. mays L. 55, 64, 93–97, 99, 100, 101, 104, 231, 233, 235, 237, 241, 244, 247, 257, 258
Ziziphus spina-christi (L.) Willd. 16
 Zygothymaceae 334

Index général

- abats 37, 38, 48, 49
- abeilles 200, 279, 398
- Acanthacées 15
- acaricide 435
- acarien tisserand 183
- acariens 183, 435
- accroissement démographique 38–40, 145
- acétate de polyvinyl 208
- acétone 270
- acétylène 410
- acide(s) aminé(s) 30, 95, 156, 261, 268, 289, 293, 304, 338, 440
- acide(s) aminé(s) essentiel(s) 217, 218, 289, 290, 293, 438, 464
- acide(s) aminé(s) limitant(s) 58, 95, 268, 304, 441
- acide(s) aminé(s) soufré(s) 58, 258, 268, 304, 338, 440
- acide arachidique 227
- acide arachidonique 190, 464
- acide ascorbique 267, 467
- acide caprique 227
- acide caprylique 227
- acide citrique 165, 420
- acide(s) conjugué(s) tri-éthanoides 191
- acide cyanhydrique 59, 124, 164, 189, 235, 270, 339
- acide élaeostéarique 191
- acide érucique 227, 255, 257
- acide folique 464, 467, 469, 470
- acide(s) gras 190–192, 227, 293
- acide(s) gras à 2 ou 3 liaisons doubles non conjugués 190
- acide(s) gras à 3 ou 4 liaisons doubles conjuguées 191
- acide(s) gras essentiel(s) 438, 464
- acide(s) gras libre(s) 193, 215, 216, 218, 219, 258
- acide(s) gras non saturé(s) 190, 191, 193, 221, 227, 233, 464
- acide(s) gras saturé(s) 190, 191, 193, 227, 233, 464
- acide laurique 193, 227
- acide lignocétrique 227
- acide linoléique 190, 191, 193, 227, 258, 464
- acide linoléique 190, 191, 227, 464
- acide myristique 227
- acide nicotinique 46, 58, 59, 96, 170, 237, 303, 377, 422, 466
- acide oléique 191, 227, 258
- acide oxalique 335, 339
- acide palmitique 190, 191, 227
- acide pantothénique 464
- acide prussique, voir: acide cyanhydrique
- acide stéarique 190, 191, 227
- acidité 201
- acridiens 252
- acroléine 193
- Acrosols 11
- adokwa 374
- adventices 207, 283, 408
- adzuki bean 299
- affouk 451, 452
- aflaroot disease 251
- aflatoxine 257
- African bitter yam 163
- African cluster yam 163
- African eggplant 371
- African leaf cabbage 368
- African locust bean 297
- African mosaic disease 183
- African yam bean 168, 298
- age économique 399, 423
- agrumes 206, 390–393, 398, 401–405, 407, 409, 411–415, 425, 434, 435
- ail 350, 359
- akènes 238, 239, 381
- albédo 425
- albumen 59, 224, 242
- albumen corné 60
- albumen farineux 60
- albumines 268, 290
- alcalinité du sol 13, 139
- alcaloïde(s) 122, 124, 163, 235, 270, 290
- alcaloïdes stéroïdes 122
- alcool 116, 158, 165, 223, 439
- alcool tri-hydrique 190
- aleurite 192, 198, 201, 229, 235, 240, 247
- aleurodes 183
- algues 82
- algues bleues 81, 82
- aliment(s) 258, 270, 290, 438–447, 451, 453, 454, 457–460

- aliment(s) complémentaire(s) 124, 447
aliment(s) de base 33, 38, 89, 193, 224, 336, 338, 446, 447, 450, 457, 459-461, 471
aliment(s) d'origine animale 38, 41, 48, 442, 454, 458
aliment(s) d'origine végétale 38, 48, 442
alimentation animale, voir: alimentation du bétail
alimentation du bétail 57, 58, 85, 89, 92, 93, 106, 123, 165, 193, 216, 234, 235, 295, 296, 299, 317, 391
alimentation humaine 26, 57, 89, 123, 193, 216, 233, 257, 260, 263-265, 290, 302, 310, 317, 334, 391, 392, 438-475
allergie(s) 157, 270
allofécondation 68, 97, 397
allogames(s) 87, 199, 242, 400, 404
Alomae et Bobone 182
'Alphonso' 427
alternance 259, 398, 408
Alternaria blight 251
Alternaria leaf spot 253
altitude à l'équateur 100, 177, 244, 263, 429
amande(s) 200, 219-221, 242, 419, 422, 450, 464
amandes grillées 419
amarante(s) 58, 321, 324, 334, 339-341, 345, 347, 348, 351-357, 367, 376-379, 384, 389
amaranth 367
ambérique 260-264, 266, 267, 271, 276, 280-282, 285, 287, 290, 293, 299, 310, 316, 320, 378, 389
ambrévide 260-264, 271, 273, 280, 281, 283, 285, 287, 288, 290, 292, 293, 295, 301, 305, 314, 315, 320, 326
amélioration (génétique) 28-30, 40, 51, 59, 69, 85-88, 106, 115, 116, 119, 133, 151, 154-157, 189, 205, 219, 220, 222, 255, 256, 258, 288-291, 293, 361, 362, 401, 413
amenée d'eau 351
'Americani' 401
amgba 451, 452
amidon 39, 58, 59, 125, 131, 132, 144, 149, 152, 153, 157-159, 174, 189, 268, 317, 420
ammoniac (NH₃) 82
ammonium (NH₄⁺) 81, 82
anacarde 417
anacardier 206, 403
analyse(s) du sol 78, 112
analyse foliaire 211, 212, 409, 434
ananas 12, 206, 208, 248, 390-392, 394, 398-402, 404, 406-415, 417, 419, 424, 430, 434, 435, 437
Andigena 122
andosols 11, 12
Andosols 11, 12
anémie 270, 338, 455, 462, 470
Angola pea 295
animaux domestiques 251
animaux monogastriques 258
anneau rouge 253, 254
attaque 260-262, 274, 280, 283, 285, 290, 296, 306, 314, 320, 326, 343, 389
anthères 64, 68, 272, 279
anthèse 199, 212, 279
anthracnose 182, 183, 435, 436
antibiotique 359
Antillais, voir: groupe Antillais de l'avocatier
antimétabolites 320
anti-oxydants 217
año 168
aphidés 253
aphids 183
appâts empoisonnés 113
appauvrissement du sol 146, 212
apport(s) énergétique(s) 31, 32, 34, 35, 37, 38, 40, 41, 44, 47, 446, 455, 456, 472
apport fractionné 78, 112
apport glucidique 44
apport lipidique 31, 33, 34, 36, 37, 44, 47, 472
apport protéique 31, 33, 34, 36, 37, 44, 47, 235, 335, 472
apport(s) recommandé(s) 32, 47, 438, 453, 469, 473
Aracées 123, 133, 135, 171, 181, 185, 189
arachide 11-13, 20, 22-25, 27, 43, 44, 74, 79, 141-143, 191-193, 196, 198, 200-202, 204, 205, 207-210, 213, 215, 216, 219, 220, 227, 228, 234, 238, 245-247, 250, 257, 260-264, 266-268, 271, 273, 274, 277, 279-282, 284-287, 290-293, 295, 300, 301, 305, 315, 320, 336, 378, 447, 450, 451, 457, 464
arbre à beurre 230
arbre à pain 206, 375, 391, 397, 398, 405, 417
arbres fruitiers, voir: cultures fruitières
arbres greffés 425
arbres-mères 222, 256
arbres semés 425
arcure défoliée 254
Arénosols 13
argiles 13, 16, 138, 139
arille 273, 306
army worms 250
'Aroumanis' 427
arracacha 167
arrachage 341, 346, 351, 356, 379
arrosage(s) 114, 140, 187, 202, 212, 254, 283, 351, 355-357, 409
arrosage 'à la pomme' 356
arrosage 'au bec' 355
arrosoir 355
arrowroot 167
arrowroot de Tahiti 168
arrowroot des Antilles 167
arrowroot du Queensland 167
arsénite de sodium 213
artériosclérose 258, 443
arthritisme 443

Asian grams 262, 263
 Asiatic bitter yam 131
 asperge 163, 321, 364, 369
 assaisonnement 265, 359
 association, voir: culture associée
 aubergine(s) 321, 333, 335, 340, 347, 350–352, 354, 358, 361, 364, 373, 377, 383, 385, 389
 aubergine indigène 361, 373
 autoconsommation 122, 334, 346, 349, 352, 353, 360, 363, 364, 414, 458, 459, 475
 autofécondation 68, 87, 88, 97, 279, 400
 autogame(s) 86, 198, 242
 auto-incompatibilité 279, 397, 398, 402
 autostérile(s) 154, 399, 424
 autotétraploïdes 122
 autotriploïdes 122
 'Avance' 239
 avitaminose 455
 avocado pear 417
 avocat 390–392, 398, 411, 414, 417, 428, 433, 434, 436
 avocatier 397, 398, 400–405, 407, 416, 437
 avoine 52, 56, 57, 63, 69, 72, 86, 88, 92
 azote (N) 61, 68, 69, 73, 75–79, 81–83, 86, 111–113, 133, 145, 147, 181, 207–209, 249, 262, 266, 273, 277, 281, 283, 284, 289, 318, 349, 357, 358, 407, 434, 440
 azote ammoniacal 81
 azote atmosphérique 82

 babassu (palm) 192, 230
 backcrossing 87
 bacterial blight 252
 bacterial leaf spot 253
 bacterial pustule 252
 bacterial wilt 184
 bactérie nodulaire 278
 bactéries 81, 82, 208, 217, 218, 273, 277, 278, 281, 286, 289, 358
 bactéries fixatrices d'azote 208
 bactériose 252
 bagasse 106, 111, 114, 408
 baie 382, 383, 424, 425, 427, 428
 bain de boue 219
 'Baker 296' 240
 Balsam pear 374
 Bambara groundnut 300
 bambous 144, 410
 bambous de Chine 410
 banana 417
 banane 378, 390–392, 394, 398, 401–404, 408, 409, 411–414, 416, 419, 427, 432, 434, 436, 437
 banane(s) douce(s) 392, 394, 395, 399, 401, 403, 417, 419, 422, 427, 436, 437, 464
 banane(s) plantain(s) 391, 392, 394, 396, 399, 417, 427, 446, 447, 464
 bananeraies 22, 408, 412
 bananier 12, 27, 44, 205, 206, 218, 248, 336, 391, 392, 399, 401, 403, 406–410, 413
 bananier doux 27
 bananier plantain 20, 23, 27, 141
 'Bandjarmasin Hitam' 115
 'banque' de gènes 220
 baobab 333, 337, 354, 374, 376, 450
 barbadine 417
 Barbados cherry 417
 barley 92
 'Baronne de Rothschild' 424
 baselle 368
 basses terres tropicales 119, 137, 156, 189, 255, 262, 263, 280, 281, 290, 291, 293, 301, 312, 313, 320, 341, 345, 350, 384, 385
 bateaux polythermes 412
 bâton(s) de manioc 123, 448, 449
 battage 59, 84, 199, 287, 347
 baume de cajou 419
 beet 374
 beetroot 374
 ben ailé 338, 353, 374, 376
 benniseed 229
 béribéri 470
 besoins en eau 100, 177
 besoins énergétiques 38, 439, 447, 453, 454, 457, 458, 472, 473
 besoins nutritionnels (de l'homme) 438, 444–446
 besoins protéiques 441, 453
 bêta-carotène 423, 466
 bétail 38, 57, 88, 89, 92, 93, 106, 164, 165, 193, 210, 223, 235, 263, 296, 317, 352, 367, 391, 419
 betterave 71, 105, 321, 327
 betterave potagère 346, 352, 374
 beurre 191, 464, 466, 467
 beurre d'anacarde 12, 419
 beurre de cacao 191
 beurre de karité 191, 464
 bière 91, 93, 391, 420, 439, 447, 451, 466
 bière de sorgho 447, 452
 bigarade 393, 417, 425
 bigaradier 420, 436
 bigarrure 184, 435
 billons 22, 72, 79, 140, 178, 179, 202, 245, 246, 318, 319
 binage 202, 212, 356
 biotine 464
 bits 432
 bitter gourd 374
 bitter leaf 334, 345, 353–355, 374, 376, 450
 bitter yam 163
 'Black Cheribon' 115
 black cotton soils 72
 black-eye pea 299
 black gram 299
 black heart 184
 black nightshade 371

black rot 183
 blanchiment 85, 163, 216, 217, 258
 blast 254
 blé 27–29, 40, 44–46, 52, 53, 56–59, 63, 67–72, 75, 78, 83, 85, 86, 88, 89, 92, 99, 209, 217, 315, 317
 blé à épis aristé 53
 blé à paille longue 99
 blé de printemps 99
 blé d'hiver 71, 99
 blé dur 58
 blé méditerranéen 99
 blé nain 99
 blé tendre 58
 blutage 466
 bocage 22
 boissons 57, 92, 297, 344, 414, 419–421, 447, 451, 460, 465
 boissons alcoolisées 48, 49, 447–449, 451, 456, 459, 460
 boissons distillées 92
 bollworms 250
 'Bombay' 427
 bonavist bean 296
 'Booth 7' 428
 bore (B) 283, 318
 borers 104, 107, 113
 Borneo illipe 230
 Borneo tallow nut 230
 bottle gourd 375
 boue de filtre 106, 111, 114
 bouillie 92, 93, 447–450
 bouillie de kourou 449, 450
 boule(s) 123, 447, 452
 boulettes 234
 boulettes de riz 335
 'Bourbon' 105, 106
 bourgeon(s) 125, 127, 139, 180, 254, 356, 380, 404, 410, 424, 427, 430, 432
 bourre 203, 224, 259
 bout de cigare 410, 346
 bouturage 201, 248, 356, 386, 397, 404, 405, 413
 bouture(s) 107, 108, 110, 112, 113, 121, 135, 139, 178, 179, 183, 245, 248, 255, 282, 345, 352, 405, 414, 437
 bouture de tige greffée 179
 bovins 15, 21, 23, 263, 391
 bractée(s) 63, 195, 239, 424, 427
 brassage 451, 452
 bread fruit 375, 417
 brède de Malabar 333, 368
 breeder seed 362
 brise-vent 295, 403, 407
 brix 113, 411
 broad bean(s) 298, 309
 brossage 410
 'Brown Sarson' 238
 brown stem rot 252
 broyage 85, 107, 114, 219, 235, 258, 448–450
 brûlage 76, 107, 110, 111, 113, 182, 204, 211, 213, 251, 253, 254, 258
 brûlure bactérienne 183
 bud rot(s) 253, 254
 buisson(s) 204, 239, 262, 271, 306, 307, 311
 bulbe(s) 199, 340, 344, 346, 360, 367, 379, 392, 433, 436
 bulbification 340, 367
 bulbilles 131, 139, 172, 178, 379, 410, 411, 424, 430
 bulrush millet 93
 burrowing nematode 436
 butt rot 435
 buttage 75, 111, 140, 149, 283, 356
 buttes 22, 79, 140, 146, 178, 179, 245, 314
 cabbage 368, 381
 cabbage aphid 251
 cacao 191, 459
 cacaoyer 11, 12, 22, 141, 159, 204, 206, 208, 230, 407, 420
 cadang-cadang 215, 253
 café 316, 459
 caféier 11, 12, 22, 159
 caféier arabica 11, 22
 caféier robusta 11, 22, 204
 caillé de soja 267
 calcium (Ca) 46, 81, 96, 170, 181, 209, 235, 237, 249, 303, 318, 333, 338, 339, 356, 357, 377, 378, 422, 455, 456, 465, 467, 469, 470, 473, 474
 calebasse(s) 331, 332, 343, 345, 350, 375, 389
 cales climatisées 362, 412, 437
 calices succulents 337, 369
 Cambisols 12
 'Caña criolla' 105
 cancer 435
 cancer des Citrus 435
 canne à sucre 11, 12, 26, 43, 68, 105–118, 223, 317, 408
 canne(s) à mâcher 105
 canne(s) de repousse 110
 canne(s) noble(s) 105, 112, 115
 canne usinable 111, 114, 117
 canne(s) vierge(s) 110, 111
 capacité au champ (pF 2.0) 75, 75
 capacité de rétention d'eau 80, 139, 317, 344, 345, 403
 capitule 238, 239, 381
 caprins 21
 capsule(s) 198, 199, 239, 240, 256, 379, 381
 carbamates 435
 carburant 223, 224, 364
 carbure de calcium 410
 carence(s) 38, 41, 79, 82, 155, 211, 212, 268, 270, 283, 338, 349, 356, 409, 439, 444, 455, 457, 470

carène 271, 272
 carie dentaire 468
 carmine spider mite 183
 caroncule 240
 carotène 335, 337, 338, 378, 466
 caroténoïdes 454
 carotte(s) 321, 327, 338, 346, 350, 352, 363, 367, 377, 384, 389, 466
 carpelle(s) 63, 271, 272, 425
 'Carrizo' 413
 carrot 367
 carthame 79, 191–194, 198, 200, 207, 209, 215, 227, 228, 234, 238, 245, 255, 258
 caryopse 59, 60, 97, 241
 casamangue 390, 392, 418
 casamanguier 437
 cashew nut 417
 cassava 164, 370
 cassava bacterial blight 183
 cassava stem mussel scab 183
 castor(bean) 228
 'Cavendish' 392, 401
 Cayenne, voir: groupe Cayenne de l'ananas
 'Cayenne lisse' 424
 cayeu(x) 424, 430
 cayeu de base 424
 cécidomic 253
 cécité nocturne 470
 cédrat 298, 417
 céleri 327, 346, 350, 351, 353–355
 cellulose 106, 465
 célosie 337, 339, 345, 348, 352, 354, 368, 389
 cendre(s) 22, 76, 211, 212, 336, 358, 448, 450, 451
 centrifugation 217, 219
 cercosporiose(s) 182, 183, 204, 210, 250, 401, 410, 436
 céréale(s) 11, 23, 26–30, 34–36, 38, 40, 41, 43–46, 48, 49, 52–104, 107, 108, 111, 119, 123, 124, 141, 145, 147, 151, 158, 191, 205, 210, 245, 261, 262, 265, 267, 268, 285, 289, 293, 314, 316–318, 338, 358, 362, 440, 442, 444, 446, 447, 451, 453–456, 459, 461, 464–468, 471, 473
 céréale(s) fourragère(s) 79
 céréale(s) majeure(s) 52, 68, 92, 94
 céréale secondaire 23
 céréale tallée 62
 cerise de Barbade 417, 437
 Césalpinacées 15
 Ceylon spinach 333, 368, 371
 chambre climatisée 363
 chambre(s) froide(s) 159, 360, 361, 363
 champignon(s) 20, 84, 145, 193, 216–218, 355, 358, 359, 364, 453
 chancre 183
 chancre bactérien 255
 chanvre 191, 192
 chanvre de Guinée 345, 369
 chapatis 58, 92
 charançon(s) 148, 213, 254, 264, 432, 433, 436
 charançon(s) de patate douce 148, 149, 183
 charbon 83, 104, 112, 113
 charrue 110, 204
 chasse 20, 447
 chauffage 121, 193, 339
 chaume(s) 61, 69, 83, 111, 186, 287, 295, 296, 317
 chauves-souris 410
 chaux 59, 106, 110, 114, 209
 chélate 409
 'Chemlal' 243
 'Chemlali' 243
 chenille des feuilles 253
 chenilles 83, 184, 250, 358, 453, 464
 Chénopodiacées 388
 chèvre 464
 chickling pea 296
 chickling vetch 296
 chickpea 295
 chicorée frisée 327, 353, 354, 376, 389
 Chinese cabbage 368
 Chinese yam 131
 chips 165
 chlore (Cl) 465
 chlorose 183, 184, 252, 435
 chlorotic streak 113
 chlorure de chlorochinoline 75
 cholestérol 476, 469
 cholestérol 258
 cholinè 464
 chou(x) 321, 325, 327, 335, 337, 340–342, 346, 350, 351, 354, 355, 358, 359, 361, 368, 380, 381, 384
 chou africain 368
 chou à jets 380
 chou blanc 346
 chou brocoli 375, 380
 chou cabus 380
 chou caraïbe 166
 chou de Bruxelles 380
 chou de Chine 344, 350, 352–354, 368, 376, 384
 chou-fleur 321, 327, 343, 346, 350, 354, 363, 375, 380
 chou frisé 380
 chou frisé-pommé 350
 chou(x) pommé(s) 343, 350, 375, 380
 chou-rave 380
 chou vert 368, 375–377, 380, 389
 chouchoute 372
 choyote 372
 choyotte 372
 christophine 321, 344, 347, 350, 353, 372, 376, 385
 chrome (Cr) 465
 chromosomes (2n) 97, 172–175, 238–243, 305–311, 379–383, 424–428
 chutney(s) 369, 391, 420, 421

ciboule 354, 367, 376, 389
 cicadelle du taro 182
 cicadelles 252
 cigar end disease 436
 citranges 413
 citron 393, 402, 417, 418, 420, 425
 citronnelle 217
 civilisation de l'igname 119
 claies couvertes 146
 clarification 106, 114, 219
 clayettes 360
 clean weeding 408
 Cleopatra mandarin 434
 climat(s) aride(s) 111, 402
 climat(s) de mousson 56, 70, 222, 282
 climat(s) de savane 56, 92, 93, 288
 climat(s) humide(s) 57, 212, 213, 345, 403, 417
 climat(s) méditerranéen(s) 92, 417
 climat(s) semi-aride(s) 70
 climat(s) subtropical(aux) 92, 93
 climat(s) tempéré(s) 57, 92, 93, 136, 271
 climat(s) tropical(aux) 92, 93, 136, 192, 271, 345
 climat(s) tropical(aux) d'altitude 92
 clone(s) 105, 112, 122, 154, 156, 243, 256, 398, 399, 401, 402, 405, 412, 425, 431–433, 436
 clous 124
 cluster bean 295
 cluster yam 163
 cobalt (Co) 283, 465, 467
 cochenille en écaille 182
 cochenille noire 255
 cochenilles 411, 435
 cochenilles farineuses 182
 cock's comb 368
 cocoa 230
 coconut 229
 cocopalm 229
 cocoteraie(s) 202, 205, 248
 cocotier 11, 191–193, 197, 198, 201–204, 206–208, 210–213, 215, 216, 218, 223, 224, 227, 229, 242, 248, 249, 256, 258, 259, 336, 337, 407
 cocoyam(s) 125, 135–137, 141, 144, 146, 149, 150, 154, 156–158, 161
 coefficient d'efficacité protidique (CEP) 269
 coefficient de transpiration 71, 100
 coenzyme 466
 coeur noir de la pomme de terre 184
 Cohune palm 230
 coir 153, 187, 211
 cola 333
 cola amère 333
 colchicine 220
 coléoptères 213, 254
 coléoptères de l'igname 182
 coléoptères du taro 182
 coléoptile 60, 62, 67
 coléorhize 60, 67
 collar rot 435
 colza 27, 44, 45, 192–194, 198, 209, 215, 227, 228, 234, 238, 245, 251, 257
 combustible(s) 106, 111, 114, 116, 212, 223, 224, 475
 commercialisation 51, 88, 104, 116, 122, 153, 156, 157, 187, 222, 257, 291, 363, 364, 414, 448, 459, 460
 common bean 298
 common millet 93
 common scab 184
 'Commune' 426
 composé polyphénolique 234
 Composées 388
 composés ferreux 81
 composés nocifs 193
 composition chimique 46, 50, 58, 69, 85, 96, 106, 123, 124, 170, 190, 193, 237, 261, 268, 303, 338, 377, 392, 422, 441–443
 compost 345, 349, 356–359, 405
 concassage 216, 219
 concombre(s) 146, 321, 334, 337, 340, 343, 347, 348, 352, 359, 364, 372, 377, 381, 384, 389
 concurrence 74, 75, 141, 143, 158, 198, 206, 207, 210, 211, 343, 408
 condiment(s) 217, 260, 297, 321, 442, 448, 450
 confiserie 192, 215, 292, 295, 299, 419
 confiture(s) 369, 419–421
 conservation 123, 150, 153, 158, 159, 187–189, 255, 264, 337, 345, 346, 360–363, 372, 414, 437, 443, 447, 451, 453, 466
 conserve(s) 153, 164, 165, 185, 308, 364, 391, 413, 414, 419, 420, 460
 consommation (humaine) 28, 30, 38, 41, 57, 58, 88, 89, 92, 93, 105, 121, 124, 153, 157, 158, 188, 189, 192, 193, 218, 219, 222, 234, 235, 261, 263–266, 270, 288, 292, 296–298, 335–337, 339, 347, 359, 361, 369, 376, 391, 401, 411, 414, 419–421, 442, 444–447, 450, 453–460, 473
 contraceptifs oraux 125, 163
 copra 212, 214, 216, 218, 223, 232, 233, 242
 coque(s) 200, 201, 212, 216, 219, 220, 224, 235, 242, 255, 259, 419
 corète potagère 321, 322, 337, 345, 347, 349, 352–355, 357–360, 368, 376, 384, 389, 450
 corm 171, 182, 184
 corm rots 182, 184
 corme(s) 125, 127, 131, 133, 135, 149, 150, 163, 166, 171, 172, 175, 178, 180, 182, 184, 186
 cormelles 125, 127, 135, 149, 172, 175, 178, 180
 corn 93, 229
 corn ear worm 252
 'Corne' 394, 402
 corolle 271
 corona 273
 corosol 273
 corosolier 397, 398, 437

corps gras 190–193, 215, 222, 224, 448
 corps gras d'origine animale 39
 corps gras d'origine végétale 39, 190, 191
 corps gras libres 39, 447
 corps gras liés 39, 447
 corticostéroïdes 163
 cortisone 125, 163
 cos lettuce 381
 cossettes 266, 299, 308
 cosses 153, 157, 164, 165, 185
 coton 12, 13, 74, 191–195, 198, 210, 227, 228, 234, 239, 246, 258, 315, 316, 407, 459, 464
 cotonnier 192, 205, 210
 cotton 228
 cotton aphid 182, 184
 cotylédon(s) 199, 268, 271, 284
 couche à aleurone, voir: couche aleurique
 couche aleurique 58, 60, 85
 couche foliaire 71, 75
 couche(s) imperméable(s) 345, 349
 coup de chaleur 69, 70
 coup de soleil 411
 coup de vent 403, 436
 course(s) 11, 178, 321, 325, 326, 330, 332, 337, 338, 343, 345, 346, 348, 350, 352, 353, 358, 374–376, 389, 450
 courge cannellée 327, 331, 332, 347, 358, 371
 courge serpente 321, 347, 358
 courgette 364
 couronne(s) 199, 223, 410, 430
 couscous 93, 336, 447, 450
 couverture 110, 186, 213, 266, 408
 cowpea 299, 374
 Crassulacean Acid Metabolism 399
 'Creole' 105, 106
 crêpe 93
 cresson 359
 cresson de fontaine 334, 353, 370
 crevettes 453, 464
 criblage 362
 cribs 84
 croisement(s) 67, 87, 107, 109, 115, 155, 221, 222, 256, 289, 413
 croisements inter-génériques 67, 392
 croisements inter-spécifiques 67, 115, 220, 392
 croissance définie 277, 287, 341, 382
 croissance déterminée, voir: croissance définie
 croissance et développement 50, 59, 67, 68, 70, 71, 74, 75, 79, 80, 85, 108, 109, 112, 113, 132, 133, 135–138, 141–144, 147, 149, 171, 189, 198–202, 204, 206, 207, 209–212, 221, 222, 255, 258, 262, 273, 277, 282, 283, 314, 315, 320, 340, 341, 343, 344, 351, 352, 357, 358, 396, 399, 407, 408, 423, 432
 croissance indéfinie 277, 279, 286, 341, 382
 croissance indéterminée, voir: croissance indéfinie
 croissance initiale 132, 133, 199
 croissance précoce 132, 133, 144, 189
 crown disease 254
 crowns 430
 Crucifères 345, 358
 cucumber 372
 Cucurbitacées 20, 147, 247, 262, 326, 332, 344, 346, 347, 354, 356, 358, 388, 451
 cueillette 20, 286, 287, 333, 334, 336, 347, 354, 359, 361, 380–383, 390, 437
 cuisson 28, 30, 124, 163–165, 174, 193, 235, 266, 268, 270, 296, 315, 320, 336, 337, 339, 367–372, 420, 421, 442, 448–450, 452, 466, 467
 cuivre (Cu) 283, 318, 339, 409, 410, 465
 cultivar(s) 28, 50, 62, 67–70, 73, 75, 76, 80, 83, 85–89, 98, 105–109, 111, 112, 124, 125, 131–133, 136, 137, 139, 141, 144, 146–148, 152, 154–159, 172–175, 186, 189, 198, 200, 205, 212, 220, 238–243, 245–247, 255–258, 266, 277, 280, 286, 287, 298, 305–311, 314, 315, 340–344, 346, 361–363, 379–383, 392, 397–403, 410, 413, 414, 424–429, 435
 cultivar(s) composite(s) 88
 cultivar(s) hybride(s) 87, 105, 115, 223
 cultivar(s) synthétique(s) 87, 88
 culture à graines 28, 121
 culture agro-industrielle 158
 culture(s) annuelle(s) 43, 95, 170, 172–175, 179, 198, 200–202, 204–206, 209, 212, 215, 216, 219, 220, 225, 228, 229, 231, 233, 234, 237–241, 244, 249, 250–253, 255, 257, 258, 271, 284, 354, 355
 culture aquatique 22, 178
 culture(s) arboricole(s) 206
 culture associée 50, 70, 74, 110, 123, 139–143, 147, 159, 160, 178–180, 198, 201, 202, 204–206, 208, 245–248, 281–283, 314, 316, 318, 345, 352, 353, 360, 404, 407
 culture(s) aux étages multiples 206, 208
 culture cacaoyère 460
 culture(s) céréalière(s) 28, 30, 72, 79
 culture cocotière 248
 culture(s) commerciale(s) 180, 257, 287, 333–335, 345, 346, 349, 350, 352, 354, 360, 401
 culture continue 349
 culture(s) de base 23, 141, 152, 264, 360
 culture(s) de case 11, 314, 316, 320
 culture de crue 102
 culture de décrue 103
 culture de foin 315
 culture de rapport 292, 320, 459, 460
 culture(s) de rente 141
 culture(s) de repousses 80, 111
 culture(s) dérobée(s) 205, 248, 282, 285, 317, 407
 culture de subsistance 257, 286, 291, 292, 320
 culture de tissus 178, 202, 221, 248, 256
 culture d'hiver 56, 260
 culture d'hivernage, voir: culture d'hiver
 culture double 80

culture(s) énergétique(s) 159, 223
 culture en sec 138, 146, 205
 culture(s) fourragère(s) 279, 298, 299, 316, 320
 culture(s) fruitière(s) 26, 44, 353, 360, 390–437
 culture grainière 363
 culture industrielle 11, 430
 culture(s) intercalaire(s) 80, 202, 206, 314, 316, 352, 407
 culture irriguée 75, 76, 283, 317, 344, 385, 403
 culture itinérante 20, 102, 205, 333
 culture légumière 307, 344, 346, 356, 358, 362
 culture(s) maraîchère(s) 279, 316, 335
 culture mécanisée 157, 238, 320, 406
 culture mixte 79, 80, 206, 223
 culture multiple 75, 262
 culture(s) oléagineuse(s) 192, 198–201, 205, 209, 228, 223, 249, 307
 culture(s) pérenne(s) 43, 95, 149, 150, 170, 172–174, 194, 199–201, 204, 205, 210, 212, 215, 216, 218, 219, 221, 223, 225, 229, 232, 233, 235, 237, 241–244, 247–250, 253–255, 257–259, 271, 277
 culture permanente 22
 culture permanente avec plantes pérennes 22
 culture permanente irriguée 22, 102
 culture permanente pluviale avec des annuelles 22
 culture pluviale 70, 71, 73, 76, 109, 178
 culture(s) potagère(s) 26, 317, 321–389
 culture pure 178, 202, 210, 211, 245, 246, 282, 283, 314–317
 culture relais 80
 culture sèche 138, 345
 culture(s) secondaire(s) 20, 141, 316
 culture semi-permanente 22, 102
 culture semi-permanente avec jachère 22, 146
 culture textile 344
 culture(s) vivrière(s) 11, 12, 23, 24, 26, 27, 29, 43, 44, 50, 154, 159, 171, 179, 205, 248, 353, 354, 362, 459, 460
 curing 153, 185–187
 curries 367, 373
 curry 295, 337
 cush-cush yam 163
 cuticules 217, 218, 258
 cv. Fotète de l'amarante 379
 cv. Klaroen de l'amarante 379
 Cv.-groupe Acephala du chou 380
 Cv.-groupe Aggregatum de l'oignon 379
 Cv.-groupe Asiaticum du pois chiche 306
 Cv.-groupe Asparagina de la laitue 381
 Cv.-groupe Bengalensis de l'antique 306
 Cv.-groupe Biflora du niébé 311
 Cv.-groupe Botrytis du chou 380
 Cv.-groupe Capitata de la laitue 381
 Cv.-groupe Capitata du chou 380
 Cv.-groupe Cepa de l'oignon 379
 Cv.-groupe Cerasiforme de la tomate 383
 Cv.-groupe Commune de la tomate 382
 Cv.-groupe Crispa de la laitue 381
 Cv.-groupe Ensiformis de l'antique 306
 Cv.-groupe Eurasiaticum du pois chiche 306
 Cv.-groupe Faba de la fève de marais 309
 Cv.-groupe Gemmifera du chou 380
 Cv.-groupe Gongyloides du chou 380
 Cv.-groupe Grandifolium de la tomate 382
 Cv.-groupe Italica du chou 380
 Cv.-groupe Lablab de l'antique 306
 Cv.-groupe Longifolia de la laitue 381
 Cv.-groupe Macrospermae de la lentille 307
 Cv.-groupe Mediterraneum du pois chiche 306
 Cv.-groupe Microspermae de la lentille 307
 Cv.-groupe Minor de la fève de marais 309
 Cv.-groupe Orientale du pois chiche 306
 Cv.-groupe Proliferum de l'oignon 379
 Cv.-groupe Pyriforme de la tomate 382
 Cv.-groupe Sesquipedalis du niébé 266, 287, 311
 Cv.-groupe Textilis du niébé 311
 Cv.-groupe Unguiculata du niébé 311
 Cv.-groupe Validum de la tomate 382
 cvs allogames 242
 cvs amers 174
 cvs à paille courte 69, 75
 cvs à paille longue 69, 75
 cvs à rame 308, 315
 cvs autogames 242
 cvs auto-stériles 154
 cvs buissonnants 305, 308, 315–317
 cvs de Colocasia 125
 cvs d'élite 154
 cvs demi-nains 239
 cvs d'hiver 56
 cvs dorés 310
 cvs doux 174
 cvs géants 239
 cvs grimpants 306–309, 311, 316, 317
 cvs intermédiaires 174
 cvs locaux 240
 cvs méditerranéens 70
 cvs modernes 61, 70, 77, 78, 89, 109, 115
 cvs mono-embryonnaires 427
 cvs nains 78, 86, 239, 240, 264, 305, 308, 315
 cvs non tallants 68
 cvs poly-embryonnaires 427
 cvs précoces 71, 72, 174, 251, 287, 317
 cvs résistants 61, 112, 182–184, 238, 250–255, 358, 436
 cvs romaines de la laitue 341
 cvs tallants 68
 cvs tardifs 174, 317
 cvs traditionnels 61, 77, 78
 cyamopse à quatre ailes 260, 266, 280, 295, 320
 cyanhydrique, voir: acide cyanhydrique
 cyanocobalamine 467
 cyanure 124, 270

- cycle photosynthétique CAM 97, 399
 cycle photosynthétique C₄ 97, 109, 341
 Cyperacées 16
 Cyperus 356
 cystéine 268, 338
 cystine 58, 95, 268, 304, 440, 464
- dais 206, 207
 dais foliaire 135, 143, 144
 'Dancy' 426
 dasheen 131, 139, 172, 186
 dasheen mosaïc virus 182, 184
 date 418
 datte 397, 398, 418
 déacidification 216
 débouillage 218
 déchets ménagers 209, 352, 356, 357
 déchets organiques 211, 212, 349, 357, 413
 décoction 451, 452
 décomposition 80–82, 357, 358
 décorticage 85, 216, 245, 288, 442, 448–450
 décultivation 218
 deep flooded rice 103
 deep water rice 102
 défibrage 219, 448
 déficience(s) 58, 78, 95, 124
 déficit énergétique 459, 473
 défoliation 250, 252
 défrichement 20, 79, 143, 144, 146, 204, 205, 213, 345, 349, 350, 356, 415, 460
 Deli dura 254
 démariage 246
 dénaturation 216, 268, 269
 dénitrification 81, 82
 densité(s) 68, 69, 72–74, 99, 101, 140, 178–180, 204, 205, 210, 245–248, 315, 317, 319, 430–433
 densité énergétique 38
 dent corn 99
 déshydratation 217, 391
 désinfection 112, 251–253, 363, 412, 430, 431, 436
 désodorisation 216–218
 dessèchement 144, 205, 250–252, 254, 282, 285, 435, 436
 détergents 222
 dextrose 131
 dhurrin 59
 diabète sucré 443
 diagnostic foliaire, voir: analyse foliaire
 diarrhée 444, 470
 dichogamie synchrone 400
 diguettes 102, 103, 205
 dioïque(s) 133, 154, 172, 397, 399, 431
 diosgénine 125, 163
 diploïdes 122, 220, 413
 dispositif(s) de plantation 111, 204, 405, 406
 dispositif rectangulaire 204
 dispositif triangulaire 202, 204
- distillation 159
 doigts de banane 401, 410, 412
 dolique asperge 265, 311, 344, 353, 354, 373, 376, 385, 389
 dolique bulbeux 168, 260, 262, 265, 280–282, 287, 297
 dolique de Chine 299
 dolique d'Égypte 260, 296
 domestication 121
 dominance apicale 110, 140
 données écologiques 100, 177, 212, 244, 312, 313, 384, 429
 dormance 67, 121, 131, 135, 144, 148, 152, 159, 172, 178, 180, 188, 238, 305, 349
 dose(s) d'entretien 78
 dose de fond 78
 double-crosses 87
 double récolte, voir: récolte double
 double transplanted rice 103
 doubles-lignes, voir: lignes jumelées
 downy mildew 251, 252
 drageon 248
 drainage 11–13, 82, 110, 138, 139, 183, 201, 281, 349–351, 358, 403, 404, 411, 435, 436
 drawing vegetables 337
 drumstick tree 374
 drupe(s) 242, 243, 427
 'Duke' 436
 Dura, voir: groupe Dura du palmier à huile
 durcissement 193
- East Indian arrowroot 168
 eau 56, 71–73, 73, 76, 79–82, 84, 96, 99, 100, 102, 103, 109–111, 113, 124, 132, 133, 138, 139, 141, 152, 170, 177, 178, 187, 200, 201, 206, 209, 212, 235, 237, 244, 283, 303, 343, 345, 349, 351, 353, 355, 377, 399, 402, 409, 422, 465
 eau de chaux 59
 eau de coco 242
 eau résiduelle (du sol) 281, 282, 285
 ébullition 218, 219, 339, 451
 écartement 101, 139, 140, 144, 178–180, 202, 204, 210, 245–248, 253, 315, 317, 319, 341, 351, 406, 430–433
 échalotte 379
 échaudement des feuilles 112
 éclairage 191
 éclaircissage 210, 314, 317
 éclat(s) 139, 140, 144, 147, 150, 151, 178, 179, 182
 éclat(s) prégermé(s) 147, 150
 éclatement 284, 285, 287, 310
 écorces 20, 449, 450
 écussonnage 431, 433
 écussons 247, 431, 433
 eddoe 131, 139, 172
 edible canna 167
 édulcorants 105

- efficacité de production de racines tubéreuses 134
 eggplant 373
 égrappage 219
 égrenage 199, 239, 255, 258, 285, 287
 Egyptian bean 296
 Egyptian pea 295
 eight-months yam 163
 'EK 28' 115
 élaciculture 22, 215
 élagage 205
 éléments fertilisants, voir: fertilisants
 elephant yam 167
 éléphants 254
 éléusine 12, 55, 56, 59, 63, 68, 73–75, 93, 205, 247, 314
 élevage 21, 23, 447, 471, 472, 474
 élevage spéculatif 21, 23
 emballage 85, 327, 360, 361, 410, 412
 embryon(s) 58, 59, 85, 191, 202, 203, 271, 398
 embryon génératif 398
 embryon nucellaire 398
 embryon végétatif 398
 émergence 143, 144, 150, 207
 emmagasinage d'eau 73, 76
 emballage 153, 360, 363
 empoisonnement 59, 213
 endive 337
 endocarpe 200, 201, 220, 242, 243, 425, 427
 endosperme 58, 59, 199, 216, 271, 273
 endrine 113, 254
 énergie 26–28, 30, 31, 34, 35, 37, 38, 44, 45, 47–49, 57, 70, 71, 88, 96, 106, 120, 124, 158, 170, 223, 224, 237, 259, 265, 268, 277, 283, 292, 303, 338, 377, 391, 406, 422, 438, 439, 444, 446, 447, 453, 454, 456, 457, 460, 464, 469, 470, 473
 Energie des Protéines Alimentaires Nettes en % (EpAN %) 441, 453, 454, 472
 énergie d'origine animale 35
 énergie d'origine végétale 35
 énergie lipidique 453
 énergie protéique 440, 441, 453
 enfouissage 22, 81, 145, 187, 202, 357
 engorgement en eau 72, 138, 139, 198, 209, 281, 404
 engrais 77, 80, 82, 106, 234–236, 284, 345, 352, 355–357, 408
 engrais azoté(s) 83, 99, 111, 112, 193, 234
 engrais nitrates 82
 engrais phosphatés 78, 79, 99, 112
 engrais potassiques 99, 112
 engrais vert(s) 22, 78, 79, 145, 246, 255, 295–299, 308, 314, 315, 317, 320, 356, 358
 ennemis 210, 213, 250, 289, 411, 435
 enracinement 76, 80, 111, 157, 173, 206, 273, 281, 285, 311, 358, 379, 380, 381, 403, 405, 408
 enracinement superficiel 358, 379, 381, 408
 enroulement des feuilles 184
 enroulement dextre 131, 172
 enroulement senestre 131, 172
 ensilage 59, 164, 295, 297, 298, 311
 ensoleillement 28, 71, 73, 75, 76, 109, 111, 113, 114, 212, 355, 402
 entretien 73, 77, 88, 142, 204, 205, 209, 210, 213, 252, 406–409
 enzymes 218, 270, 464
 épaississant 164
 épaissement (secondaire) 136, 173, 174, 379
 épandage 202, 408
 épi(s) 63, 65, 68, 73–75, 78, 83, 88, 97, 172, 221, 241, 242, 380, 424, 427, 452
 épiaison 80
 épiblaste 60
 épicalice 195
 épices 20, 123, 442
 épicotyle 60, 67
 épillet(s) 59, 63, 64, 66, 67, 69, 75, 78, 98, 107, 220, 241
 épillet(s) jumelé(s) 64, 65, 98, 107
 épillet(s) pédicellé(s) 65, 66, 97, 98
 épillet(s) sessile(s) 65, 66, 98
 épinard 321, 344, 354, 367, 370, 372, 376, 384
 épinard ceylanais 333
 épinard de Surinam 333
 épinard indien 321, 324, 333, 337, 339, 340, 345, 353, 354, 359, 368, 380, 384, 389
 épinard tropical 333
 épluchage 448, 449
 épuisement du sol 358
 équivalent essence 259
 érosion 12, 204, 266, 345, 349, 351, 407
 escargots 20, 453, 464
 essais au champ 78, 112
 essence 159, 224
 établissement 132, 138, 171, 204
 étamines 63–66, 272, 400, 424
 éthanol 159
 Euphorbiacées 191
 'Eureka' 425
 évaporation 79, 351, 355, 403
 évaporation potentielle 403
 évapotranspiration 76
 exocarpe 200, 201, 242, 425, 427
 exocortis 434, 436
 exocortis virus 436
 exploitations commerciales 391
 exportation(s) 104, 116, 118, 153, 156, 216, 222, 257, 291, 320, 335, 364, 391, 410, 412, 413, 424
 exportations d'éléments fertilisants 11, 117
 extraction 58, 105, 106, 113, 114, 121, 193, 212, 216, 218, 219, 222, 235, 256, 267, 491
 extraction au solvant 216, 217
 facteurs climatologiques 50, 69, 109, 136, 141,

200, 280, 342, 402
 fac 374
 famine 163, 189
 farine 57, 58, 85, 89, 123, 153, 157, 163–166, 185, 193, 234, 236, 239, 256, 258, 288, 337, 448–450, 459
 fatigue 470
 faucheuse attelée 84
 faucille 84
 fausse tomate 329, 353, 354, 371, 376, 389
 faux fruit 423
 faux tronc 379, 392, 399, 412, 436
 favisme 270
 fécondation 68, 97, 133, 397–399, 431
 fécule 123, 164, 165, 185
 fécule industrielle 165
 féculents 23, 24, 30, 33, 169, 336, 446, 447, 451, 453–455, 457, 473
 fénugrec 265
 fer (Fe) 28, 46, 81, 82, 96, 170, 237, 303, 333, 338, 339, 357, 377, 378, 409, 422, 455, 465, 468–470, 473, 474
 fer ferreux 81
 fermentation 121, 123, 159, 163, 217–219, 266, 267, 269, 288, 292, 296, 297, 348, 357, 442, 448–452
 Ferralsols 11
 fertilisant(s) 40, 76, 99, 111, 112, 145, 146, 154, 181, 202, 205, 206, 209, 211–213, 217, 249, 255, 283, 284, 292, 318, 352, 356–358, 403, 407, 434
 fertilisant azoté 208, 357
 fertilisation, voir: fertilisant(s)
 fertilité du sol 73, 99, 138, 145, 160, 223, 266, 284, 352, 355
 feuille de polyéthylène 408
 feuilles (vertes) 30, 123, 158, 163–166, 170, 199, 203, 210–212, 217, 223, 224, 238–243, 249, 253, 259, 260, 265, 271, 295–299, 305–311, 320, 333, 336–339, 341, 343, 344, 347, 351–353, 355–358, 367–372, 374, 379–383, 392, 393, 399, 405, 410, 411, 419–421, 424, 425, 427, 428, 434–436, 447, 450, 460, 464, 466–468
 fève de Jacques 295
 fève de marais 260–262, 265, 266, 276, 279, 281, 292, 298, 300, 301, 309
 fèves 266
 fève-rose 298, 309
 fibre(s) 96, 170, 189, 212, 237, 240, 259, 303, 311, 335, 342, 344, 419, 422, 427
 field bean 298
 field pea 298
 fig 417
 figue 398, 402, 417
 figue rose 401
 figue rouge 401
 figuiers 407
 filaments 272
 filtration 218, 451, 452
 finger millet 93
 fixation 78, 79, 81, 82, 207, 273
 fixation d'azote (atmosphérique) 79, 81, 82, 207, 255, 266, 273, 277, 283, 284, 289
 flétrissement(s) 72, 76, 152, 182–184, 189, 251–252, 286, 358, 389, 435, 436
 flétrissement bactérien 358
 fleur(s) 63, 64, 97, 107, 133, 135, 155, 172–174, 195, 198, 199, 207, 213, 220, 238–240, 243, 253, 271, 277–279, 286, 287, 295, 298, 305–311, 342, 359, 368, 371, 379–383, 399, 400, 420, 421, 424, 425, 427, 428, 431, 434
 fleur complète 64, 66
 fleur(s) femelle(s) 63, 133, 155, 172, 174, 175, 212, 240, 242, 381, 424
 fleur inférieure 65, 66
 fleur ligulée 195, 239
 fleur(s) mâle(s) 63, 66, 133, 155, 172, 174, 175, 240, 242, 381, 402, 424, 427
 fleur papilionacée 271, 279
 fleur stérile 64, 66
 fleur supérieure 65, 66
 fleur tubuleuse 195, 238, 239
 fleur(s) 63, 98, 241
 flint corn 99
 floating rice 102
 flocons 92, 153, 163, 165, 185, 216
 floraison 67, 68, 70, 78–80, 97, 107–109, 116, 125, 133, 135–137, 154, 198–200, 207, 213, 242, 277, 279, 317, 340–346, 355, 356, 397, 399, 400, 402, 408, 410, 423
 floret(s) 63
 flour corn 99
 fluor (F) 465, 468, 470
 flushes 427, 428, 434
 fluted pumpkin 371
 Fluvisols 12, 13
 foetid cassia 374
 foie 466, 467
 foin 59, 266, 295, 297–299, 310
 folates 338, 467, 470
 folioles 259
 fongicide(s) 83, 110, 187, 208, 282, 411, 431, 435, 436
 fonio 56, 71, 72, 74, 93, 147
 fonte des semis 351
 foot rot 435
 force de tallage 97
 forêt 204, 205, 213, 345, 349, 350, 444, 447, 450, 451, 453, 454, 456, 471, 472
 forêt(s) claire(s) sèche(s) 16
 forêt dense humide d'altitude 17
 forêt dense humide semi-décidue 15
 forêt dense humide sempervirente 13, 204
 forêt ombrophile 204
 formations montagnardes 16

- formations soudaniennes d'altitude 16
 fossés 349-351
 fosses 186-188
 foufou 123, 163, 166, 336, 447, 448
 foundation seed 362
 fourmis 351, 411
 fourmis-parasol 250
 fourrage 58, 93, 164, 246, 255, 295-299, 308, 314, 320
 foxtail millet 93
 'Frantoio' 243
 'French' 402
 'French Plantain' 394, 402
 'French sombre' 402, 427
 fresh fruit bunches (FFB) 249
 friture 218, 337, 372, 420, 447, 466
 fromage 338
 froment 89, 92, 157, 265
 frondaison étalée 407, 408
 fructification 154, 200, 221, 238, 248, 279, 305, 311, 398, 402, 403, 408, 409, 432
 fructose 106
 fruit(s) 20, 35-37, 41, 43, 45, 48, 49, 59, 119, 190, 195, 199-202, 204, 205, 209, 211, 212, 215, 216, 218, 219, 221, 222, 224, 233, 234, 237-243, 245-249, 253, 255, 260, 262, 265-267, 271, 277, 279, 287, 297, 305-311, 329, 331, 336-338, 342, 346-348, 352, 355, 356, 361, 371-373, 375, 378-383, 390-393, 398-400, 410-414, 419-421, 423-428, 434-437, 442, 448, 450, 454, 455, 465, 468
 fruitiers, voir: cultures fruitières
 fruits commercialisés 390, 391, 398
 fuel 158
 'Fuerte' 428
 full three-quarters 412
 fumier 22, 209, 350, 351, 356, 357, 388, 404, 405
 fumier de cochon 357
 fumier de ferme 345, 349, 351
 fumigants 84
 fumigation 435
 fumure 76, 77, 80-82, 88, 110, 111, 145, 160, 208, 211, 283, 349, 408, 409
 fumure azotée 77, 78, 284, 408, 409
 fusariose 254
 fuzz 239

 gadoue 357, 359
 galactanes 270
 galettes 92, 93
 gall midge 253
 galle commune 184
 garden egg 373
 garden pea 298
 gardiennage 83
 gari 121, 123, 153, 185, 448, 449
 garnishes 321
 garniture 321

 gâteaux 164, 192, 299, 336, 419, 447
 gazole 223, 224, 259
 gélatine 95, 185
 gelée(s) 56, 137, 142, 255, 344, 369, 420, 421
 gelées nocturnes, voir: gelée(s)
 gemmule 60, 67
 génome(s) 220, 394, 401
 germe(s) 140, 152, 179, 186, 187, 265, 267, 320, 466
 germes d'ambérique 267
 germes de maïs 235
 germes de pomme de terre 165
 germes de soja 267
 germination 67, 84, 132, 135, 138, 140, 154, 155, 188, 198, 199, 201-203, 266, 267, 277, 279, 283, 284, 288, 317, 342, 348, 349, 355, 356, 363, 451, 452
 germoir 248, 397, 404, 405
 gesse blanche 260, 261, 264, 270, 280, 281, 296
 giant taro 167
 gibier 464
 gingembre 217
 glace 419, 421
 'Glagah' 115
 glande(s) 195, 239-241, 255, 258, 425
 Gleysols 11, 13
 globulines 268, 290
 globulides 27, 28, 39, 44, 96, 170, 237, 303, 377, 422, 438, 439, 447, 453, 460, 464, 466, 473
 glucose 106, 270
 glucoside(s) 234, 370
 glucoside(s) cyanogénétique(s) 59, 121, 124, 235, 269, 448
 glucosinalates 255
 glume(s) 59, 63
 glume inférieure 64-66
 glume supérieure 64-66
 glumelles 59, 63, 85
 glycéride(s) 190, 191
 glycérol 190
 glycoside, voir: glucoside(s)
 glycoside cyanogénétique, voir: glucoside cyano-génétique
 Goa bean 168, 298
 goitre 270, 455, 456, 461, 470
 golden apple 418
 golden gram 310
 'Golek' 427
 gombo 13, 20, 141, 147, 178, 321, 334, 335, 337, 340, 341-345, 347, 350, 352, 354, 361, 372, 377, 382, 384, 388, 389, 450
 gombo type Guinéen 342
 gombo type Soudanais 342
 gommose 106, 112, 435
 gorbwa 374
 gossypol 194, 234, 239, 256, 258
 gouboudo 374

gousse(s) 238, 239, 249, 251, 260, 266, 271, 277,
 286, 287, 295–299, 308, 320, 321, 348
 gousses charnues 266
 goyave 391, 418
 goyavier 390, 437
 grain(e)(s) 45, 52, 57–59, 62, 67–69, 73, 74, 76–78,
 83–88, 98–101, 107, 109, 133, 152, 154, 155, 173,
 174, 178, 190, 192, 194, 199, 201, 202, 208, 210,
 215–218, 222, 223, 230, 233–235, 237–243,
 245–247, 249, 251, 255, 257, 258, 260, 262–271,
 273, 277, 282, 284, 287–291, 295–299, 303,
 305–311, 314–316, 318, 326, 334, 339, 344–352,
 355, 356, 358, 362, 363, 367–369, 371, 372, 375,
 376, 379–383, 386, 387, 404, 413, 320, 421, 424,
 426, 431–433, 440, 448–451, 464–467
 grain-légume 260
 graines fraîches immatures 266, 295–299, 320,
 326, 329
 graines fraîches mûres 266
 graines germées 202, 267
 graines oléagineuses 34, 38, 48, 49, 124, 193, 266,
 300, 459, 464
 graines oléifères 222, 258, 259, 260, 290
 graines (non) mûres 255
 graines sèches 265–267, 288, 292, 299
 graines (sèches) mûres 266, 267, 295–300, 308,
 320, 326, 339
 grains céréaliers 57, 58, 84, 85
 graine(s) 37, 38, 48, 49, 190, 191, 218, 258, 336,
 337, 339, 372
 graine(s) d'origine animale 37, 48, 49
 graine(s) d'origine végétale 37, 48, 49, 190, 218,
 229, 258, 464
 gram 295
 Graminées 16, 28, 59, 63, 75, 98, 108, 144, 204,
 206, 248, 408
 Graminées fourragères 45
 grams asiatiques 292, 301
 'Grand cocotier' 242
 'Grande naine' 401, 409
 granges 186
 granification 345
 granulés 153, 157, 165, 235
 grapefruit 417
 grassé 321, 333, 334, 337, 339, 350, 353–355, 371,
 376, 384
 grasspea 296
 greater yam 163
 green flowers 253
 green gram 299, 310
 green onion 367
 green spider mite 183
 greffage 139, 201, 248, 397, 398, 404, 405, 413,
 423, 432, 433, 436, 437
 greffage à l'écusson 139, 437
 greffage d'yeux 139
 greffon(s) 255, 404, 405, 414, 431–433, 436
 grenade 418
 grenadilla 417
 grenadille 417
 grenadille géante 417
 grenaison 155
 grillage 419, 420, 447
 'Gros Michel' 401, 413, 427, 432
 gros mil 22, 23, 92
 groundnut 228, 295
 groupe A de l'avocatier 400, 402
 groupe AAA de Musa 401, 427
 groupe AAB de Musa 401, 402, 427
 groupe Antillais de l'avocatier 428
 groupe B de l'avocatier 400, 402
 groupe Blonde de l'oranger 426
 groupe Cayenne de l'ananas 424
 groupe Dura de palmier à huile 200, 201, 213,
 221, 242, 254, 256
 groupe Guatémaltèque de l'avocatier 402, 428
 groupe Indica du riz 67–70
 groupe Japonica du riz 68, 69
 groupe Javanica du riz 69
 groupe Mexicain de l'avocatier 402, 428
 groupe Navel de l'oranger 402, 426
 groupe Pisifera du palmier à huile 201, 221, 222,
 242, 256
 groupe Queen de l'ananas 424
 groupe Sanguine de l'oranger 426
 groupe Spanish de l'ananas 424
 groupe Spanish-Valencia de l'arachide 238, 277,
 305
 groupe Tenera du palmier à huile 200, 201, 213,
 221, 222, 242, 256
 groupe Virginia de l'arachide 238, 277, 305
 Guatémaltèque, voir: groupe Guatémaltèque de
 l'avocatier
 guava 418
 gumming 435
 gumming disease 112
 gynophores 207, 209
 'Haden' 427
 hamanatto 267
 'Hamlin' 426
 hampe(s) 426
 hapa 424
 hard oil method 218
 hardé 16
 haricot(s) 22–25, 30, 74, 79, 141, 210, 246, 261,
 265, 266, 279, 282, 283, 285, 286, 290–292, 298,
 316, 321, 326, 348, 349, 352, 354, 377
 haricot adzuki 260, 281, 299
 haricot ailé 168, 298, 328
 haricot(s) américain(s) 282
 haricot à oeil noir 299
 haricot(s) asiatique(s) 290
 haricot bean 298

- haricot(s) commun(s) 11, 141, 147, 179, 260, 261, 264, 269, 271, 275, 280–283, 285–288, 290, 292, 298, 308, 316, 317, 343
 haricot de Lima 260, 298
 haricot de sieva 298
 haricot d'Espagne 260, 281, 282, 297
 haricot dolique 260, 299, 344, 354, 374
 haricot grim pant 141
 haricot pistache 260, 300
 haricot riz 260, 262, 266, 276, 280, 281, 285, 286, 299, 308
 haricot sabre 260, 270, 295
 haricot(s) sec(s) 262, 263, 287, 292, 300, 301, 353
 haricot velu 260–264, 280, 281, 292, 299
 haricot(s) vert(s) 269, 287, 308, 335, 347, 350, 364, 385, 389
 harlequin bugs 251
 'Hass' 400, 428
 Haussa potato 168
 haustorium 199, 203
 head lettuce 381
 heart rot 435
 heavy three-quarters 412
 helminthosporiose 83, 104
 hémagglutinines 269, 270, 289
 hémicellulose(s) 270, 271
 herbe aux éléphants 321
 herbes potagères 265, 321, 334
 herbicides 111, 144, 204, 208, 211, 213, 283, 356, 369, 408
 herbicides de pré-émergence 144, 146
 hermaphrodite 271, 399, 400, 424, 427, 428, 431
 hersage à disques 213, 245
 hespéridie 425
 hèvea 11, 12, 142, 191, 204, 206, 407
 hèveaculture 22
 hexane 216
 hexaploïdes 220
 high three-quarters 412
 'Highgate' 401, 413
 hile 273, 307
 histidine 464
 Histosols 11
 hormonage 410
 hormone thyroïdienne 468
 hormones 59, 464, 468
 hormones sexuelles 125, 163
 'Horn' 402
 horse bean(s) 298, 309
 horse gram 261, 296
 huile(s) 35–38, 48, 49, 58, 123, 163, 165, 166, 190–193, 198, 205, 212, 215, 216–219, 221–224, 229–233, 238–240, 255–259, 263, 288, 295, 296, 307, 320, 337, 368, 369, 372, 402, 421, 423, 425, 428, 436, 450, 459, 464
 huile à friture 191, 193
 huile(s) alimentaire(s) 190, 191, 193
 huile d'abrasin 229
 huile d'aleurite 229
 huile d'arachide 192, 193, 228, 464
 huile de carthame 191, 193, 228
 huile de chanvre 191
 huile de coco 191, 193, 223, 229, 258
 huile de colza 193, 228, 257
 huile de coton 191, 193, 228, 464
 huile de cuisine 258, 259
 huile de lin 191, 228
 huile de maïs 191, 193, 229, 258
 huile de melon 191
 huile de palme 191, 193, 218, 219, 221–224, 227, 229, 237, 257, 259, 336, 339, 447, 448, 454, 464, 466
 huile de palmiste 191, 193, 219, 221, 223, 227, 229, 237, 257, 259
 huile de pavot 191
 huile de Perilla 190
 huile de ricin 228
 huile(s) désaturée(s) 193
 huile de sésame 192, 229
 huile de soja 190, 191, 193, 217, 228
 huile de tabac 191
 huile de table 191
 huile de tournesol 191, 193, 228, 258
 huile d'hèvea 191
 huile d'oignon 367
 huile d'olive 191, 229, 258, 259
 huile(s) d'origine animale 37, 48, 49
 huile(s) d'origine végétale 37, 48, 49, 190, 193, 448, 460
 huile(s) essentielle(s) 190, 420
 huile(s) grasse(s) (végétale(s)) 190, 192, 216, 222, 227, 257
 huile(s) industrielle(s) 190
 huile(s) non saturée(s) 258
 huile(s) non siccative(s) 191, 228, 229
 huile(s) semi-siccative(s) 191, 228, 229
 huile(s) siccative(s) 190, 191, 222, 228, 229, 233, 258
 huile(s) végétale(s). voir: huile(s) d'origine végétale
 huilerie 212, 219
 humidité relative 109, 185–188, 209, 215, 342–345
 humification 79, 201
 humus 345
 hungry rice 93
 hyacinth bean 296
 hybridation 119, 133, 154, 155, 220, 256
 hybrides doubles 87
 hybrides légittimes 201
 hybrides naturels 115
 hybrides simples 87
 hydrates de carbone 27, 59, 119, 120, 123, 124, 145, 155, 158, 164, 190, 223, 267, 268, 270, 277, 341, 392, 414, 421, 464

- hypocotyle 125
- igname(s) 11, 12, 20, 22–25, 29, 30, 44–46, 119–126, 128, 130–133, 135, 136, 138–152, 154, 156–158, 161, 163, 171, 178, 186, 205, 210, 248, 316, 321, 460
- igname amère 129
- illipe 230
- ilôts afro-subalpins 16
- immersion en eau 183
- importance économique 50, 57, 106, 122, 192, 161, 334, 391
- importations 116, 118, 158, 461
- inanition 443, 444
- inbred lines 87
- incompatibilité 133, 155, 220
- Indian corn 93
- Indian mustard 368
- Indian spinach 333, 368
- Indica, voir: groupe Indica du riz
- Indica-japonica 69
- Indice Chimique 440, 441
- indice de récolte 189
- indice de superficie foliaire (LAI), voir: LAI
- industrie fruitière 414, 415
- industrie grainière 362
- industrie sucrière 105, 115, 116
- inflorescence(s) 59, 63–69, 74, 75, 78, 97–99, 107, 108, 133, 172, 174, 175, 199, 210–212, 221, 238–241, 243, 252–254, 272, 277, 340–342, 344, 347, 348, 358, 368, 379, 401, 408, 410, 424, 427, 436
- inflorescence(s) femelle(s) 64, 65, 68, 199, 221, 241
- inflorescence(s) mâle(s) 65, 199, 211, 221, 241
- inland swamp rice 103
- inoculants 208
- inoculation 208, 282
- inondation 112, 144, 357, 358, 443
- insecte(s) 84, 104, 152, 153, 186, 198, 215, 216, 250, 252–254, 266, 279, 288, 347, 357, 358, 362, 398, 464
- insecte(s) de stockage 152
- insecte(s) des produits stockés 84, 104, 152, 181, 250, 286, 319
- insecte(s) nuisible(s) 148, 181, 215, 250, 286, 288, 319
- insecte-vecteur 182–184, 253, 254
- insecticides 83, 282, 356, 411, 431, 433, 435
- insecticides systémiques 436
- interlignes 213, 356
- involucre 238, 239
- iode (J) 270, 455, 465, 468, 470
- Irish potato 165
- irrigated rice 102, 103
- irrigation 40, 56, 57, 70, 72, 73, 75, 76, 80, 82, 102, 103, 110, 111, 114, 141, 144, 146, 158, 200, 206, 209, 212, 283, 343, 349, 350, 353–355, 359, 402–404, 409
- irrigation goutte à goutte 350, 409
- irrigation par aspersion 350, 409
- isoleucine 95, 304, 464
- jachère(s) 16, 22, 43, 57, 79, 95, 102, 112, 143, 145–147, 170, 204, 262, 356, 358
- jachère inondée 112
- jack bean 295
- Japonica, voir: groupe Japonica du riz
- jardin(s) de case 205, 314, 352
- jardin de multiplication 396
- jardin familial, voir: jardinage familial
- jardinage familial 352–355, 360, 407
- jassides 250, 253
- jassids 253
- jaunissement mortel 254
- Javanica, voir: groupe Javanica du riz
- jew's mallow 369
- jour(s) court(s) 69, 97, 109, 137, 159, 200, 279, 340–342, 344, 346
- jour(s) long(s) 69, 70, 97, 122, 133, 200, 279, 340, 344, 345, 346
- 'Julie' 427
- 'Jupiter' 239
- jus 105, 106, 112–114, 116, 121, 372, 391, 412–414, 419–421
- jus sucré 92
- jute 369
- Kaïncopé disease 254
- kale 368
- kangkong 370
- karal 16
- karité 191, 192, 230, 464
- 'Kassoer' 115
- katuk 371
- 'Keith' 427
- kenaf 369
- Kersting's groundnut 296
- ketchup 361, 372
- Key lime 425
- kohl rabi 380
- kokonte 123, 165
- kourou 449, 450
- kourou-kourou 448
- kwashiorkor 444, 458, 470
- Labiées 191
- lablab (bean) 296
- 'Lacatan' 401, 427
- lady's finger 372
- LAI 71, 132, 133, 176
- lait 28, 35–38, 41, 48, 49, 58, 95, 262, 337, 338, 440, 441, 460, 461, 464–467, 469
- lait caillé 447

- lait de noix de coco 336, 337
 lait de soja 267, 270
 laitue 321, 327, 334, 335, 337, 340–343, 350–352,
 354, 355, 359, 360, 370, 376, 377, 381, 384, 389
 laitue d'asperge 381
 laitue frisée 381
 laitue pommée 360, 381
 laitue romaine 381
 lalab 336
 landraces 87, 238
 larme-de-Job 98
 late blight 184
 latex 173, 174, 241, 420
 lathyrisme 270
 latitude 56, 109, 177, 200, 229, 244, 255, 280, 342,
 429, 446
 lavage 164, 217, 218, 284, 347, 348, 359, 360, 412,
 448–450
 leaf blight 182
 leaf roller 253
 leaf scold 112
 leaf spot disease 250, 436
 leaf spots 182
 lécithine 217
 leek 374
 légume(s) 25, 35–38, 43, 48, 49, 123, 146, 163, 164,
 166, 255, 266, 267, 295–299, 320, 321, 326, 327,
 333–340, 342–350, 352–355, 358–364, 366–377,
 379–389, 420, 421, 442, 447, 448, 455, 465, 466,
 468
 légume 260
 légumes-bulbes 321, 333, 360, 365, 367, 374, 377,
 379, 384, 386, 389
 légumes dits 'liants' 337, 372
 légumes européens 11, 327, 346, 354, 363
 légumes-feuilles 20, 41, 58, 141, 321–327,
 333–339, 344, 346, 353–355, 357–360, 364, 365,
 367–371, 374–380, 384, 386, 388, 389, 450, 451,
 454, 455, 466, 467
 légumes-fleurs 321, 375
 légumes-fruits 321, 327, 329, 333, 338, 339, 344,
 346, 352, 360, 365, 372, 375, 377, 381–384, 387,
 389, 467
 légumes-graines 326, 329–332, 375
 légumes locaux 11, 265, 326, 327, 347, 361
 légumes-racines 321, 333, 352, 358, 360, 365, 367,
 374, 375, 377, 379, 384, 386, 389
 légumes séchés 372
 légumes-tiges 321
 légumes-tubercules 321, 333, 360, 365, 367, 374,
 377, 379, 384, 386, 389
 légumineuse(s) 35, 36, 38, 58, 79, 124, 146, 147,
 204, 208–210, 248, 260, 261, 268, 263–266, 270,
 273, 277–285, 288–290, 296–300, 318, 321, 326,
 339, 344, 346, 358, 388, 409, 440, 448, 451,
 464–467
 légumineuses à graines 26, 27, 34, 38, 40, 43, 44,
 48, 49, 89, 141, 260–320, 326, 338, 378, 442, 447
 légumineuses oléifères 292
 lemma 63–66
 lemon 417
 lentil 297
 lentille 260–262, 264–266, 275, 281, 287, 292, 297,
 420, 301, 307
 lentille de terre 260, 271, 280, 287, 296
 lesser yam 163
 lessivage 78, 81, 82, 448, 450
 lethal yellowing 254
 lettuce 370
 leucine 304, 464
 levée 67, 110, 342, 351
 levure 217, 466, 467
 liane 374
 ligne(s) 72, 73, 101, 179, 180, 202, 245–248,
 314–318, 354, 406, 407, 409, 430, 432
 ligne(s) jumelée(s) 406
 lignée(s) 87, 88
 lignée(s) pure(s) 87, 88
 lignine 465
 lignocellulose 448
 Lima bean 298
 lime 393, 404, 417, 418, 425, 431
 lime (A) 417
 limon 425
 lin 190–192, 198, 200, 228, 235, 240, 246
 linamarase 124
 linamarine 124, 235, 270
 linase 235
 linseed 228
 lint 239
 linter 239
 lipase 193
 lipides 26–28, 31, 33, 34, 36–38, 44, 47–49, 96,
 170, 237, 303, 377, 422, 438, 439, 447, 448, 453,
 456, 459, 464, 472, 473
 lipides d'origine animale 33, 36, 459
 lipides d'origine végétale 33, 36
 'Lisbon' 425
 Lithosols 12
 lits de semis 140, 202, 349, 351
 lits surélevés 140, 178
 Livingstone potato 167
 lodicules 64, 66
 'Loethers noble' 115
 lubrifiants 193
 'Lula' 428
 lumière 70, 78, 80, 133, 137, 141, 206, 207, 210,
 183, 339, 352, 402, 406, 408, 466
 luminosité 28
 lutte 40, 79, 111, 113, 144, 146, 148, 153, 182–184,
 207, 215, 250–255, 283, 286, 356, 358, 408, 411,
 435, 436
 lutte biologique 113, 182–184, 252–255, 286, 435
 lutte chimique 182–184, 250–255, 435, 436

lutte culturale 182–184, 250–255, 435, 436
 Luvisols 12, 13
 lysine 58, 85, 95, 268, 304, 440, 464

macabo 11, 12, 20, 23, 24, 142, 143, 145, 148–150,
 154–157, 166, 171, 182, 321, 339, 345, 353, 371
 macabo blanc 143
 macaronis 58
 macération 124
 macro-éléments 145, 465
 magnésium (Mg) 81, 181, 249, 318, 357, 465
 maiden sucker 432
 main-d'œuvre 73, 79, 146, 150, 155, 157, 283, 399,
 411
 maïs 11–13, 20, 22–24, 27, 29, 30, 40, 44–46, 52,
 55–61, 63, 67–70, 72–77, 83–85, 87–90, 93, 98,
 99, 141–144, 147, 151, 158, 171, 178, 191–193,
 198, 205, 210, 227, 229, 235, 240, 245–248, 258,
 261, 269, 283, 285, 314–317, 336, 407, 446, 447,
 450, 452, 466, 471, 472, 474
 maïs denté 99
 maïs hybride 99
 maïs non-hybride 99
 maïs sucré 99
 maïs tendre 99
 maïs vitreux 99
 maître-brin 62
 maîtrise de l'eau 73, 76, 102, 103, 140
 maïze 93, 229
 Malabar nightshade 333, 368
 maladie d'aflatoxines 251
 maladie de Panama 401, 436
 maladies 40, 50, 69, 70, 82, 83, 85, 86, 88, 104–106,
 109, 110, 112, 115, 116, 122, 147, 148, 155, 156,
 180, 184, 189, 210, 213, 215, 216, 220–222, 238,
 250–256, 270, 286, 289, 290, 319, 320, 344–348,
 355, 358–362, 404, 405, 411, 413, 414, 424, 431,
 434–436, 470
 maladies à agent inconnu 250
 maladies à mycoplasmes 147, 181, 213, 250, 253,
 254
 maladies bactériennes 147, 181, 213, 250, 319
 maladies cryptogamiques 112, 411
 maladies fongiques 147, 131, 209, 213, 250, 286,
 319, 356
 maladies nutritionnelles 443, 444, 457, 470
 maladies physiologiques 82, 184
 maladies virales 113, 180–182, 184, 250, 251, 253,
 286, 319, 346
 malaxage 114, 219
 malnutrition 38–40, 439, 443, 444, 454, 458
 maltage 451, 452
 mammifères 148, 250
 'Mammoth Russian' 239
 mandarin 417
 mandarine 393, 417, 418, 420, 426, 431
 mandarinier 398, 437

manganèse (Mn) 81, 318, 409
 mango 417
 mango-chutney, voir: chutney
 mangrove 13
 mangrove swamp rice 103
 mangue(s) 378, 390, 391, 397, 402, 411, 412, 414,
 417, 427, 432, 436, 466
 mangue sauvage 390, 392, 417, 450, 464
 manguiers 206, 353, 397, 398, 401–406, 408, 413,
 416, 437
 manioc 11, 12, 15, 20, 23, 24, 27, 29, 30, 44–46,
 58, 119–125, 130, 132–134, 136–143, 145–149,
 151–161, 164, 165, 171, 174, 179, 187, 189, 205,
 223, 248, 318, 321, 334, 336–339, 343, 345, 353,
 354, 370, 376–378, 446, 448, 449, 451–453, 460
 manioc amer 164, 174, 270, 448
 manioc bouilli (lavé) 449
 manioc doux 174, 189, 448
 manutention 148, 152, 154
 maraîchage 11–13, 343, 354, 355, 358, 461
 maraîchage commercial 354, 355
 Maranthacées 15
 marasme 444, 458, 470
 marchitez 215, 254
 marcottage 202, 397, 404, 405, 413, 437
 margarine 191, 193
 margose 328, 334, 353, 374, 376
 'Marsh seedless' 426
 mat bean 299
 matériel de plantation 132, 139, 140, 144, 147,
 150, 157, 178–180, 182, 183, 201, 202, 245–248,
 314, 316, 318
 matériel transplanteur 179
 matière(s) grasse(s) 37, 58, 59, 85, 123, 124, 193,
 218, 219, 268, 337, 391, 392, 447, 464
 matière(s) organique(s) 76, 78–82, 145, 355, 358,
 404, 405, 407
 matière(s) première(s) 159, 222, 223
 matière sèche 28, 29, 45, 58, 68, 69, 71, 74, 78, 85,
 86, 109, 114, 134, 135, 145, 147, 152, 181, 199,
 249, 338, 378, 434, 442
 matière sèche comestible 28, 29
 maturation 67–69, 78, 83, 84, 97, 109–111, 113,
 141, 142, 144, 149, 150, 155, 156, 172–175, 179,
 187, 189, 199, 204, 215, 217, 239, 240, 251, 255,
 256, 258, 265, 282, 285, 287, 305, 307, 308, 310,
 317, 342, 346, 347, 361, 379–383, 399, 411, 412,
 424–428
 mauvaises herbes 40, 75, 79, 84, 111, 143, 146,
 147, 202, 207, 210, 211, 251, 283, 333, 334, 349,
 350, 356
 mbol 337, 450
 mealy-bug wilt 435
 mealy bugs 182, 183
 mécanisation 140, 144, 146, 150, 154, 157–159,
 189, 204, 209, 210, 213, 255, 283, 287, 317, 320,
 356, 406

méditerranéen fruit fly 435
 meua mbang 448, 449
 mélasse 106, 114
 melons 141, 191, 332, 335, 343, 347, 348, 359, 364, 389
 méristème 61, 199, 379
 mésocarpe 200, 201, 219, 220, 232, 233, 242, 243, 425, 428
 mésocotyle 60, 67
 mesures phytosanitaires 204, 211, 215, 286, 406
 mesures quaranténaires 148, 436
 méthionine 58, 95, 268, 289, 304, 338, 440, 464
 méthode boliland 102
 méthode(s) culturale(s), voir: méthode(s) de culture
 méthode(s) de culture 27, 80, 148, 342, 352
 méthode(s) de plantation 178–180, 245–248, 314, 316, 318, 351, 352, 386, 387, 430–433
 méthode(s) de semis 245–248, 314, 316, 318, 351, 352, 386, 387, 430–433
 méthode(s) de stockage 186–188
 méthode gogo rancah 102
 méthode humide (de séparation des graines légumières) 347
 méthode pedigree 86
 méthode sèche (de séparation des graines légumières) 347
 méthylbromure 84
 Mexicain, voir: groupe Mexicain de l'avocatier
 Mexican lime 425
 Mexican yam bean 168, 297
 micro-organisme 80–82, 148, 152, 267, 277
 micropyle 273
 miel 48, 49, 464
 mil(s) 16, 22–24, 52, 57, 58, 71, 83, 84, 88, 93, 316, 447
 mil à chandelle 12, 13, 23, 52, 54, 56, 60, 63, 67–72, 74–76, 85, 87, 93, 210, 314, 451
 mil pénicillaire, voir: mil à chandelle
 'Milam lemon' 434
 mildiou 122, 157, 159, 182, 184, 251, 252
 milking 172
 milkshake 421
 mille-pattes 250
 millet 93
 millet des oiseaux 93
 millet perlé 93
 minéralisation 81, 82
 minéraux 28, 37, 41, 73, 106, 113, 216, 223, 265, 333, 338, 352, 357, 391, 398, 414, 428, 447, 448, 453, 454, 465, 466, 474
 miso 217
 mock tomato 371
 modes de consommation 50, 57, 106, 122, 123, 192, 261, 263, 334, 335, 391
 moisissures 107, 193, 218, 255
 moissonneuse-batteuse 84
 moissonneuse-lieuse 84
 molybdène (Mo) 283, 318, 465
 monocarpique 399, 424, 427
 monoclonales 432, 433
 monoculture 147
 mono-embryonnie 427
 monoïque 133, 221, 241, 242, 381
 monopodique 239, 277
 monosaccharides 106
 montaison 61, 62, 67, 68, 72, 76, 78, 172–175, 194, 340, 341, 345, 346, 387
 morelle noire 321, 323, 333, 334, 337, 346, 348, 352–354, 358, 359, 371, 376, 384
 morphologie 50, 59, 107, 125, 271, 339, 392
 mosaïque 106, 109, 112, 115, 182–184, 189, 210, 252, 435
 mot bean 299
 mouche de l'olive 255
 mouche méditerranéenne 435
 mouches 357
 mouskouari 73
 moutarde 209, 251, 257
 moutarde de Chine 352–354, 368, 376, 389
 mouture 123, 442, 451, 452, 466
 Mowrah butternut 230
 mucilage 295, 320, 369, 450
 mulch 178, 205
 'Mulgoa' 427
 multiplication 50, 72, 110, 119, 132, 138, 139, 158, 159, 189, 201, 202, 221, 248, 281, 345, 346, 357, 380, 387, 397, 404, 405, 413, 414
 multiplication végétative 115, 119, 125, 132, 138, 139, 148, 158, 189, 201, 202, 220, 256, 282, 404
 mung bean 299
 mustard aphid 251
 mutations spontanées 404, 413
 myout 418
 mycoplasme 253
 mycorhize endotrophe arbusculaire-vésiculaire (VAM) 145
 mycorhizes 145
 'Mysore' 427
 'Nain' 242, 254, 256
 'Naine' 392, 401, 427
 natto 267
 Navel, voir: groupe Navel de l'oranger
 navet 374
 ndole 321, 333, 337, 450
 nécrose 182–184, 253, 254, 436
 nectaires 198
 nectaires extra-floraux 198
 nématode(s) 148, 181, 215, 250, 252–254, 286, 319, 358, 362, 411, 433–435
 nématode(s) cécidogène(s) 183, 184, 358, 389
 nématode des racines 436
 Neo-tuberosum 122, 156

nettoyage 210, 363
 neutralisation 216, 218, 256
 new cocoyam 166, 371
 ngòn 141–143, 326, 330, 332
 niacine 267, 455, 464, 466, 469, 470, 473, 474
 niacytine 58, 466
 niébé 11–13, 44, 74, 141, 146, 147, 246, 260, 262–264, 266, 269, 271, 276, 280, 283, 285–288, 290–293, 299, 301, 311, 315–317, 320, 321, 326, 337, 360, 374, 376, 378
 niébé catjang 311
 niébé commun 311
 niger seed 230
 Nitosols 11
 nitrate(s) 81, 82
 nitrification 82
 niveaux indicatifs des éléments nutritifs 212, 249, 434
 ‘Njock Korn’ 399, 402, 427
 nkui 337, 450
 nlot 374
 nobilisation 106, 115
 nodosités 273, 277, 284, 289
 nodulation 208, 266, 289
 nodule(s) 207, 277, 278, 289
 noisettes 464
 noix 34, 38, 48, 49, 201–203, 212–214, 216, 218, 219, 224, 248, 391, 403, 464
 noix de cajou 391, 397, 417, 419
 noix de coco 123, 202, 203, 211, 216, 224, 235, 242, 254, 256
 noix de cola 333
 noix de palme 201, 219, 242
 nomades, voir: pasteurs
 ‘non désherbage sélectif’ 356
 noodles 58
 nourrisson 441, 444
 nourriture animale, voir: alimentation animale
 nourriture de base 37, 52, 57, 58, 119, 123, 124, 156, 157, 268, 335, 336
 nourriture de secours 125
 noyaux 248, 422, 428
 nucleus seed 362
 nutriment 438, 464–468, 472–474
 nutrition animale 174, 413, 419, 420
 nutrition humaine 26, 59, 174, 270, 438–475

 oats 92
 obésité 443
 oca 167
 oedème 470
 oeil de paon 255
 oeillet d’Inde 358
 oeilletonnage 107, 110, 409
 oeufs 35–37, 41, 48, 49, 58, 95, 268, 338, 440, 441, 464, 466, 467, 469
 oignon(s) 12, 13, 217, 321, 334, 335, 340, 342, 346, 350, 353, 354, 360, 361, 363, 364, 367, 377, 379, 394, 389
 oignons déshydratés 361, 367
 oignons d’été 340
 oil palm 229
 oil palm root miner 254
 oiseaux 83, 104, 215, 250, 252, 254, 410, 464
 okok 374
 okra 372
 old cocoyam 163
 oléagineux 20, 26, 44, 190–259, 300, 442, 448
 oligo-éléments 357, 409, 465
 olive(s) 191, 215, 229
 olivier 192, 198, 200, 201, 216, 227, 229, 243, 248, 259
 ombelles 379
 Ombellifères 388
 ombrage 143, 153, 159, 186, 201, 202, 206, 207, 254, 281, 352, 355, 404, 405, 407, 430
 ombrage artificiel 355
 ombrage temporaire 420
 ombre, voir: ombrage
 onion 367
 opaque-2 59, 85, 269
 orange 378, 393, 402, 404, 412, 417, 418, 420, 425, 426, 431
 oranger 437
 ordures ménagères, voir: déchets ménagers
 organe(s) de stockage 120, 125, 132, 134, 138, 145, 148, 152, 181, 190
 organe récepteur 132, 133, 171, 277, 279
 organe souterrain 125, 133
 orge 40, 52, 53, 56, 57, 63, 68–70, 72, 74, 88, 92, 209, 315
 orge de printemps 71, 92
 origine 50, 52, 92, 105, 119, 120, 121, 163–166, 192, 228, 229, 260, 261, 295–300, 333, 334, 343, 367–373, 390, 417, 418
 orthodifolathen 430
 ‘Osceola’ 426
 oseille de Guinée 321, 322, 337, 344, 345, 347, 352, 369, 376, 384
 ostéomalacie 470
 ostéoporose 470
 ‘Otaheite’ 105
 ovaire 63, 64, 271, 272, 425, 427
 ovins 21
 ovule 272, 273, 398, 425
 oxalate de calcium 124
 oxalates 339

 ‘Pacific Hybrid 6’ 240
 paillage 111, 144–146, 202, 211, 212, 342, 349, 407, 408, 435
 paille 69, 75–79, 86, 92, 98, 99, 110, 111, 117, 205, 298, 299, 349, 351, 357, 408, 411
 paillis, voir: paille

pain 58, 85, 92, 93, 157, 265, 460
 pain sans levain 92, 93
 paléa 63–66
 palétuviers 13
 palm weevils 254
 palmeraie(s) 201, 205, 210, 211, 213, 221
 palmeriaies semi-naturelles 205
 palmier à huile 11, 12, 141, 191, 192, 197–201,
 204, 205, 210–213, 215, 216, 218, 219, 221, 223,
 227, 229, 242, 248, 249, 253, 254, 258, 259, 407,
 447, 448, 464
 palmiers 355
 palmiste(s) 221, 232, 236, 242
 paludisme 338
 pamplemousse 393, 398, 417, 418, 425, 437
 Panama disease 436
 panicule(s) 63, 66, 68, 83–85, 97, 98, 107, 172,
 240–242, 424, 427, 428
 papaine 420
 papaya 417
 papaye(s) 354, 378, 390, 391, 395, 397–399, 411,
 414, 417, 424, 431, 434, 435, 466
 papayer 353, 392, 401, 404, 407, 408, 415, 437
 pappe 238
 paralysie 470
 parathion 430
 parched rice 92
 parent mâle 256
 parthénocarpie 398, 399, 427
 partie comestible 29, 30, 38, 44, 46, 96, 124, 170,
 172, 303, 377, 378, 422, 442
 Passifloracées 391, 397, 398, 407
 pastèque 326, 329, 332, 343, 347, 348, 350, 354,
 358, 389
 pasteurs 18, 23, 33, 447
 pasteurs nomades, voir: pasteurs
 patate aquatique 333, 340, 345, 353, 354, 357,
 370, 376, 378, 380, 384, 389
 patate(s) douce(s) 11, 12, 27, 29, 30, 44–46, 79,
 119–125, 127, 129, 133–135, 137–140, 142,
 144–149, 151–158, 162, 164, 171, 205, 248, 316,
 343, 345, 354, 370, 377
 pâte 123, 163, 372, 419, 447–450
 pâte de soja 217, 234, 267
 pâte gluante 123, 163
 pâtisserie 297, 419
 patte d'éléphant 172
 pâturage 11–13, 15, 23, 206, 248, 266, 296, 297,
 310, 391, 419
 pâture, voir: pâturage
 pavot 191
 pawpaw 417
 pays à économie de marché 32, 47, 375, 376
 pays à économie planifiée 32, 47, 375, 376
 pays centralement planifiés, voir: pays à économie
 planifiée
 pays en voie de développement 26, 27, 31–38,

40–44, 47, 48, 50, 57, 73, 89, 95, 122, 123, 155,
 170, 224, 257, 362–364, 375, 376, 441, 444
 pays exportateurs 88, 94, 116, 156, 157, 169, 222,
 231, 232, 418, 419
 pays importateurs 104, 157, 257
 pays industrialisés 27, 31–38, 40, 43, 49, 57, 88,
 89, 95, 111, 122, 123, 159, 170, 222, 223, 335,
 363, 375, 376, 441, 443, 460, 461
 pays les plus touchés 31, 34, 37, 41
 pays producteurs 94, 106, 116, 118, 169, 216, 220,
 222, 231, 232, 259, 418, 419
 pays subtropicaux 261, 362, 369, 417, 418
 pays tempérés 37, 158, 255, 340, 354, 364, 376
 pays tropicaux 57, 58, 88, 156, 158, 229, 261, 334,
 336, 362, 369, 417, 418
 pea 298
 'Peach' 427
 peanut 228, 295
 pearl millet 93
 pêche 20, 21, 447
 pectine 420
 pédicelle 66, 202
 pedigree breeding 86
 pédoncules 311, 413, 423, 424, 427, 430
 peeper 432
 peinture 193, 222
 pellagre 58, 470
 pellets 185
 pentoses 270
 pépinière(s) 73, 110, 112, 113, 139, 140, 179, 202,
 212, 247, 350, 351, 356, 396, 397, 405, 415, 431,
 432
 pépinières spécialisées 139
 'Pera' 426
 percolation 80, 349
 péricarpe 58–60, 425, 426
 persil 346, 355
 Peruvian carrot 167
 pesticides 208, 355, 358, 359
 pétioles 224, 259, 424–426
 petit bétail 23
 petit(s) mil(s) 52, 56–58, 72, 74, 79, 85, 87, 91, 93,
 94
 pétrole 258
 pH 72, 80, 81, 83, 100, 110, 177, 184, 201, 209,
 244, 281, 312, 313, 344, 404, 429
 phaséolunatine 270
 phénylalanine 304, 464
 phosphate(s) 78, 81, 82, 283
 phosphore (P) 76, 78, 79, 81, 145, 181, 209, 235,
 249, 318, 356, 357, 408, 434, 465
 phosphure 113
 photopériode 69, 70, 122, 137, 177, 255, 279, 280,
 340–345
 photopériode critique 340
 photopériodisme 97, 200, 239, 279, 307
 photosynthèse 28, 29, 223, 277, 343, 398, 407

phyllody 253
 phytate 467
 phytine 271
 phytocides 204
 phytohormones 405
 Phytophthora rot 252
 phytotechnie 50, 75, 111, 141, 206, 283, 407
 pickles 321, 420
 'Picual' 243
 pied-fille 399
 pied(s)-mère(s) 87, 255, 399, 409
 pigeon pea 295
 pilonnage 448, 450
 piment 335, 337, 347, 352, 354, 358, 364
 pineapple 417
 'Pineapple' 426
 piriculariose 83, 104
 Pisifera, voir: groupe Pisifera du palmier à huile
 pivot tubéreux 374
 planches 349–353, 356, 357, 405
 Planosols 12, 13
 plant(s) 101, 140, 148, 157–159, 178–180, 182–184, 201–204, 210, 251, 315, 355, 386, 387, 396, 397, 405, 411, 431
 plant(s) bouturé(s) 397
 plant(s) certifié(s) 180
 plant(s) de semis 423
 plant(s) d'igname 178
 plant(s) greffé(s) 397, 423
 plant(s) marcotté(s) 397
 plant(s) sain(s) 182
 plantain 11, 23, 24, 44, 120, 123, 142, 143, 265, 394, 401, 417, 419, 422, 432, 433, 436, 446, 471
 plantain 'Corne' 394
 plantation 22, 50, 72, 110–112, 116, 135, 136, 138–144, 146–148, 156–158, 178–180, 183, 201, 202, 204–206, 209–211, 245–248, 259, 281, 282, 287, 317, 345, 349, 351, 355, 386, 387, 399, 404, 405, 407, 411, 418, 430–433
 plantation en cordon 407
 plantation en doubles lignes 406
 plantation en lignes jumelées 406
 plantation en quinconce 406
 plantation en rectangle 405, 406
 plantation en rectangle déplacé 406
 plantation en triangle 248, 406
 plantation en triangle équilatéral 406
 plantations industrielles 11, 12, 158, 201, 204, 205, 211–214, 219, 221, 223, 224, 248, 391, 403, 404, 407–409, 413, 415, 419
 plantations modernes, voir: plantations industrielles
 plantations paysannes 22, 248
 plante(s) annuelle(s) (voir aussi: culture annuelle) 59, 167, 168, 172–175, 230, 238–241, 245–247, 305–311, 341, 342, 352, 353, 355, 379, 383, 390
 plante bisannuelle 174, 340–342, 346, 379–381
 plante(s) condimentale(s) 20
 plante(s) de couverture 204, 211, 248, 266, 284, 295–299, 308, 310, 314, 320, 358, 407–409
 plante(s) de jachère 16
 plante(s) dioïque(s) 397
 plante(s) d'ombrage 353
 plante femelle 398, 400, 431
 plante(s) grimpante(s) (pérenne(s)) 168, 172, 308, 309, 311, 334, 352, 374, 381, 390, 392, 407
 plante(s) légumineuse(s) 78, 79
 plante mâle 398–400, 413, 431
 plante(s) médicinale(s) 320
 plante(s) ornementale(s) 392
 plante(s) pérenne(s) (voir aussi: culture pérenne) 167, 168, 172–174, 239–243, 247, 248, 262, 282, 305–307, 309, 311, 352, 379, 380, 383, 424–428
 plante pérenne dioïque 399
 plante(s) pérenne(s) monocarpique(s) 390, 399, 424, 427
 plante(s) semencière(s) 346
 plante(s) vivace(s) grimpante(s) 353
 plante(s) vivace(s) rampante(s) 262
 plantule(s) 60, 67, 68, 73, 83, 101, 198, 199, 201, 248, 251, 252, 351, 355, 356, 398, 405
 plantule(s) gamétique(s) 398
 plasma(s) germinatif(s) 156, 291, 362
 plat d'accompagnement 321, 335, 336, 370, 371, 447
 plateau de tallage 60, 62, 68, 108
 plateau radicaire 199, 254
 pluviométrie 6, 8, 57, 71–73, 77, 78, 80, 99, 100, 109, 110, 112, 146, 280, 313, 320, 350, 403, 404, 409, 429
 Poacées, voir: Graminées
 poi 123, 157, 163
 poids 1000 grains 101, 245–248, 305–311, 314, 316, 318, 386, 387
 poinsettia 337
 point de flétrissement (pF 4.2) 76
 poireau 327, 343, 344, 346, 350, 354, 374, 376, 389
 poirée 353, 376, 389
 pois 45, 260, 261, 264–266, 274, 279, 281, 283, 286, 287, 292, 298, 300, 301, 308, 321, 326, 327, 343, 350, 352
 pois bambara 260, 261, 264, 266, 270, 271, 280, 282, 287, 288, 290, 300, 311, 318, 320, 326
 pois carré 168, 260, 265, 281–283, 286, 287, 298, 320, 344, 353
 pois chiche 44, 260–268, 273, 274, 281–283, 285, 287, 292, 295, 300, 301, 306, 314, 315
 pois d'Angole 27, 44, 74, 75, 79, 210, 247, 260, 274, 295
 pois de Brésil 299
 pois du cap 260–262, 264, 266, 270, 271, 274, 280, 281, 285–287, 290, 298, 307, 314, 315, 320, 389

pois mascate 260, 262, 266, 281, 283, 290, 297, 320
 pois pigeon 260, 295
 pois sabre 260, 262, 266, 271, 280, 281, 285, 288,
 295, 320
 pois secs 262, 292
 pois verts 308
 poisson(s) 20, 37, 41, 48, 49, 58, 89, 123, 268, 335,
 338, 448, 450, 452, 453, 459, 460, 464, 466–468
 poivron(s) 146, 178, 321, 346, 350, 361, 364, 375,
 384
 'POJ 100' 115
 'POJ 2364' 115
 'POJ 2878' 115
 'Pokkah boeng' 112
 'Pole Star' 239
 polissage 85, 466
 pollen 59, 68, 279, 398–400, 413
 pollinisation 70, 133, 155, 198, 200, 221, 398, 400,
 413, 432, 433
 pollinisation artificielle 155, 398
 pollinisation croisée 155, 221, 279
 'Pollock' 428
 poly-embryonie (nucellaire) 398, 405, 427, 431
 polyplôidie 107, 154
 pomace de ricin 235
 pomegranate 418
 pomélo 393, 402, 412, 417, 418, 420, 425, 426,
 431, 437
 pommaison 355
 pomme cajou 419, 422
 pomme de terre 27–29, 44, 45, 71, 119, 120, 122,
 124, 125, 127, 131–134, 136–140, 142, 144–149,
 153, 154, 156–159, 162, 165, 171, 188, 321, 335,
 345, 350, 358
 pomme de terre du Mossi 168, 260, 262, 265, 276,
 280–282, 287, 290, 298, 309, 316, 320
 pomme rose 418
 pommiers 407
 poonac 235
 pop corn 99
 populations locales 87
 poquet(s) 72, 245, 246, 314, 317, 351, 431
 porcins 21, 234
 porcs 148, 152, 164, 262, 391, 420, 464
 porcs sauvages 148, 182, 183, 254
 porte-greffe 139, 247, 248, 256, 398, 404, 405, 413,
 425, 431–436
 pot herbs 321
 potager(s) 263, 334, 346
 potages 369
 potasse 76, 79, 82, 106, 111, 112, 211, 283, 337,
 339, 408, 413
 potassium (K) 81, 145, 181, 209, 249, 318, 357,
 434, 465
 potato leaf-roll 184
 potato tuber moth 184
 potato virus Y 184
 potato yam 163
 potentiel énergétique 223, 224, 259
 poudre 165, 333, 336, 337 361, 372
 poulet 464
 pourpier 321, 334, 350, 356, 374
 pourriture(s) 148, 149, 152, 182–184, 189,
 252–254, 358, 430, 435, 436
 pourriture(s) des cormes 182, 184
 pourriture des racines 209, 254, 286, 435, 436
 pourriture(s) des rejets 435
 pourriture des tiges 112
 pourriture(s) des tubercules 182
 pourriture du bourgeon 253, 254
 pourriture du coeur 221, 254, 435
 pourriture du collet 250, 435
 pourriture du pied 434
 pourriture du tronc 204, 254
 pourriture molle 435
 pourriture noire 183
 pousses 295, 296, 299, 336, 353, 359, 368–370,
 372, 376, 379, 380, 408, 425, 427, 432
 pouvoir compétitif 356
 pouvoir érosif 204
 pouvoir fixateur 289
 pouvoir germinatif 84, 201, 248, 327
 'Poyo' 392, 401, 427, 432
 prairies 16, 17
 prairies périodiquement inondées 16
 pratiques culturelles 28–30, 138, 146, 151, 154,
 212, 222
 précipitation, voir: pluviométrie
 précocité 71, 72, 74, 78, 85, 116, 156, 174, 256,
 258, 308, 317, 341, 342, 344, 355, 356, 362, 411,
 424, 426, 428, 432
 prédateurs 40, 50, 79, 83, 85, 86, 104, 112, 113,
 147, 148, 152, 155, 181–184, 189, 213, 215, 221,
 238, 250–256, 286, 319, 354, 358, 404, 411 413,
 414, 435, 436, 451
 préfloraison imbriquée 272
 préfloraison valvaire 272
 prélèvement(s) d'éléments fertilisants 76, 99, 145,
 181, 209, 212, 249, 318, 408, 434
 première récolte, voir: récolte unique
 préparation 50, 57, 106, 121–123, 192, 193, 215,
 216, 261, 265, 288, 334, 336, 337, 345, 391, 404,
 405, 420, 442, 447, 448, 450, 451
 préparation du sol 79, 80, 82, 102, 103, 350
 préparation du terrain 204, 350
 prépépinières 202, 248
 pressurage à chaud 216
 pressurage à froid 216, 218
 procédé 'huile liquide' 218
 procédé 'huile solide' 218, 219
 production 27, 29, 40, 41, 43, 44, 51, 57, 58, 73–79,
 86, 88, 89, 94, 95, 104–107, 109, 110, 115–119,
 122, 133, 139–141, 143–151, 153–159, 169, 170,
 185, 189, 192, 193, 199, 205, 209–211, 214, 217,

221–223, 231, 232, 234–236, 256–259, 261–263,
 266, 267, 284, 287, 290–293, 295, 296, 298–301,
 315, 320, 335, 341, 345–347, 352–355, 359,
 362–364, 375, 376, 391, 414, 418, 419, 434
 production actuelle 26, 28
 production céréalière 27, 57, 95
 production énergétique 28, 124, 171, 259
 production lipidique 27
 production potentielle 26, 28, 29, 70, 73, 76, 151,
 402
 production protéique 27, 124, 171
 production vivrière 26, 27, 38–42, 50, 79, 459, 460
 produits cosmétiques 421
 produits cupriques 435, 436
 produits d'élevage 57
 produits de mer 48, 49, 468
 produits déshydratés 152, 153, 185
 produits d'origine animale 35, 36, 48, 49, 89, 459
 produits d'origine végétale 35, 36, 48, 49, 233
 produits fermentés 217, 267
 produits frais (en conserve) 122
 produits laitiers 464, 467
 produits pharmaceutiques 421
 produits stockés 125, 148, 266
 prospection 222, 292
 protandrie 397
 protéases 269
 protéines 26–28, 30, 31, 33, 34, 36–38, 40, 44,
 46–49, 52, 58, 59, 78, 85, 95, 96, 123, 124, 151,
 156, 158, 165, 170, 189, 193, 216–218, 222, 234,
 235, 237, 239, 255–258, 261–263, 265–269, 271,
 283, 288–290, 293, 296, 303, 307, 317, 320, 333,
 335, 338, 339, 377, 378, 391, 422, 438–444, 447,
 453, 454, 456, 458–460, 464, 469, 470, 472, 473
 protéines d'origine animale 31–33, 36–39, 41,
 261, 265, 267, 293, 440, 442, 447, 448, 453, 454,
 459, 472, 473
 protéines d'origine végétale 31–33, 36, 39, 261,
 267, 290, 293, 440, 442, 447, 448, 454, 459
 protogynie 397, 428
 protubérances jumelées 273
 provitamine(s) A 333, 338, 392, 422, 466
 provitamine D 467
 pseudo-arbre 392
 pseudo-tronc 391, 420, 427
 puceron(s) 159, 183, 184, 213, 250–252, 435, 436
 puceron de cotonnier 182
 pudding 123
 puddling 81
 pulpe 419–421
 pulse 260
 pummelo 417
 pumpkin 374, 375
 punaises 251, 252
 pure line breeding 86
 purée 164, 336, 361, 372, 447, 460
 purin 357
 purslane 374
 pyridoxine 464
 quantité de plants 178–180
 quantité de semences 204, 245–248, 314, 316, 318
 quarantaine, voir: mesures quaranténaires
 Queen, voir: groupe Queen de l'ananas
 Queensland arrowroot 167
 quotient C/N 357
 rabougrissement 112, 113, 182, 252, 253, 435
 rabougrissement des repousses 112
 racème 243
 rachitisme 470
 racine(s) 20, 35, 36, 45, 60, 61, 63, 107, 108, 110,
 114, 117, 121, 123, 125, 130, 135, 136, 138–140,
 145, 146, 149, 150, 156, 157, 164, 183, 198, 199,
 203, 204, 206–209, 211, 246, 254, 273, 278,
 283–285, 289, 298, 307, 338, 346, 349, 351, 352,
 356, 358, 360, 367, 368, 375, 405, 435, 436,
 447–449, 451, 455, 461
 racine(s) adventive(s) 60, 125, 136, 173, 199
 racine(s) aérienne(s) 61
 racine(s) coronale(s) 60, 63, 68
 racine(s) d'ancrage 61
 racine(s) de tallage 60, 62, 68, 69, 75, 107
 racines et tubercules 26–29, 30, 34, 38, 43–45, 48,
 49, 119–189, 265
 racine(s) pivotante(s) 198, 273, 381–383
 racine(s) renflée(s) 134, 136, 164, 307
 racine(s) séminale(s) 60, 67
 racine(s) tubéreuse(s) 134, 136, 146, 149, 153, 158,
 171, 187, 189, 309, 367, 372
 racornissement 182
 radicelles 61, 277
 radicule 60, 67, 199
 radis 321, 327, 337, 344, 352, 354, 367, 377, 384
 radish 367
 raffinage 216–219
 rafles 259
 ragoût(s) 123, 166, 321, 336, 337, 367, 368, 370,
 371
 'Rai' 238
 rainfed rice 103
 rajeunissement 213
 ramassage 20
 ramification(s) 198, 240, 243, 277, 305, 306, 341,
 427, 428
 ramification alterne 238, 277, 305
 ramification dimorphe 238, 239, 305
 ramification séquentielle 238, 277, 305
 ranches 23
 rancissement (kétone) 58, 193
 rangées jumelées 211
 Rangpure lime 431, 434
 rape 228
 raphides 124, 339

rapport grain/coque 256
 ration (alimentaire) 35, 36, 39, 217, 440, 441, 446, 447, 453, 454, 456–458, 460, 466, 471, 473
 ration standard 445, 446
 Ratoon Stunting Disease (R.S.D.) 110, 112, 113
 ratooning 111
 rats 84, 113, 148, 152, 182, 183, 186, 253, 254
 ravageurs 83, 113, 285, 411
 reboisement 403, 419
 récolte(s) 31, 40, 51, 70, 74, 75, 78, 83, 84, 111, 113, 121, 135, 139–144, 146–154, 157, 159, 172, 179, 180, 185, 187, 199, 202, 204, 207, 210–213, 215, 216, 223, 248, 251, 252, 286, 287, 314, 315, 317, 321, 340–343, 346–348, 352, 354, 358–363, 391, 399, 406, 407, 410, 411, 418, 430, 432, 443, 451, 456, 457, 459
 récolte double 146, 150, 151, 172
 récolte mécanisée 83, 148, 149, 154, 158, 180, 189, 255, 256, 257, 287
 récolte partielle 149
 récolte périodique 142
 récolte(s) multiple(s) 150
 récolte unique 146, 150
 recyclage 211, 352
 'Red' 401
 'Red blush' 426
 red gram 295
 red ring disease 253, 254
 'Red Spanish' 424
 réduction 81, 82
 réfrigération 360, 361, 412, 437
 refroidissement 186–188
 régime(s) 197, 199, 204, 211, 212, 216, 218, 219, 221, 232, 249, 259, 399, 401, 402, 409, 410, 412, 413
 régime(s) alimentaire(s) 26, 31, 34–38, 41, 48, 119, 158, 261, 263, 265, 268, 269, 290, 335, 336, 338, 391, 438, 443, 446, 447, 451, 453, 459, 464
 région(s) aride(s) 52, 73, 76, 209, 283, 344, 355, 402, 410, 419
 région cacaoyère 445, 447, 454, 456, 457, 459, 460, 471, 475
 région(s) équatoriale(s) 121
 région(s) humide(s) 52, 119, 121, 131, 147, 155, 206, 212, 251, 280, 281, 312, 313, 317, 320, 342, 344, 367, 384, 385, 407, 408, 453, 455
 région(s) méditerranéenne(s): 229, 295, 298, 367, 368, 418
 région(s) semi-aride(s) 56, 57, 79, 209, 280, 281, 312, 313, 317, 408
 région(s) subtropicale(s) 56, 69, 70, 79, 120, 136, 140, 163, 165, 167, 179, 192, 216, 223, 228, 229, 252, 255, 262, 281, 295, 297–299, 312, 313, 340, 342, 354, 364, 367–370, 372, 384, 385, 413, 417, 418, 423, 425
 région(s) tempérée(s) (chaude(s)) 56–58, 69, 70, 98, 120, 122, 137, 140, 142, 149, 153, 155, 158, 163–165, 167, 176, 177, 179, 192, 200, 228, 261, 279, 281, 297, 298, 301, 312, 313, 327, 334, 340, 341, 343, 367–370, 372, 384, 385, 418
 région(s) tropicale(s) 29, 38, 39, 45, 56, 57, 69, 79, 119, 123, 136, 137, 141, 142, 146, 147, 149, 151, 153, 155, 156, 158, 163–165, 167, 168, 176, 179, 186, 189, 192, 200, 209, 216, 223, 228, 229, 252, 255, 260, 262, 263, 265, 277, 279, 281, 289, 295, 296, 298, 299, 301, 312, 313, 320, 326, 327, 333–335, 337, 338, 341–344, 346, 348, 353, 354, 359, 364, 367, 373, 384, 385, 390, 391, 402, 407, 413, 417, 418, 423, 426
 région(s) tropicale(s) d'altitude 120–122, 156, 167, 168, 189, 228, 261, 280, 281, 297, 298, 301, 312, 313, 327, 340, 345, 346, 350, 354, 367, 384, 385, 423, 446
 Régosols 12
 réhabilitation 205
 rejet(s) 108, 243, 399, 411, 424, 427, 430, 432, 433, 435–437
 rejet baïonnette 432
 rejeton 409, 432
 rejeton petit-fils 409
 rejets-fils 409
 relish 321
 rendement(s) 28–30, 38, 44, 45, 51, 57, 72, 73, 83, 84, 94, 111–114, 123, 137, 138, 140, 141, 143–145, 148, 150, 151, 154–158, 160, 169, 189, 199, 204, 206, 208–213, 215, 220–223, 231, 240, 255, 256, 258, 280, 281, 283, 312, 313, 315, 320, 341–343, 346, 353, 355, 358–362, 386, 387, 390, 409, 411, 412, 418, 419
 rendement(s) maximal(aux) 29, 30, 45, 151, 169, 231, 232, 288
 rendement(s) moyen(s) 29, 30, 45, 94, 151, 169, 231, 232, 288
 renflement 125, 132, 133, 135, 136, 138, 174
 répartition 50, 52, 56, 86, 92, 105, 119, 120, 163, 168, 192, 228, 229, 260, 261, 280, 295–300, 333, 334, 338, 342, 267–373
 repiquage 73, 80, 101–103, 247, 248, 351, 352, 356, 386, 387, 406
 repousse(s) 59, 110–113, 116, 118, 340, 356, 418
 résines 419
 résistance 69, 72, 83, 85, 86, 105, 106, 109, 112, 115, 116, 122, 148, 155–157, 159, 182, 189, 220–222, 235, 255, 256, 286, 289, 358, 361, 362, 389, 401, 404, 413, 428, 435, 436, 470
 résistance à la sécheresse 75, 76, 85, 221, 255, 256, 281, 295–297, 313, 349, 355, 356, 402, 403, 431
 résistance à la verse 75, 78, 85, 86
 résistance au froid 255
 respiration 28, 152, 153, 343, 348
 rétinol 466, 469, 474
 rétro-croisement 87, 106, 155
 retubérisation 150
 rhinoceros beetle 254

rhizobia 208
 rhizome 60, 62, 67, 73, 108, 349
 rhizome(s) tubéreux 125, 133, 171, 427
 rhizome tubérisé 125
 rhum 106
 riboflavine 267, 338, 455, 464, 466, 469, 470, 473, 474
 rice 92
 rice bean 299
 ricin 192, 198, 200, 201, 205, 215, 228, 235, 240, 246
 ricine 235
 ricinine 235
 rinçage 359
 riz 22, 24, 27, 29, 30, 40, 44, 45, 52, 53, 56–62, 67–73, 75, 76, 80, 81, 83–86, 88–90, 92, 93, 98, 99, 102, 103, 124, 141, 147, 151, 157, 171, 205, 210, 248, 281, 282, 285, 293, 315, 317, 335, 336, 354, 408, 466
 riz à double repiquage 103
 riz amylicé 98
 riz à paille longue 98
 riz aquatique 80, 354
 riz blanc 85, 95, 96, 460
 riz blanchi, 30, 46, 466
 riz de bassin 98
 riz décortiqué 30
 riz de montagne 98, 102, 138
 riz de plateau 102
 riz dressé 102
 riz en eau profonde 103
 riz étuvé 96
 riz flottant 98, 102
 riz glutineux 98
 riz gonflé 92
 riz inondé 72, 80, 82, 103, 119, 138, 146, 147, 205
 riz (inondé) de bas-fonds 72, 103
 riz (inondé) de mangrove 103
 riz irrigué 13, 75, 76, 98, 102, 103, 358
 riz nain 98
 riz pilé 95
 riz pluvial 11, 12, 80, 98, 100, 102, 103, 210
 rizga 130, 167
 riziculture 80, 83, 102, 103, 358
 riziculture inondée 22, 23, 73, 76, 80, 146
 riziculture pluviale 22
 rizière(s) 82, 138, 146, 205, 317
 Robusta 401
 rognons 467
 rongeurs 148, 152, 181, 182, 184, 451, 464
 root-knot nematodes 183, 184
 root rot 250, 435, 436
 root tuber 171
 rose apple 418
 roselle 369
 rosette 207, 341, 381, 410, 424
 rosette (maladie) 204, 213, 251, 257
 rosette virus disease 251
 rotation(s) 22, 27, 78, 79, 102, 112, 145–148, 159, 160, 182–184, 208, 210, 250–253, 284–286, 315, 317, 319, 335, 354, 356–358, 411, 435
 rougeole 444, 462
 ‘Rough lemon’ 431, 434
 rouille 104, 250, 252, 286
 rouille blanche 251
 rouille de soja 252
 rouissage 201, 448, 449
 ‘Ruby’ 426
 ruissellement 79
 rust 250, 252
 Rutacées 404
 rye 92
 ‘Sabre’ 427
 ‘Saccharum cvs’ 108
 sachet(s) en plastique 431
 sachet(s) de jus 425
 sachet(s) de papier métallique 327
 sacs en plastique 360, 405
 sacs de polyéthylène 153, 187, 201, 202, 211, 288, 363, 410
 safflower 228
 safout 417
 safoutier 390, 413
 sagoutier 120
 sakac 374
 salad 321
 salade 165, 267, 321, 359, 367–372, 421
 salinisation du sol 350
 salinité (du sol) 72, 139, 177, 201, 244, 281
 Sanguine, voir: groupe Sanguine de l’oranger
 sapogénines stéroïdes 124, 125, 165
 saponines 124, 270
 sarclage 75, 111, 143, 144, 146, 206, 211, 245–247, 251, 283, 315, 317, 356, 408
 sauce(s) 295, 336, 337, 361, 369, 372, 421, 447, 448, 450
 sauce de soja 217, 264, 267
 sauce épaisse 336
 sauce(s) gluante(s) 336, 337, 448, 450
 sauropus 376
 savane 384, 385, 444, 451, 453, 454, 456, 457
 savane(s) arborée(s) 15, 16, 333
 savane(s) arbustive(s) 15, 16, 333
 savane(s) boisée(s) 16
 savane(s) herbeuse(s) 15, 16, 333
 savane(s) péri-forestière(s) 15, 17
 savon 193, 233
 savonnerie 192, 193, 218, 222
 sawflies 251
 scab 435
 scales 435
 scarification 155
 scarlet runner bean 197

scion(s) 139, 179
 sciure 153, 187
 Sclerotinia blight 251
 sclerotium rot 182, 184
 scorbut 470
 scutellum 60
 séchage 67, 84, 123, 163, 165, 201, 217–219, 251, 257, 287, 288, 337, 339, 345–348, 362, 373, 404, 420, 421, 442, 448, 449, 451, 452, 466
 sécheresse 59, 61, 69, 71, 75, 76, 79, 85, 113, 138, 141, 177, 212, 221, 255, 256, 273, 281, 295–297, 312, 313, 320, 349, 355, 356, 360, 402, 403, 414, 423, 431, 443
 seconde récolte, voir: récolte double
 seed-to-seed method 346
 seednut(s) 201, 202, 248
 seigle 52, 56, 57, 63, 69, 88, 92
 sel 217, 448, 450
 sel gemme 448, 450
 sel iodé 461
 sel(s) minéraux 438
 sélection 30, 59, 69, 85–88, 109, 115, 119, 121, 122, 151, 154–156, 158, 159, 202, 220–222, 239, 254–258, 261, 288, 289, 327, 341, 343, 346, 355, 361, 362, 399, 402, 413
 sélection généalogique 86
 sélection récurrente 88
 sélénium (Se) 465
 self-trashing 107
 semence(s) 63, 72, 83, 87, 88, 101, 115, 208, 209, 247, 251–253, 282, 286, 327, 344–346, 348, 352, 355, 358, 362, 363, 386, 387, 398, 404, 414, 431
 semence(s) certifiée(s) 346, 362
 semence(s) de base 362, 363
 semence(s) d'élite 362
 semence(s) enregistrée(s) 362, 363
 semence(s) potagère(s) 345, 346, 362, 363
 semis 20, 50, 67, 68, 72, 73, 75, 78–80, 101–103, 110, 139, 140, 142, 198, 201, 202, 204, 206, 209, 213, 242, 245–248, 252, 281, 282, 286, 287, 314–318, 341, 342, 344, 345, 349–352, 354, 356, 381–383, 386, 387, 397, 398, 404, 405, 430, 433
 semis à la volée 72, 101, 202, 245–247, 314, 316
 semis précoce 213, 250, 251
 semis profond 67, 68, 73
 semoir 245–247
 semoule 448, 449
 sénescence 133, 135, 150
 sensibilité à l'alcalinité 139
 sensibilité à la salinité 139, 177, 244
 sensibilité à la verse 69
 sensibilité au vent 403
 serpents 464
 sésame 12, 13, 27, 44, 124, 191, 192, 196, 198, 200, 202, 205, 206, 209, 210, 213, 215, 216, 218, 227, 229, 235, 240, 247, 256, 258, 293, 314, 451, 467
 sesame 229
 sétaria 54
 seville orange 417
 shaddock 417
 shea butter tree 230
 sieva bean 298
 Sigatoka disease 436
 silicium (Si) 81
 siliques 238
 sillons 110, 178, 179, 314, 316, 350, 356
 silos souterrains 187, 188
 singes 148, 152, 464
 single-crosses 87
 sinistrorse 87
 sirop 369, 419
 sisal 406
 slips 406
 snap beans 308
 soda 124
 sodium (Na) 81, 465
 soft corn 99
 soft oil method 218
 soies 65, 66, 68, 239, 241
 soja 27, 43, 44, 59, 79, 124, 171, 190–193, 198, 200, 205, 207–210, 213, 215–217, 227, 228, 234, 235, 239, 246, 247, 252, 255, 258, 260–264, 266–271, 274, 277, 279–282, 284–287, 289–292, 296, 300, 301, 307, 320, 378
 sol(s) 10, 12, 29, 40, 50, 60, 61, 67–69, 71, 72, 73, 75–83, 109–112, 127, 131, 138–146, 149, 150, 178–180, 184, 186, 187, 189, 198, 201, 202, 204–209, 211–213, 223, 262, 266, 277, 278, 281–285, 287, 315, 318–320, 342, 344, 345, 349–352, 356–358, 360, 403–405, 407, 411, 435, 467, 468
 sol(s) acide(s) 201, 209, 255
 sol(s) alcalin(s) 81, 201
 sol(s) alluvial (aux) 112
 sol(s) argileux 138, 139, 344
 sol(s) brun(s) 12
 sol(s) calcaire(s) 81
 sol de surface 140
 sol(s) ferrallitique(s) 11, 78
 sol(s) ferrugineux 12, 13
 sol(s) fersiallitique(s) 12
 sol(s) graveleux 139
 sol(s) halomorphe(s) 16
 sol(s) hydromorphe(s) 9, 11–13
 sol(s) léger(s) 408
 sol(s) limoneux 138, 139
 sol(s) limono-sableux 138, 139, 281
 sol(s) minéraux brut(s) 12
 sol(s) peu évolués(s) 12
 sol(s) pierreux 139
 sol(s) planique(s) 12, 13
 sol(s) (rizicole(s)) inondé(s) 80, 82
 sol sableux 404, 431
 sol sablonneux 281, 344, 349

sol(s) salin(s) 139
 Solanées 333, 344, 347, 348, 358, 388
 Solanum à tubercules 122
 'Solo d'Hawaii' 424
 solonetz 12
 solvant 158, 216, 217
 somme de température 70, 402
 son(s) 58, 85, 92, 448, 465, 466
 son d'ananas 419
 sorgho 11, 12, 23, 29, 44-46, 52, 56-61, 63, 67-70, 72, 76, 79, 83, 85-87, 91, 92, 99, 107, 124, 144, 171, 198, 205, 210, 246, 247, 285, 314, 316, 446-449, 451, 452, 455, 457
 sorgho à panicule compacte 54
 sorgho à panicule lâche 54
 sorgho balai 98
 sorgho du groupe Bicolor 98
 sorgho du groupe Caudatum 98
 sorgho du groupe Durra 98
 sorgho du groupe Guinea 98
 sorgho du groupe Kafir 98
 sorgho grain 98
 sorgho hybride 98
 sorgho non-hybride 98
 sorgho pluvial 98
 sorgho repiqué 12, 13, 98
 sorgho retombant 61
 sorgho sucré 98
 sorghum 92
 sorrel 369
 souchet(s) 112, 114, 117, 154, 204, 278, 334, 405, 432
 souche de Rhizobium 277, 282
 souchet(s) 12, 248
 souchet comestible 167
 soufre (S) 234, 283, 318, 465
 soupe(s) 123, 166, 299, 336, 367, 372, 373
 sour orange 417
 'Sour orange' 431, 434
 soursop 417
 sous-alimentation 41, 457, 458
 sous-groupe Cavendish de Musa AAA 401, 436
 sous-groupe Plantain de Musa AAB 402
 sous-nutrition 26, 38, 443, 454
 sous-solage 110, 112
 soybean 228, 296
 soybean 228, 296
 soybean mosaic virus 252
 soybean rust 252
 spaghetti 58
 Spanish, voir: groupe Spanish de l'ananas
 Spanish-Valencia, voir: groupe Spanish-Valencia de l'arachide
 spathe(s) 64, 213, 241
 spider mites 183, 435
 spikelet 63
 spinach 321
 spring onion 367
 sprouting broccoli 380
 stade(s) de développement 62, 67, 68, 74-76, 78, 132, 137, 301
 stade de rosette 207
 stade juvénile 207, 247, 396, 399, 407
 stade laitieux 68-70, 72
 stade pâteux 68, 69, 76
 staminodes 427
 staple food 52
 stem tuber 171
 stem borer 436
 steppes à épineux 16
 Sterculiacées 15
 stérilisation 219, 451
 stérilité mâle 107, 109, 115
 stigmaté(s) 63, 64, 68, 272, 400
 stink bugs 252
 stipe 199, 202, 211-213, 242, 259
 stockage 30, 51, 52, 83, 84, 104, 110, 113, 114, 121, 125, 133, 134, 141, 148, 149, 152-154, 157, 159, 182, 186-189, 215, 216, 255, 264-267, 286-288, 339, 345-348, 359, 360, 361, 363, 411-413, 430, 437, 443, 448, 451, 459, 467
 stolon(s) 25, 174
 Strategus beetle 254
 streak 113
 striga 104
 structure (botanique) 167, 168, 172-175, 230, 238-243, 273, 305-311, 377-383, 424-428
 stubble shaving 111
 stubbles 111
 style(s) 64, 65, 271, 272, 424
 submersion 81, 103, 139
 succession(s) culturale(s) 142, 210, 388
 suckers 430
 sucre(s) 34, 35, 38, 48, 49, 105-107, 109, 111-114, 116, 118, 152, 159, 187, 359, 369, 460, 464, 470
 sucre centrifugé 105
 sucre raffiné 106
 sucrose 106, 113, 114
 Sudan grass 246
 sudden wither 254
 sulfate 81, 409
 sulfate d'ammoniaque, voir: sulfate d'ammonium
 sulfate d'ammonium ((NH₄)₂SO₄) 83, 357
 sulfhydrique (H₂S) 82
 sunflower 228
 sunflower moth 252
 'Sunrise' 239
 superficie arable 27, 43, 95, 123, 170, 459
 superficie (cultivée) 26, 27, 43, 44, 52, 57, 79, 83, 88, 94, 95, 106, 110, 117, 122-124, 169, 170, 210, 224, 231, 232, 262, 300, 301, 352, 353
 superficie foliaire 132, 133, 135, 136, 141, 171
 Surinam spinach 333
 surnutrition 443

sweet corn 99
 'Sweet lime' 431, 434
 'Sweet orange' 417, 434
 sweet pepper 375
 sweet potato 164, 370
 sweet potato hornworm 183
 sweet potato weevil 183
 sword bean 295
 sword sucker 432
 système(s) agricole(s) (régional (aux)) 23, 262, 459
 système(s) de culture 20, 22, 79, 98, 111, 121, 141, 261, 262, 291
 système Mukibat 139, 179

 tabac 191, 210, 315
 'Tahiti lime' 425
 taille (dimension) 178, 180, 256, 390, 399, 401, 406, 414, 432
 taille (taillage) 210, 211, 407-409
 tallage 59, 62, 63, 67-70, 73, 75, 78, 97, 111
 tallage utile 68
 talle(s) 62, 68, 78, 107, 108
 talle(s) improductive(s) 68
 tamarin 418
 tamarind 418
 tan(n)ia 119, 120, 123-125, 127, 135, 136, 139-141, 166, 184, 371
 tanins 124
 tannia beetle 184
 tapioca 153, 157, 185
 taro 11-13, 24, 29, 45, 119, 120, 122-125, 127, 128, 135-140, 142, 144-146, 148-151, 154, 156, 157, 159, 163, 171, 172, 180, 182, 186, 205, 326, 334, 339, 345, 353, 354, 369, 376, 378
 taro beetles 182
 taro leafhopper 182
 taxonomie 50, 67, 107, 125, 132, 198, 273, 340, 362, 392
 tea 230
 techniques culturelles 40, 52, 154, 209, 286, 358
 teff 93
 tégument (séminal) 59, 242, 282, 284, 288, 465
 teigne de pomme de terre 184
 teigne de l'olivier 255
 tempeh 217, 218, 264, 267, 269
 température(s) 5, 6, 56, 67, 70, 71, 83, 100, 109, 113, 137, 138, 140, 152, 153, 158, 177, 185-188, 192, 193, 198, 201, 244, 255, 262, 266, 288, 320, 339, 340-343, 345, 346, 348, 354, 360, 384, 399, 402, 410, 412, 423, 428, 429, 437, 464, 466
 Tenera, voir: groupe Tenera du palmier à huile
 ten-months yam 163
 tepary bean 297
 termites 183, 250, 451, 452, 464
 terrasse(s) 12, 22, 349
 testa 60, 349

 tête 341, 361
 tétragone 376
 tétraploïde(s) 220, 413
 thê(ier) 11, 12, 22, 230, 420, 468
 thermopériodisme 340-343
 thiabendazole 153
 thiamine 338, 455, 466, 473
 three-quarters full 412
 thréonine 304, 464
 thrips 183, 250
 thyroïde 270
 tick beans 309
 tige(s) 61-63, 65, 68, 69, 86, 97, 107, 108, 125, 131, 134, 135, 139, 145, 149, 164, 172, 178, 179, 198, 199, 207, 239-241, 248, 251, 256, 277, 296, 341, 356, 359, 368-371, 379-381, 404, 405, 407, 424, 430, 435, 450
 tige axillaire 65
 tige principale ou primaire 63, 149, 198, 277
 tige secondaire 63
 tige souterraine 125, 392, 424
 tige tertiaire 63
 tiger nut 167
 tisserins 254
 tofu 267
 toit-abri 351
 tolérance à la chaleur 156
 tolérance à la salinité 72, 281, 423
 tolérance à la sécheresse 69, 79, 141, 177, 273, 281, 312, 313, 320, 423
 tolérance aux basses températures 344
 tomate(s) 146, 321, 334, 335, 337-343, 345-348, 350-356, 358, 359, 361, 363, 364, 372, 377, 382, 385, 389, 466
 tomate à feuilles de pommes de terre 382
 tomate cerise 382
 tomate dressée 382
 tomate poire 382
 tomato 372
 top rot 435
 'Toria' 238
 tortilla 59
 touffe(s) de canne 107, 110, 111
 tourbe 153
 tournesol 44, 191-193, 195, 198, 200, 207, 213, 215, 227, 228, 234, 239, 246, 258
 tourteau(x) 92, 193, 216, 221, 234-236, 239, 255-257, 263, 267, 295, 419
 toxicité 59, 121, 122, 193, 194, 208, 211, 234, 235, 251, 255, 257, 269, 270, 290, 320, 337, 339, 358, 359, 448
 traitements phytosanitaires, voir: mesures phytosanitaires
 tranchées 178, 211
 transformation 51, 83, 84, 106, 113, 114, 116, 148, 152, 153, 157-159, 165, 185, 189, 215, 216, 222, 234, 256, 263-265, 268, 286, 288, 292, 359, 361,

411, 413, 419, 447
 transpiration 71, 76, 100, 138
 transplantation 202, 431
 transport 204, 258, 265, 287, 292, 360, 364, 412, 414, 467
 transportation, voir: transport
 trash 14
 tréfle commun 279
 treillis 144
 trempage 58, 73, 123, 163, 217, 218, 266, 268, 270, 284, 298, 349, 359, 359, 442, 448, 450, 452
 triage 359, 360, 404
 tri-glycérider(s) 190
 triploïdes 220, 394, 417
 tristezza 434, 436
 trituration 123, 124, 163
 trois quarts léger 412
 trois quarts plein 412
 trou(s) 73, 178, 318, 404, 405
 trouaison 205
 Troyer citrange 413, 434
 trunk rots 254
 trypsine 217
 tryptophane 58, 95, 268, 289, 304, 464, 466
 tuber rots 182
 tubercule(s) 11, 20, 22, 23, 30, 45, 46, 52, 57, 59, 79, 121–125, 128, 129, 131–140, 143–146, 148, 153, 156–159, 163–167, 169–174, 176–180, 186–189, 247, 260, 265, 282, 285, 287, 297, 298, 316–318, 320, 336, 338, 345, 346, 349, 356, 358, 360, 362, 370, 375, 388, 442, 444, 446, 447, 455, 457, 460, 464, 465, 467, 468, 471
 tubercule(s)-mère(s) 158, 356
 tubercule(s) majeur(s) 169
 tubercule(s) mineur(s) 169
 tubercule racinaire 125, 171
 tubérisation 122, 133, 136–138, 141, 150, 177
 Tuberosum 122, 156
 tuberous root 171
 tumuku 168
 tung 229
 turnip 374
 tuteur 131, 144, 172, 316
 tuteur vivant 144
 tuteurage 144, 146, 189, 283, 308, 410
 twelve-months yam 163
 tyrosine 95, 304, 464

 ullucu 168
 Ulmacées 15
 upland rice 102
 urd 299
 urée 357
 usage industriel 157
 utilisation 50, 57, 89, 92, 98, 105, 106, 122, 123, 163–166, 192, 193, 233, 235, 255, 261, 264, 265, 268, 292, 295–300, 307, 320, 334, 336, 367–373, 391, 419–421, 448
 Utilisation Protéique Nette (UPN) 440, 441, 453, 454, 472
 vache 59, 234, 264
 'Valencia' 426
 Valeur Biologique (VB) 59, 85, 95, 124, 257, 440, 442
 valeur énergétique 38, 224
 valeur nutritionnelle 26, 28, 29, 30, 38, 46, 50, 52, 58, 85, 106, 123, 124, 189, 193, 217, 256, 265–268, 320, 334, 337–339, 362, 392, 440, 442, 443
 valine 304, 464
 valley swamp rice 103
 vannage 287
 variétés locales 209, 238, 280, 343
 vascular wilt disease 254
 vasculose 465
 vecteurs 251, 254
 velvet bean 297
 vent 403, 407, 410
 ventilation 153, 186–188
 verger(s) commercial(aux) 396
 verger de case 399, 414, 437
 vermifuge 420
 vernalisation 200, 346
 vernis 193, 222
 verse 69, 75, 78, 85, 86, 210, 255, 284
 Verticillium wilt 253
 vertisols 13, 72
 Vertisols 12, 13
 viande 23, 28, 34–38, 41, 48, 49, 58, 88, 95, 123, 262, 264, 268, 335, 338, 420, 421, 448, 450, 452, 453, 460, 461, 464–468
 viande et abats 37, 48, 49
 vigne 407
 'Villafranca' 425
 vin 439, 451
 vin de maïs 447
 vin de palme 205, 447
 vinaigre(tte) 419, 421
 Virginia, voir: groupe Virginia de l'arachide
 virose mosaïque 252
 viroses 435
 virus 82, 110, 113, 147, 182–184, 189, 213, 251, 435
 virus Y 184
 vitamine A 30, 46, 96, 155, 170, 189, 193, 237, 303, 338, 339, 377, 392, 448, 454, 455, 464, 466, 470, 473, 474
 vitamine(s) B 338, 339, 392, 456
 vitamine B₁ 30, 46, 96, 170, 237, 303, 377, 422, 455, 464, 466, 469, 470, 471
 vitamine B₂ 46, 96, 170, 237, 303, 339, 377, 422, 466
 vitamine B₁₂ 464, 467, 469, 470

vitamine C 46, 96, 170, 189, 237, 303, 333, 335,
337-339, 377, 378, 392, 420, 422, 423, 455, 464,
467, 469, 470, 473, 474
vitamine D₃ 464, 467, 469, 470
vitamine E 464
vitamine K 464
vitamine PP 466
vitamines 28, 37, 41, 59, 123, 265, 267, 270, 338,
339, 391, 414, 438, 453, 454, 464, 474
volaille(s) 23, 38, 89, 164, 234, 235, 262, 468
vouandzou 11-13, 260, 268, 276, 300

warfarine 113
water cress 370
water spinach 370
waterleaf 333, 371
West Indian cherry 417
West Indian lime 425
wheat 92
white flies 183
white (Guinea) yam 163
white rot disease 183
white rust 251
white thread disease 183
wilt and head rot 252
winged bean 168, 298

xénie 59

yaèrès 13, 16
yam(s) 156, 163
yam beetles 182
yam nematode 182
yam scale 182
yard-long bean 373
yellow mottling disease 253
yellow passionfruit 417
'Yellow Sarson' 238
yellow (Guinea) yam 163
yeux 125, 139, 179, 432

zinc (Zn) 82, 283, 318, 409, 465
zone cacaoyère, voir: r:gon cacaoyère