

ETUDE DES POTENTIALITÉS NUTRITIONNELLES DE QUELQUES TUBERCULES TROPICAUX AU CAMEROUN (*)

S. TRECHE* Ph. GUION**

I - Influence de la maturité à la récolte

RÉSUMÉ — Pour quatre espèces de tubercules tropicaux largement répandues au Cameroun, (*Dioscorea cayenensis*, *Dioscorea dumetorum*, *Dioscorea rotundata*, *Xanthosoma sagittifolium*) sont étudiées, en fonction de la date de récolte, les variations de rendement agronomique, de composition chimique et des possibilités d'incorporation dans les régimes alimentaires.

La date optimale de récolte, déterminée en suivant l'évolution des rendements en énergie et en protéines à l'hectare, ne coïncide pas toujours avec le stade de maturité physiologique ; elle varie entre le huitième et le neuvième mois après la plantation selon les espèces.

La teneur en matière sèche détermine les possibilités d'incorporation dans les régimes : *D. rotundata* et *X. sagittifolium* peuvent couvrir la quasi totalité des besoins énergétiques et environ 60% des besoins protéiques d'un individu moyen ; *D. dumetorum* et *D. cayenensis* nécessitent une complémentation à la fois en protéines et en énergie.

D. dumetorum se distingue par un bon équilibre protéino-calorique et par des rendements 3 à 7 fois supérieurs à ceux des autres espèces.

Mots-clé : tubercules, *Dioscorea* sp., *Xanthosoma sagittifolia*, date de récolte, maturité physiologique, potentialité nutritionnelle.

INTRODUCTION

Les plantes à tubercules constituent la nourriture de base d'un grand nombre de camerounais. Dans l'ouest-Cameroun les ignames et le macabo prédominent. On estime que les productions d'ignames et de macabo s'élèvent respectivement à 250.000 et 750.000 tonnes sur l'ensemble du territoire camerounais (19). La production d'igname au Cameroun ne représente donc que 1 à 2 % de la production mondiale (7). Or il semble, pour certaines espèces au moins, qu'il existe au Cameroun des variétés très productives (18).

Il est donc intéressant de juger de leurs potentialités nutritionnelles en étudiant à la fois leur rendement agronomique et leur composition chimique, ce qui permettra d'évaluer les apports énergétiques et protéiques par unité de surface ainsi que les possibilités d'incorporation

dans les rations alimentaires. Notons que, mis à part des travaux effectués dans nos laboratoires (24) (25), rares sont ceux qui envisagent à la fois les aspects agronomiques et la valeur nutritionnelle des tubercules tropicaux.

Des considérations de plusieurs sortes nous ont amenés à étudier l'influence de la durée du cycle végétatif sur les potentialités nutritionnelles de ces espèces ; d'une part la date optimale de récolte est mal définie pour les tubercules tropicaux, elle dépend des espèces (5) (20) du climat et probablement des variétés ; d'autre part l'échelonnement des récoltes ferait bénéficier les populations locales d'une diversification des ressources alimentaires et de possibilités d'aménagements des calendriers cultureux.

(*) Cet article présente les résultats de recherches menées dans le cadre des accords conclus entre l'Office National de la Recherche Scientifique et Technique (ONAREST) et l'Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer (ORSTOM).

(**) TRECHE (S.), GUION (Ph.), nutritionnistes de l'ORSTOM). Unité de Nutrition du Centre d'Etude des Plantes Médicinales. O.N.A.R.E.S.T. B.P. 193. Yaoundé. CAMEROUN.

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 10032

Cpte : B

B 10032

MATÉRIELS ET MÉTHODES

CHOIX DES ESPÈCES ET DES VARIÉTÉS

Les espèces choisies sont *D. cayenensis* (Ex Batibo à chair jaune) et *D. rotundata* (Ex oshei à chair blanche) largement répandues dans toute l'Afrique de l'ouest, *D. dumetorum* (Ex Jakiri) surtout cultivée dans l'ouest-Cameroun et l'est-Nigeria (13) (14) et *X. sagittifolium* (variété à chair blanche).

Pour chacune des espèces, les variétés étudiées sont les plus couramment consommées et celles dont les rendements sont supposés les meilleurs parmi celles que l'on trouve en collection dans les stations agronomiques du Cameroun.

CHOIX DES DATES DE PLANTATION ET DE RÉCOLTE

Les habitudes de l'ouest-Cameroun et des zones présentant les mêmes caractéristiques climatiques semblent indiquer que la meilleure date pour la plantation des ignames et du macabo se situe à la fin de la saison sèche en février ou mars (28). Nous avons adopté cette date de plantation en procédant à des récoltes espacées de 4 semaines en fin de saison des pluies (septembre, octobre) et en début de saison sèche (novembre, décembre).

DISPOSITIFS EXPÉRIMENTAUX

L'expérimentation, conduite dans la plaine de Bambui (province du nord-ouest) à 1.330 mètres d'altitude, a porté sur *D. cayenensis* et *D. dumetorum* en 1976 et sur *D. rotundata* et *X. sagittifolium* en 1977.

Pour chaque espèce un champ expérimental de 16 parcelles de 30 pieds a été mis en place. Les parcelles sont réparties en 4 blocs de FISCHER.

La plantation a été faite en billons de 10 mètres de long à intervalle de un mètre (2). On compte 15 pieds par billon et 2 billons par parcelle, soit une densité de plantation, recommandée comme optimale (18), de 15.000 pieds par hectare.

Aux dates prévues pour la récolte, (7, 8, 9 et 10 mois après la plantation) une parcelle de chaque bloc est déterrée.

Les pesées individuelles, le comptage des tubercules par pied et la détermination des manques à la levée ont donc été faits sur 120 pieds pour chaque espèce à chaque récolte.

Sur chaque parcelle trois pieds sont prélevés au hasard pour la détermination du rendement à l'épluchage (Poids des parties comestibles/Poids brut à la récolte) et pour analyses chimiques.

TECHNIQUES D'ANALYSE

Sur chacun des 12 pieds prélevés à chaque récolte pour chaque espèce sont déterminées :

- la teneur en matière sèche par dessiccation entre 104 et 107 °C jusqu'à poids constant.

Après lyophilisation et broyage des 12 échantillons représentatifs de la composition chimique de chacun des pieds :

- la teneur en azote total par la micro-méthode de Kjeldahl et conversion en protéines brutes à l'aide du coefficient 6.25 ;
- la teneur en insoluble formique selon la méthode de GUILLEMET et JACQUOT (11) ;
- la teneur en sucres alcool-solubles, après extraction à chaud par l'éthanol à 85 ° G.L., par la méthode colorimétrique à l'antrone de HODGE et al (12) ;
- la teneur en matières minérales par calcination à 550 °C pendant huit heures.

De plus sur un échantillon par espèce et par période, obtenu par mélange proportionnel des poudres provenant de 12 pieds, on a mesuré :

- la teneur en amidon par polarimétrie suivant la méthode d'EWERS (40). Les coefficients rotatoires spécifiques utilisés ont été déterminés au laboratoire ;
- la teneur en lipides par extraction au soxhlet à l'éther de pétrole ;
- la teneur en pentosanes par la méthode colorimétrique à l'acétate d'aniline (14).

MÉTHODES D'ANALYSE STATISTIQUE

Pour juger du niveau de signification des différences obtenues, plusieurs méthodes statistiques classiques ont été utilisées (32) :

- analyse de variance : calcul du F de FISCHER et éventuellement de la p.p.d.s.
- comparaisons de distribution à l'aide du χ^2 .
- test des rangs de MANN-WHITNEY.
- calcul de coefficients de corrélation.

CONVENTION POUR L'ESTIMATION DE LA VALEUR NUTRITIONNELLE

La valeur énergétique utile des tubercules est calculée à partir des coefficients de MERRIL (23) : (Lipides \times 8.37) + (Protéines brutes \times 2.78) + (Glucides totaux par différence \times 4.03).

Le pourcentage de calories d'origine protidique est calculé en utilisant ces mêmes coefficients.

L'indice chimique de protéines (43) des tubercules est évalué par rapport aux protéines de l'œuf (8) (41) (42).

Nous avons estimé, conformément à diverses enquêtes alimentaires effectuées au Cameroun (22) (39) et en Nigeria (13) (26), à 1.500 grammes de matière brute la quantité journalière moyenne de tubercules qui peut

être consommée par un individu moyen en zone non céréalière. Après avoir évalué à 8.79 MJoules (2100 Kcal) et 26 grammes de protéines d'œuf les besoins de cet individu moyen (13) (26) (27) (30), nous avons calculé le pourcentage de couverture des besoins énergétiques et protéiques rendu possible avec les espèces étudiées.

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

RÉSULTATS AGRONOMIQUES (figure 1, tableau I)

Pour chacune des espèces, on montre que la distribution du poids des pieds n'est pas normale.

La répartition en classes de poids révèle, après calcul du CHI₂, que les distributions obtenues à chacune des récoltes ne sont pas identiques pour *D. cayenensis* et *X. sagittifolium* alors que pour *D. rotundata* elles ne diffèrent pas significativement. Pour *D. dumetorum*, seule

la première récolte a une distribution significativement différente de celle des autres récoltes.

Pour *D. rotundata* et *D. dumetorum* dont les distributions du poids des pieds s'écartent assez peu de la normale, on montre par analyse de variance que :

— Le poids des pieds de la première récolte est significativement inférieure à ceux des autres récoltes pour *D. dumetorum*.

Tableau I

ÉVOLUTION DES CARACTÉRISTIQUES AGRONOMIQUES EN FONCTION DE LA DATE DE RÉCOLTE EXPRIMÉE EN NOMBRE DE MOIS APRÈS LA PLANTATION

	<i>DIOSCOREA CAYENENSIS</i>				<i>DIOSCOREA DUMETORUM</i>			
	7	8	9	10	7	8	9	10
Poids moyen d'un pied en g. (1)	683 ± 47 a	813 ± 55 ab	859 ± 53 b	737 ± 40. ab	2085 ± 73 a	2606 ± 93 b	2625 ± 99 b	2540 ± 88 b
Nombre de tubercules par pied	1,9	2,0	2,1	1,9	6,7	6,5	6,1	7,4
Poids moyen d'un tubercule en gramme	365	411	413	382	311	403	433	341
Pourcentage de manque à la levée	0	0	0	0	0	0	0	0
Rendement en t/ha	10,2	12,2	12,9	11,1	31,3	39,1	39,4	38,1

	<i>DISCOREA ROTUNDATA</i>				<i>XANTHOSOMA SAGITTIFOLIUM</i>			
	7	8	9	10	7	8	9	10
Poids moyen d'un pied en g (1)	503 ± 31 ab	588 ± 38 b	489 ± 35 a	462 ± 31 a	241 ± 19 a	350 ± 27 b	422 ± 29 b	316 ± 12 b
Nombre de tubercules par pied	1,3	1,3	1,3	1,3	8,0	11,0	11,6	9,6
Poids moyen d'un tubercule en gramme	380	454	379	371	30	32	37	33
Pourcentage de manque à la levée	21	13	13	15	6	4	13	10
Rendement en t/ha	6,0	7,6	6,4	5,9	3,4	5,0	5,5	4,3

(1) Moyennes calculées sur 100 à 120 pieds ± erreur standard.

Pour chaque espèce, les moyennes affectées d'aucune lettre commune sont significativement différentes au niveau 5 %.

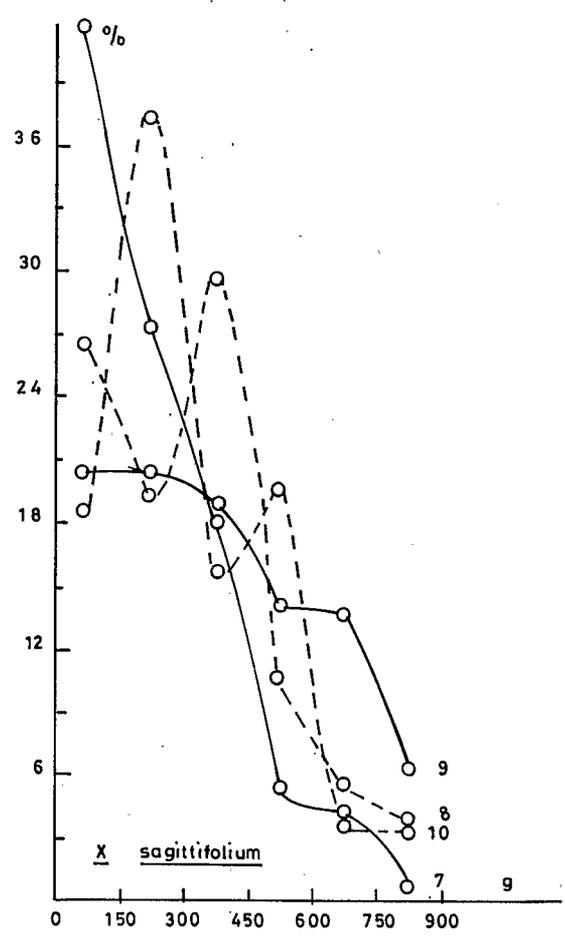
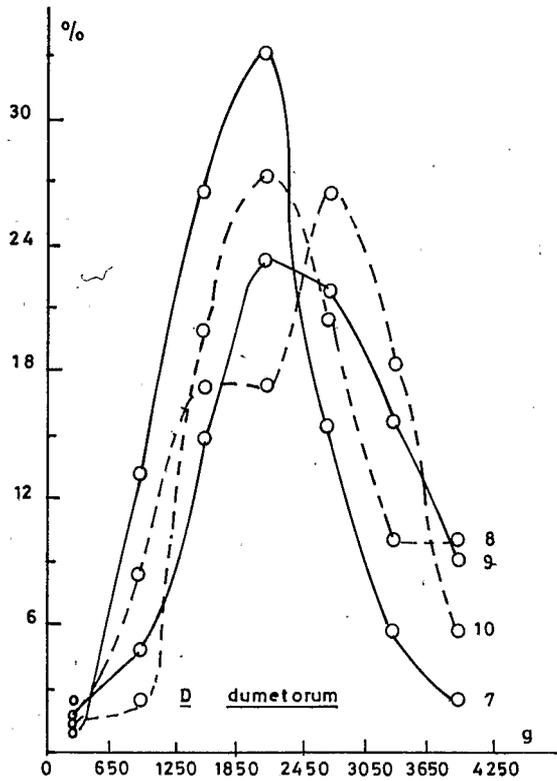
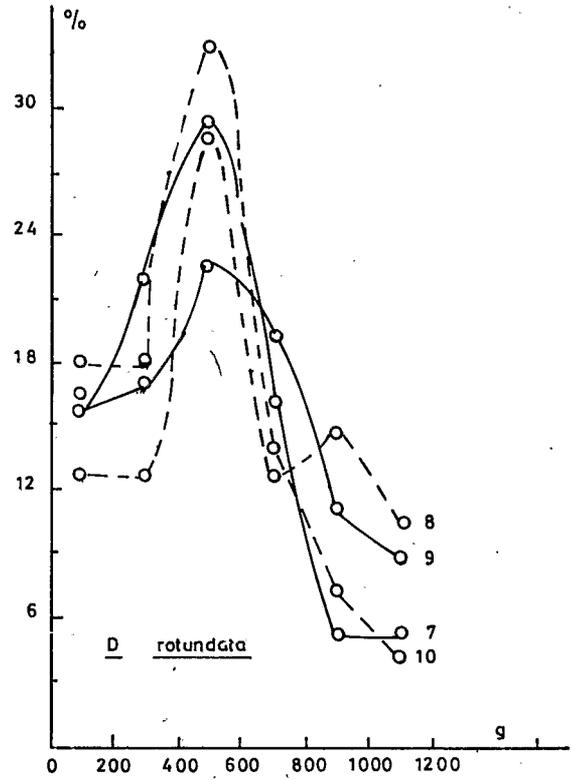
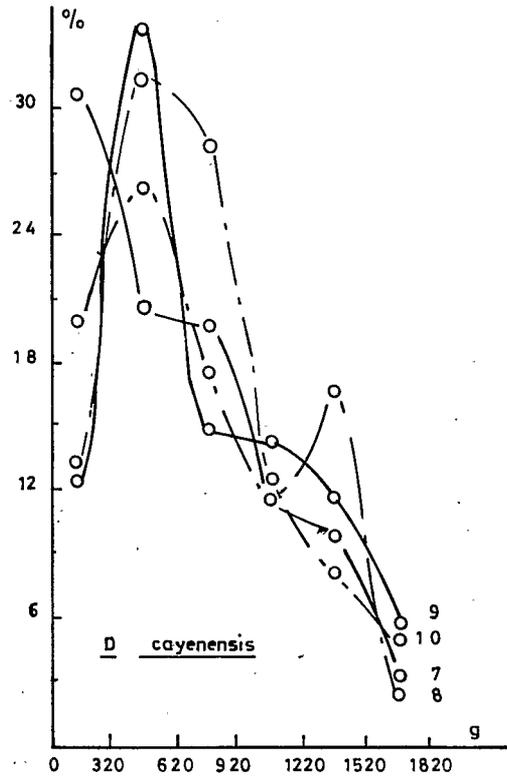


FIGURE 1 Distribution du poids des pieds selon la date de récolte exprimée en mois après la plantation

— Le poids des pieds de la seconde récolte est significativement supérieur à celui des pieds récoltés plus tardivement pour *D. rotundata*.

Par ailleurs, le test des rangs révèle que :

— Pour *D. cayenensis*, seul le poids des pieds de la première récolte est significativement inférieur à celui de la troisième.

— Pour *X. sagittifolium*, les pieds de la première récolte sont significativement moins lourds que ceux récoltés ultérieurement.

Les manques à la levée chez *D. rotundata* et *X. sagittifolium* accentuent dans l'évaluation des rendements en matière brute à l'hectare les différences entre espèces observées sur le poids des pieds. Les rendements de *D. dumetorum* sont de 3 à 7 fois supérieurs à ceux des autres espèces.

Toutefois, si les rendements de *D. cayenensis* sont dans les limites inférieures de ceux ordinairement enregistrés sur la même variété dans les stations agronomiques au Cameroun (18), ceux de *D. rotundata* (18) et *X. sagittifolium* (31) sont très nettement en dessous de ces limites. Des différences de conditions climatiques, l'année 1977 ayant été particulièrement sèche dans l'ouest-Cameroun, viennent expliquer en partie ces écarts.

D'une manière générale, on note que les rendements obtenus avec nos cultivars sont très nettement supérieurs pour *D. dumetorum* et inférieurs pour les autres espèces à ceux enregistrés en Nigeria (14) ou aux Caraïbes (20).

Le nombre de tubercules obtenus par pied diffère d'une espèce à l'autre. Par contre il est intéressant de constater que le poids moyen des tubercules varie peu d'une espèce d'igname à une autre et que *D. dumetorum* ne doit en fait son rendement supérieur qu'au nombre élevé de ses tubercules par pied.

L'évolution du poids moyen des pieds nous conduit à situer la fin de la croissance au huitième mois après la plantation pour *D. rotundata*, entre le huitième et le neuvième pour *D. dumetorum*, et au neuvième pour *D. cayenensis* et *X. sagittifolium* (15).

Pour les quatre espèces il existe une tendance à la perte de poids quand les tubercules sont laissés en terre, en surmaturité, après dépérissement du feuillage.

RÉSULTATS DE L'ANALYSE CHIMIQUE (Figures 2, 3, 4 - Tableau II)

La teneur en **matière sèche** (figure 2) des pieds récoltés précocement est significativement inférieure à celle des pieds récoltés à partir de la maturité.

Si, comme SOBULO (33), on estime que la fin de la période de mise en réserve dans les tubercules est marquée par une diminution de la teneur en matière sèche bientôt relayée par une augmentation consécutive à un début de déshydratation, on situera la maturité :

- au 8e mois après la plantation pour *D. rotundata* et *D. dumetorum*.
- au 9e mois pour *D. cayenensis*.
- au 10e mois pour *X. sagittifolium*.

Notons que *D. rotundata* et *X. sagittifolium* ont des teneurs en matière sèche très fortement supérieures à celles des deux autres espèces.

Les teneurs en **protéines brutes** de la matière sèche (figure 4) augmentent jusqu'à la maturité et même au-delà sauf pour *X. sagittifolium* pour laquelle elle reste constante.

Les teneurs mesurées sur *D. dumetorum* sont plus fortes que celles des autres espèces ; toutefois, exprimées par rapport à la matière brute, les différences s'inversent en faveur des espèces à forte teneur en matière sèche (figure 3).

Les valeurs obtenues sont comparables à celles citées par différents auteurs (1) (10) (21) (34).

La teneur en **matières minérales** ne varie pas significativement avec le stade de maturité sauf chez *D. dumetorum* pour laquelle elle est, par ailleurs, plus forte que dans les autres espèces.

La teneur en **insoluble formique** décroît après la première récolte pour toutes les espèces. Elle reste cependant particulièrement élevée chez *D. dumetorum* en rapport avec le phénomène de durcissement qui affecte certains tubercules de cette espèce dans les heures qui suivent la récolte (37) et qui se caractérise par une augmentation de la teneur en constituants membranaires.

Notons que chez *D. dumetorum* il existe une corrélation significative ($-0,38$) entre la teneur en insoluble formique et le poids moyen des tubercules de chaque pied. Par ailleurs, chez *D. cayenensis* et *D. rotundata* le taux d'insoluble formique est corrélé significativement ($-0,53$ et $-0,72$) avec la teneur en matière sèche ce qui suggère que l'augmentation des réserves dans le parenchyme amylofère continue en fin de croissance sans qu'il y ait synthèse de nouvelles cellules.

Pour les trois espèces d'ignames, l'évolution de la teneur en **glucides solubles** (degré de polymérisation inférieur à 12) marque un minimum qui correspond à l'arrêt de la photosynthèse après le dessèchement du feuillage. L'augmentation ultérieure pourrait résulter d'une mobilisation des réserves pour la respiration des tubercules rentrés en période de repos végétatif (6).

Les variations enregistrées sont en accord avec celles données par d'autres auteurs (17) mais les teneurs que nous avons mesurées sont supérieures aux valeurs communément citées (16) (17) ; le délai de 48 heures entre la récolte et la lyophilisation des échantillons pourrait en être responsable.

La teneur en **amidon** augmente sensiblement jusqu'à la maturité puis reste constante (*D. rotundata*) ou diminue (*D. dumetorum*). Elle varie en fait en sens inverse de la teneur en glucides solubles.

La teneur en amidon de *D. dumetorum* est nettement inférieure à celle des autres espèces d'ignames ; celle de *X. sagittifolium* est supérieure à celle des ignames.

Les teneurs en **lipides** sont très faibles et ne permettent pas d'émettre d'hypothèses quant à leur évolution.

Tableau II

ÉVOLUTION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DES PIEDS EN FONCTION DE LA DATE DE RÉCOLTE EXPRIMÉE EN NOMBRE DE MOIS APRÈS LA PLANTATION.

	<i>DIOSCOREA CAYENENSIS</i>				<i>DIOSCOREA DUMETORUM</i>			
	7	8	9	10	7	8	9	10
M. sèche en % M.B. (1)	22,1 ± 0,7 a	25,2 ± 0,8 b	23,5 ± 0,8 ab	25,2 ± 1,1 b	20,1 ± 0,7 ab	19,3 ± 0,3 a	21,5 ± 0,7 b	21,2 ± 0,7 b
Protéines brutes (2)	6,8 ± 0,3 a	6,9 ± 0,4 ab	7,8 ± 0,3 b	7,1 ± 0,4 ab	7,3 ± 0,4 a	8,1 ± 0,4 ab	9,3 ± 0,4 b	9,3 ± 0,6 b
Matières minérales (2)	2,5 ± 0,1 a	2,5 ± 0,1 a	2,8 ± 0,1 a	2,6 ± 0,2 a	3,3 ± 0,1 a	3,6 ± 0,1 ab	3,7 ± 0,1 b	3,7 ± 0,1 b
Insoluble formique (2)	2,3 ± 0,1 a	2,1 ± 0,1 ab	2,1 ± 0,1 ab	1,9 ± 0,1 b	4,9 ± 0,3 a	3,4 ± 0,1 b	3,5 ± 0,1 b	3,3 ± 0,1 b
Glucides solubles (2)	6,2 ± 0,5 a	4,8 ± 0,5 b	2,1 ± 0,2 c	4,3 ± 0,5 b	5,3 ± 0,4 a	4,9 ± 0,3 ab	4,0 ± 0,2 b	5,1 ± 0,3 a
Amidon (3)	74,2	77,9	79,4	80,2	71,0	70,0	69,6	68,6
Lipides (3)	0,14	0,25	0,14	0,29	0,22	0,26	0,28	0,31
Pentosanes (3)	0,8	0,6	0,7	0,6	1,7	1,1	1,1	1,1

	<i>DIOSCOREA ROTUNDATA</i>				<i>XANTHOSOMA SAGITTIFOLIUM</i>			
	7	8	9	10	7	8	9	10
M. sèche en % M.B. (1)	31,7 ± 0,7 a	35,3 ± 0,7 b	35,9 ± 0,8 b	36,0 ± 0,7 b	33,7 ± 0,9 a	37,5 ± 0,9 b	39,4 ± 0,6 b	37,9 ± 0,7 b
Protéines brutes (2)	5,0 ± 0,2 a	5,7 ± 0,2 ab	6,4 ± 0,3 b	6,5 ± 0,3 b	5,2 ± 0,1 a	5,3 ± 0,2 a	5,3 ± 0,1 a	5,4 ± 0,1 a
Matières minérales (2)	2,5 ± 0,1 a	2,4 ± 0,1 a	2,5 ± 0,1 a	2,6 ± 0,1 a	2,9 ± 0,1 a	2,7 ± 0,2 a	2,7 ± 0,1 a	2,9 ± 0,1 a
Insoluble formique (2)	1,9 ± 0,1 a	1,6 ± 0,1 ab	1,5 ± 0,1 b	1,5 ± 0,1 b	1,7 ± 0,1 a	1,6 ± 0,1 ab	1,6 ± 0,1 a	1,4 ± 0,1 b
Glucides solubles (2)	3,9 ± 0,3 a	3,0 ± 0,1 b	2,7 ± 0,1 b	2,8 ± 0,2 b	1,1 ± 0,1 a	1,0 ± 0,1 a	1,5 ± 0,2 b	0,9 ± 0,1 a
Amidon (3)	79,3	82,8	82,1	82,1	87,1	85,1	85,7	86,2
Lipides (3)	0,23	0,25	0,24	0,22	0,24	0,25	0,25	0,21
Pentosanes (3)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,5	0,4

(1) Moyenne de 12 déterminations ± Erreur standard.

(2) Moyenne en g pour 100 g de M. sèche de 12 déterminations ± Erreur standard.

(3) Détermination sur un échantillon moyen provenant de 12 pieds.

Sur la même ligne et pour une même espèce, les moyennes affectées d'aucune lettre commune sont significativement différentes au niveau 5 %.

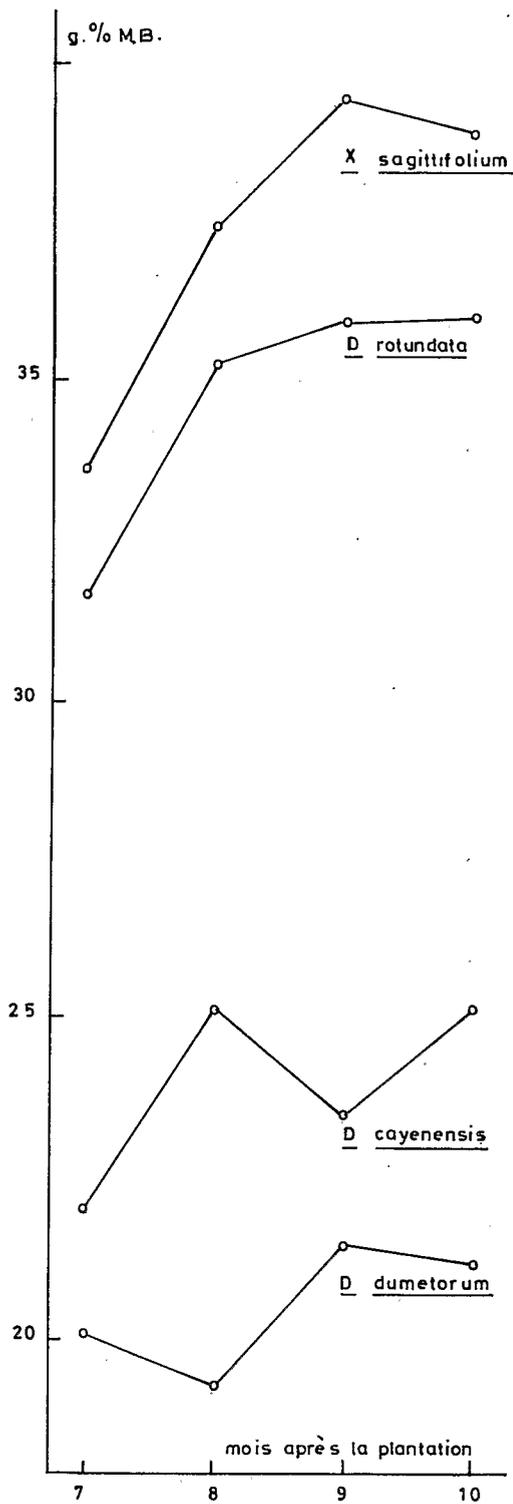


FIGURE 2 Evolution de la teneur en matière sèche avec la date de récolte.

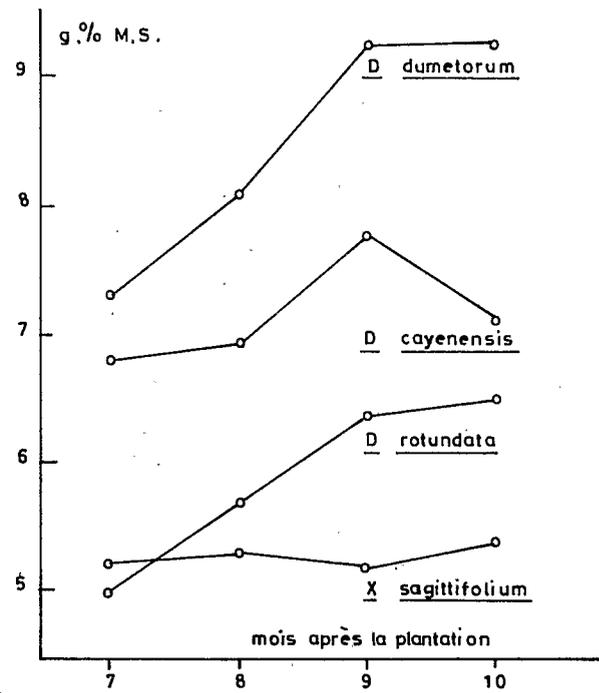


FIGURE 3 Evolution de la teneur en protéines brutes de la matière sèche avec la date de récolte

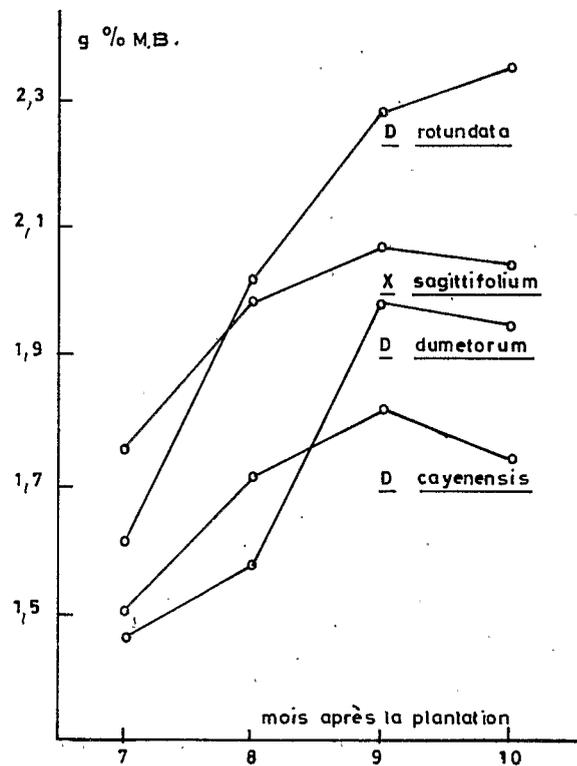


FIGURE 4 Evolution de la teneur en protéines brutes de la matière brute avec la date de récolte.

Les variations de teneur en **pentosanes** entre espèces et entre récoltes vont dans le même sens que celles enregistrées sur l'insoluble formique ; les pentosanes font, pour l'essentiel, partie des constituants membranaires dont la quantité totale est appréciée par le dosage de l'insoluble formique.

L'**indosé** varie de 2 % en moyenne chez *X. sagittifolium* à 8 % chez *D. dumetorum* ; l'un de nous a montré, par ailleurs, que pour cette dernière espèce (37), l'insoluble formique ne mesurait, en fait, que 40 % en moyenne des constituants membranaires (hemicelluloses, cellulose, lignine) dosés par la méthode au détergent neutre de VAN SOEST. Il n'est pas douteux que, pour *D. dumetorum* au moins, l'indosé soit constitué principalement de glucides membranaires et en particulier d'hémicelluloses.

ÉVALUATION DES POTENTIALITÉS NUTRITIONNELLES (Tableau III)

Le rendement à l'épluchage a été déterminé pour chaque récolte en établissant, pour chaque espèce, sa droite de régression selon le poids moyen des tubercules du pied ; en effet, le rendement à l'épluchage est fortement corrélé (sauf chez *D. cayenensis*) au poids moyen des tubercules (poids du pied/nombre de tubercules du pied), variable que l'on peut considérer comme un indicateur du rapport surface/volume des tubercules dont dépend principalement la proportion de déchets. On a ainsi tenu compte des différences de taille des tubercules entre les récoltes dans l'estimation de ce rendement à l'épluchage qui varie de 60 % à 70 % selon les espèces. *X. sagittifolium* est l'espèce qui produit le plus de déchets en raison de la petite taille de ses tubercules.

Tableau III

ÉVOLUTION DES POTENTIALITÉS NUTRITIONNELLES EN FONCTION DE LA DATE DE RÉCOLTE EXPRIMÉE EN NOMBRE DE MOIS APRÈS LA PLANTATION

	<i>D. CAYENENSIS</i>				<i>D. DUMETORUM</i>				<i>D. ROTUNDATA</i>				<i>X. SAGITTIFOLIUM</i>			
	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8	9	10
Rendement à l'épluchage	66,2	66,6	66,8	66,4	64,9	67,4	68,2	65,7	70,0	71,5	70,0	69,8	61,1	61,5	62,4	61,7
Matière brute comestible en t/ha	6,8	8,1	8,6	7,3	20,3	26,3	26,9	25,0	4,2	5,5	4,5	4,1	2,1	3,1	3,4	2,6
Matière sèche comestible en t/ha	1,5	2,0	2,0	1,8	4,1	5,1	5,8	5,3	1,3	1,9	1,6	1,5	0,7	1,2	1,4	1,0
Valeur énergétique utile en mégakcal/ha	5,8	7,9	7,7	7,1	15,6	19,3	21,8	20,1	5,0	7,3	6,0	5,6	2,6	4,4	5,1	3,8
Protéines brutes en kg/ha	102	141	158	131	298	412	537	494	67	110	103	96	36	62	72	54
Valeur énergétique utile de 100 g de M. brute en kcal.	85	97	90	97	77	73	81	80	123	137	139	139	130	145	152	146
Pourcentage de calories d'origine protidique	4,9	5,0	5,7	5,1	5,3	5,9	6,9	6,9	3,6	4,1	4,6	4,7	3,7	3,8	3,8	3,9
% des besoins énergétiques couverts par 1500 g de MB	61	69	64	69	55	52	58	57	88	98	99	99	93	104	109	104
% des besoins protéiques couverts par 1500 g de MB	40	46	48	47	48	51	65	64	43	55	62	63	51	57	60	59

L'évolution des rendements à l'hectare en matière brute comestible, en matière sèche comestible, en énergie utile (figure 5) et en protéines brutes (figure 6) montrent que les dates de récolte optimales sur le plan des apports quantitatifs se situent en moyenne :

- 8 mois après la plantation pour *D. rotundata* ;
- entre le 8e et le 9e mois pour *D. cayenensis* ;
- 9 mois après la plantation pour *D. dumetorum* et *X. sagittifolium*.

Les dates optimales de récolte ne coïncident donc pas toujours avec la maturité physiologique puisque les ren-

dements nutritionnels obtenus avec *D. dumetorum* augmentent encore après la maturité et que ceux de *D. cayenensis* sont atteints un mois avant.

Avancer la date de récolte pénalise de façon considérable les rendements en énergie et en protéines puisque une récolte 7 mois après la plantation ne donne pour aucune espèce plus de 75 % des rendements optimaux.

Laisser les tubercules en terre après la maturité provoque, sauf pour *D. dumetorum*, des pertes qui s'élèvent à 20 % après un mois pour *D. rotundata*.

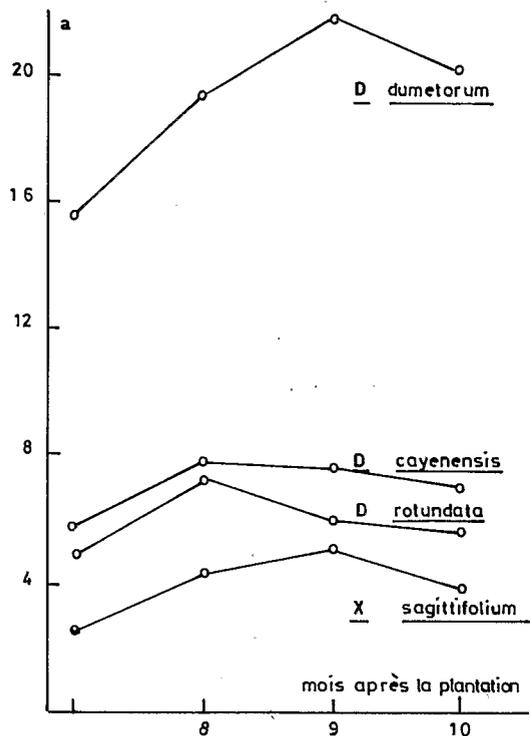


FIGURE 5 Evolution des rendements en énergie utile avec la date de récolte

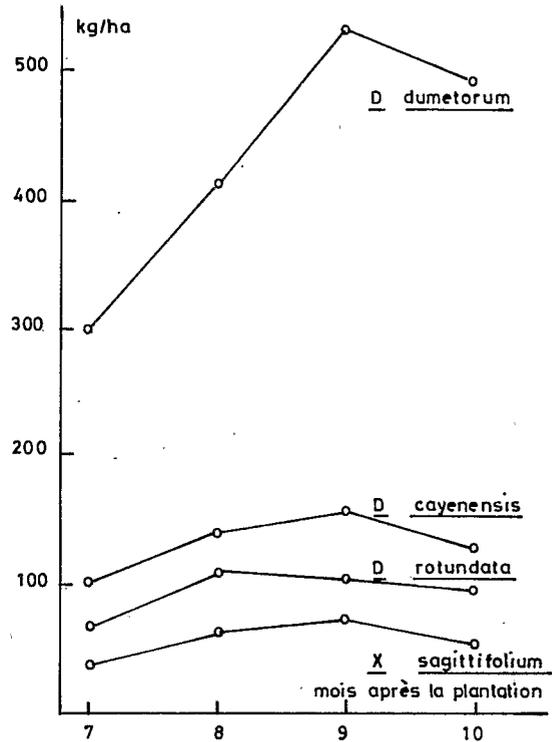


FIGURE 6 Evolution des rendements en protéines brutes avec la date de récolte

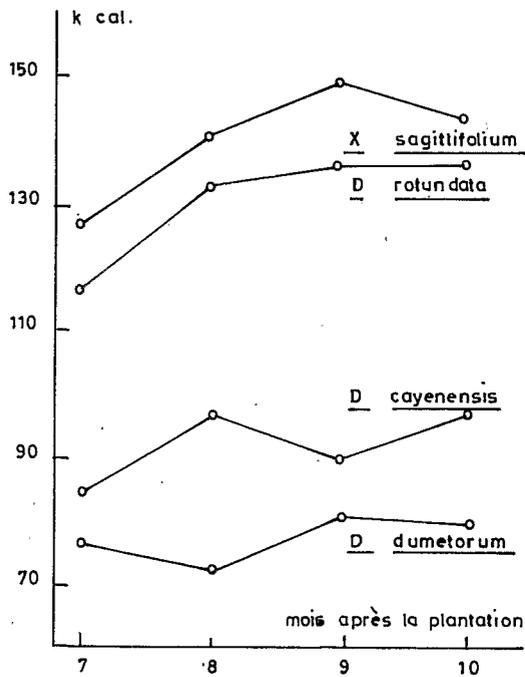


FIGURE 7 Evolution de la valeur énergétique utile de 100 g. de matière brute avec la date de récolte

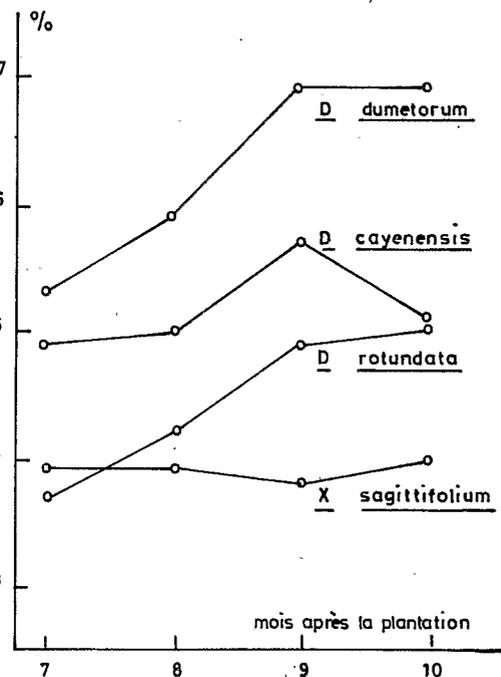


FIGURE 8 Evolution du pourcentage de calories d'origine protéidique avec la date de récolte

Il apparaît donc que la période pendant laquelle on peut faire varier la date de récolte est relativement restreinte ; si l'on ne veut pas que les rendements soient inférieurs à 90 % des rendements optimaux, la période de récolte ne devra pas excéder 3 à 7 semaines selon les espèces.

La valeur énergétique utile de 100 grammes de matière brute (figure 7) dépend principalement de la teneur en matière sèche ; elle est donc plus forte chez *D. rotundata* et *X. sagittifolium*.

Le pourcentage de calories d'origine protidique (figure 8) est plus important chez *D. dumetorum* où il dépasse les 6 % qui semblent être appropriés pour la majorité de la population (29).

Une ration de 1.500 grammes de matière brute distribuée à un individu moyen couvre de 50 à 100 % des besoins énergétiques selon les espèces. Les variations de la teneur en matière sèche pendant le mode de cuisson traditionnel étant très réduites (9), les aliments encombrants comme *D. dumetorum* et *D. cayenensis* ne peuvent donc couvrir qu'un peu plus de la moitié des besoins énergétiques.

CONCLUSION

En culture traditionnelle, on estime (38) à 200 le nombre de journées de travail nécessaire pour un hectare d'igname ; les rendements obtenus en regard à cette durée suffisent à montrer l'intérêt des espèces étudiées en particulier de *D. dumetorum*.

Il n'y a pas de coïncidence absolue entre le stade de maturité physiologique, la période de rendements optimaux en énergie et en protéines, et le moment où la valeur nutritionnelle, mesurée par le pourcentage de couverture des besoins en énergie et en protéines rendus possibles par 1.500 grammes de matière brute est optimale.

La date de récolte sera donc choisie en fonction des préoccupations majeures de l'agriculteur : contraintes culturelles liées au cycle végétatif de la plante, recherche des rendements optimaux ou volonté d'obtenir un produit qui, par sa composition chimique, s'incorporera le mieux dans les régimes alimentaires.

Les espèces étudiées ne présentent pas des caractéristiques identiques quant à leur possibilité d'incorporation dans les régimes.

L'indice chimique des protéines a été calculé à partir des compositions en acides aminés données par BUSSON (3) pour *D. rotundata* (IC = 0,47) et *X. sagittifolium* (IC = 0,50) et celles déterminées par SZYLIT et al. (36) sur des échantillons en provenance du Cameroun pour *D. dumetorum* (IC = 0,56) et *D. cayenensis* (IC = 0,45).

La cuisson ne faisant disparaître qu'une quantité relativement faible (moins de 10 %) des acides aminés (35), on a pu estimer que le pourcentage des besoins protéiques de l'individu moyen couverts variait de 40 à 65 % pour une consommation de 1.500 grammes de matière brute.

Pour chaque espèce, la variation des pourcentages de besoins couverts en énergie et en protéines détermine une période optimale de récolte en rapport avec la valeur nutritionnelle. Cette période ne coïncide pas obligatoirement avec la période où les rendements sont maxima ; pour *D. cayenensis* la valeur nutritionnelle atteint un palier dès le 8e mois après la plantation ; pour *D. dumetorum* et *D. rotundata* ce palier n'est atteint qu'au 9e mois.

D. rotundata et *X. sagittifolium*, compte tenu de leur forte teneur en matière sèche, peuvent couvrir la quasi totalité des besoins énergétiques ; malgré leur apport non négligeable en protéines, elles devront être supplémentées par des aliments riches en protéines (viande, poisson).

D. dumetorum est l'espèce qui présente le meilleur équilibre protéino-calorique ; elle pourra être complétée par des aliments également équilibrés mais peu encombrants.

Enfin, *D. cayenensis* qui ne peut couvrir plus de 70 % des besoins énergétiques et 50 % des besoins protéiques devra être complétée par des aliments à la fois riches en énergie et en protéines (arachide, produits animaux).

Ces tubercules ne peuvent pas constituer l'élément unique des rations ; compte tenu de la brièveté de la période favorable de récolte, il apparaît donc comme nécessaire de pouvoir les conserver dans de bonnes conditions pour différer leur consommation et leur permettre ainsi de jouer un rôle important dans la diversification des régimes alimentaires des populations locales.

Bibliographie

1. BAQUAR, S.R. and OKE, O.L. (1976) — Protein content of yams. *Nutr. reports int.*, **14**, (2) ; 237-248.
2. BROWN, D.H. (1931) — The cultivation of yams. *Trop. agric.*, **8** (8) ; 201-206.
3. BUSSON, F. (1965) — Plantes alimentaires de l'ouest africain. Ed. Leconte. Marseille.
4. CERNING, J. and GUILBOT, A. (1973) — A specific method for the determination of pentosans in cereals and cereal product. *Cereal Chem.*, **50** ; 176-184.
5. COURSEY, D.G. (1967) — Yams. Longmans ed, 48 Grosvenor street. London.
6. COURSEY, D.G. and RUSSUL, J.D. (1969) — A note on endogenous and biodeterioration factors in the respiration of a dormant yam tuber. *Int. Biodiv. Bull.*, **5**, (1) ; 27-30.
7. COURSEY, D.G. (1976) — Some culture-historical determinants of tropical agricultural research priorities. *Trop. Root and tuber Crops Newsletter*, **9** ; 4-12.
8. DUPIN, H. (1974). Les besoins nutritionnels et les apports recommandés pour la satisfaction de ces besoins. *Alim. et la Vie*, **62**, (2) ; 77-118.
9. FAVIER, J.C. (1978) — Communication personnelle.
10. FRANCIS, B.J., HALLIDAY, D. and ROBINSON, J.M. (1975) — Yams as a source of edible protein. *Trop. Sci.* **17**, (2) ; 103-110.
11. GUILLEMET, R. et JACQUOT, R. (1943) — Essai de détermination de l'indigestible glucidique. *C.R. Ac. Sci.*, **276** ; 508-510.
12. HODGE, J.E. and HOFREITER, B.T. (1962) — In methods in carbohydrate chemistry, **1** ; 389-390. Academic Press. New-York.
13. IDUSOGIE, E.O. and OLAYIDE, S.O. (1973) — Role of roots and tubers in nigerian nutrition and agricultural development. 3rd Int. Symp. Trop. Root Crops. IBADAN - NIGERIA.
14. I.I.T.A. (1972) — Report : Root, tuber and vegetable improvement program.
15. IRIZARRY, H., BADILLO, J. and RIVERA, J.R. (1976) — Effect of time of planting and age at harvest on marketable yield and quality of four tannier cultivars. *J. Agric. Univ. P.R.*, **60**, (3) ; 253-261.
16. KETIKU, A.O. and OYENUGA, U.A. (1970) — Preliminary report on the carbohydrate constituents of cassava root and yam tuber. *Nig. J. Sci.*, **4**, (1) ; 25-30.
17. KETIKU, A.O. and OYENUGA, U.A. (1973) — Changes in the carbohydrate constituents of yam tuber during growth. *J. Sci. Fd Agric.*, **24** ; 367-373.
18. LYONGA, S.N. (1973). Tubercules et plantes à racines. I.R.A.T. Rapp. synthétique. Cameroun.
19. LYONGA, S.N., FAYEMI, A.A. and AGBOOLA, A.A. (1973). Agronomic studies on edible yams in the grassland plateau region of the united republic of cameroon. 3rd Int. Symp. Trop. Root Crops. IBADAN-NIGERIA.
20. MARTIN, F.W. and SADIK, S. (1977). Tropical yams and their potential. Part. 4. *Dioscorea rotundata* and *Dioscorea cayenensis*. *Agric. Handbook* N° 502. U.S.D.A.
21. MARTIN, F.W. and THOMPSON, A.E. (1971) — Crude protein content of yams. *Hortscience*, **6**, (6) ; 545-546.
22. MASSEYEFF, R., PIERME, M.-L. et BERGERET, B. (1958) — Enquêtes sur l'alimentation au Cameroun. II. Subdivision et Batouri. Rapp. multigraphié. O.R.S.T.O.M. Yaoundé.
23. MERRIL, A.L. and WATT, B.K. (1955). Energie value of foods. Basis and derivation. *Agric. Handbook* N° 74. U.S.D.A.
24. MESCLE, J.F. et FAVIER, J.C. (1973). Recherche d'un test de maturité de quelques tubercules tropicaux d'après l'évolution de leur composition chimique et de leur valeur nutritionnelle. Rapp. multigraphié. O.R.S.T.O.M. Yaoundé.
25. NALBONE, C. et FAVIER, J.C. (1975). Recherche d'une période optimale de récolte de quelques tubercules tropicaux d'après l'évolution de leur composition chimique et de leurs rendements. Rapp. multigraphié. O.R.S.T.O.M. Yaoundé.
26. NICOL, B.M. (1959) — The calorie requirements of nigerian peasant farmers. *Br. J. Nutr.*, **13** ; 293-306.
27. NICOL, B.M. (1959) — The protein requirements of nigerian peasant farmers. *Br. J. Nutr.*, **13** ; 307-320.
28. ONWUEME, I.C. (1977). Field comparison of west african planting and harvesting practices in yam : *J. Agric. Sci. Camb.*, **88** ; 311-318.
29. PAYNE, P.R. (1970) — Malnutrition protéino-calorique. Interrelation de facteurs tenant au régime alimentaire. Comité mixte FAO/OMS. NUTR/EC/WP 70.9.
30. PERISSE, J. (1966). L'alimentation en Afrique intertropicale. Thèse présentée Fac. Pharm. Univ. de Paris. Série U, N° 436.
31. PRAQUIN, J.Y. et MICHE, J.C. (1971). Essai de conservation de taros et macabos au Cameroun. I.R.A.T., Rapp. préliminaire N° 1. Station de DSCHANG. Cameroun.
32. SNEDECOR, W.G. and COCHRAN, W.G. (1971). Méthodes statistiques. 6e éd. A.C.T.A. Paris.
33. SOBULO, R.A. (1972) — Studies on white yam. I. Growth analysis. *Expl. Agric.*, **8** ; 96-106.
34. SPLITSTOESSER, W.E., MARTIN, F.W. and RHODES, A.M. (1973) — The nutritional value of some tropical root crops. *Proc. of the Trop. Region Amer. Soc. for Hort. Sci.*, **17** ; 290-294.
35. SPLITSTOESSER, W.E. (1976) — Protein and total amino acid content before and after cooking of yams. *Hortscience*, **11**, (6) ; 611.
36. SZYLIT, O., BORGIDA, L.P., BEWA, H., CHARBONNIERE, R. et DELORT-LAVAL, J. (1977) — Valeur nutritionnelle pour le poulet en croissance de cinq amyloécées tropicaux en relation avec quelques caractéristiques physico-chimiques de leur amidon. *Ann. Zootech.*, **26**, (4) ; 547-564.
37. TRECHE, S. et DELPEUCH, F. (1978). Le durcissement de *Dioscorea dumetorum* au Cameroun. Communication au séminaire sur l'igname de l'I.F.S. (1 au 8 octobre à Buea. Cameroun).
38. VANDEVENNE, R. (1973). Mécanisation de la culture de l'igname en Côte d'Ivoire. 3rd Int. Symp. Trop. Root Crops. IBADAN - NIGERIA.
39. WINTER, G. (1965). Le niveau de vie des populations de l'Adamaoua. Doc. multigraphié O.R.S.T.O.M. — Direction de la statistique du ministère de l'éducation nationale du Cameroun.
40. Journal officiel des communautés européennes. N° L 123/7 du 29-05-1972. Annexe 1.
41. Etudes de nutrition de la FAO. (1970). Teneur des aliments en acides aminés et données biologiques sur les protéines. N° 24.
42. Rapport d'un groupe mixte d'experts FAO/OMS (1965) — Besoins en protéines. *Org. Mond. Santé Ser. Rapp. Techn.* N° 301.
43. Rapport d'un groupe mixte FAO/OMS d'experts. (1973) — Besoins énergétiques et besoins en protéines. *Org. Mond. Santé Ser. Rapp. Techn.* N° 522.

II - Aptitude à la conservation des tubercules récoltés après maturité

RÉSUMÉ — Pour quatre espèces de tubercules tropicaux largement répandues au Cameroun (*Dioscorea cayenensis*, *Dioscorea dumetorum*, *Dioscorea rotundata* et *Xanthosoma sagittifolium*) sont étudiées, au cours de la conservation selon le mode traditionnel, les pertes de poids, les variations de composition chimique et leurs répercussions sur les potentialités nutritionnelles.

Le déterminisme et l'importance de pertes de poids au cours de la conservation varient selon les espèces : elles augmentent considérablement, chez *D. cayenensis* dès la récolte et chez *D. dumetorum* après 6 semaines de conservation, lors de la levée de dormance ; chez *X. sagittifolium* et *D. cayenensis* les manifestations de pourriture sont notables et influent sur les pertes de poids.

L'évolution de la composition chimique se caractérise principalement par une augmentation de la teneur en matière sèche et de la teneur en glucides membranaires.

L'importance des pertes de matière sèche comestible ne permet pas d'envisager une conservation prolongée des tubercules récoltés après maturité exception faite pour *D. rotundata* qui présente les meilleures aptitudes à la conservation.

Mots-clé : tubercules tropicaux, conservation, perte de poids, composition chimique, potentialité nutritionnelle, Cameroun.

INTRODUCTION

La conservation des tubercules tropicaux s'accompagne d'une perte de poids souvent aggravée par la pourriture et par la levée de dormance (1) (2) (6).

Cette perte de poids résulte en grande partie d'une déshydratation. Cependant les phénomènes liés à la respiration sont la cause de perte de matière sèche non négligeable (1) (6) (7) (16) (22).

Les principaux facteurs de variation de l'aptitude à la conservation sont l'espèce, la variété, les conditions de conservation (9) (hygrométrie, température), d'éventuelles blessures à la récolte (3) (21) ou attaques par les micro-organismes et les prédateurs et l'âge physiologique au moment de la récolte (3) (8) (13).

La levée de dormance se traduit par une mobilisation des réserves, une activation de l'intensité respiratoire (20) et un accroissement important de la déshydrata-

tion (1) ; elle est donc en grande partie responsable des pertes de poids qui surviennent au cours de la conservation (25).

La pourriture n'intervient, en principe, qu'en cas de contamination : elle n'est souvent pas apparente et elle active la respiration des tubercules (11).

Pour juger de l'aptitude à la conservation des tubercules tropicaux, il nous est donc apparu indispensable de suivre non seulement les manifestations macroscopiques de leur dégradation (levée de dormance, pourriture, perte de poids) mais aussi la résultante de l'ensemble des phénomènes : l'évolution de la composition chimique.

Les répercussions sur le plan nutritionnel seront envisagées au niveau des pertes énergétiques et protéiques pour différentes durées de conservation et au niveau des modifications de la valeur nutritionnelle.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

CHOIX DES ESPÈCES ET DES VARIÉTÉS

Les espèces et variétés retenues sont celles pour lesquelles a été menée une étude de l'influence de la date de récolte sur leurs potentialités nutritionnelles (partie I) : *D. dumetorum* (ex jakiri), une variété à chair blanche de *X. sagittifolium* et deux cultivars appartenant au groupe complexe *D. cayenensis*-*D. rotundata* (et que nous dési-

gnerons ici par *D. cayenensis* (ex Batibo) et par *D. rotundata* (ex Oshei).

DISPOSITIFS EXPÉRIMENTAUX

Pour chaque espèce, 4 parcelles de 30 pieds réparties en 4 blocs de FISCHER ont été mises en terre à la station agronomique de l'I.R.A.F. à Bambui (1330 m d'altitude).

Les pieds ont été récoltés en début de saison sèche, 10 mois après la plantation. Transportés à Yaoundé, ils ont été conservés pendant 5 mois dans des hangars aérés sur des clayettes, à l'abri du soleil, conformément au mode de conservation le plus répandu en Afrique de l'ouest (8) (10). Pendant la période de conservation les températures minimales et maximales moyennes ont varié respectivement entre 18 et 19 °C et entre 29 et 31 °C ; l'humidité relative moyenne, proche de 100 % pendant la nuit, était de 62 % au milieu de la journée.

L'évolution du poids, l'apparition des bourgeons et leur débourrement ainsi que la pourriture ont été suivis par pesées et observations individuelles des pieds à la récolte et toutes les deux semaines pendant 5 mois.

A chaque observation, les pousses dépassant 5 cm ont été sectionnées. Un indice de développement des bourgeons a été établi en comptabilisant pour chaque pied le nombre de pousses développées entre le début de la conservation et le moment de l'observation et en les pondérant d'après leur taille : 1 pour les pousses de 5 à 20 cm, 2 pour celles de 20 à 50, 3 au-delà.

TECHNIQUES D'ANALYSE

■ Sur chacun des 12 pieds prélevés à intervalles de 4 à 6 semaines par tirage au sort, après mesure du rendement à l'épluchage, sont déterminées :

— la teneur en matière sèche par dessiccation entre 104 et 107 °C jusqu'à poids constant.

■ Après lyophilisation et broyage des échantillons :

— la teneur en azote total par la micro-méthode de Kjeldahl et conservation en protéines brutes à l'aide du coefficient 6.25 ;

— la teneur en insoluble formique selon la méthode de GUILLEMET ET JACQUOT (14) ;

— la teneur en glucides alcoolo-solubles, après extraction à chaud par l'éthanol à 85° GL, par la méthode colorimétrique à l'antrone de HODGE et al. (15) ;

— la teneur en matières minérales par calcination à 550 °C pendant 8 heures.

■ De plus sur un échantillon obtenu, pour chaque espèce et pour chaque durée de conservation, par mélange proportionnel des broyats provenant de 12 pieds, on a mesuré :

— la teneur en amidon par polarimétrie suivant la méthode d'EWERS (28). Les coefficients rotatoires spécifiques utilisés ont été déterminés au laboratoire ;

— la teneur en lipides par extraction au soxhlet à l'éther de pétrole ;

— la teneur en pentosanes par la méthode colorimétrique à l'acétate d'aniline (5).

MÉTHODES D'ANALYSE STATISTIQUE

Pour juger la signification des résultats et des relations entre les variables étudiées, nous avons utilisé (24) :

— l'analyse de variance ; calcul du F de FISCHER et éventuellement de la plus petite différence significative ;

— le calcul de coefficients de corrélation et de coefficients de corrélation des rangs de SPEARMANN ;

— la régression linéaire simple ou multiple.

CONVENTIONS POUR L'ESTIMATION DE LA VALEUR NUTRITIONNELLE

Les conventions retenues sont les mêmes que dans la première partie de cette étude : la valeur énergétique utile est calculée à partir des coefficients de MERRIL (18) ; la quantité moyenne journalière de tubercules pouvant être ingérée par un individu moyen (dont les besoins sont évalués à 2600 Kcal/jour et 26 g/jour de protéines d'œuf) est estimée à 1500 g de matière brute comestible.

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

GERMINATION, POURRITURE, PERTE DE POIDS

Au moment de la récolte, une forte proportion de pieds d'ignames a commencé à bourgeonner (figure 1 ; 52 %, 36 %, 17 % respectivement chez *D. cayenensis*, *D. dumetorum* et *D. rotundata*) ce qui confirme qu'ils ont dépassé le stade de maturité. Après deux mois de conservation, la quasi-totalité des pieds capables d'émettre des bourgeons ont terminé leur repos végétatif.

Si l'on suit l'évolution de l'indice de développement des bourgeons, on voit que les valeurs obtenues avec l'espèce *D. dumetorum* sont les plus importantes (figure 2). Cependant si l'on ramène les valeurs de cet indice au tubercule et non plus au pied, on s'aperçoit que *D. cayenensis* est l'espèce où le débourrement des bourgeons est le plus susceptible d'affecter les réserves. Par contre, les faibles valeurs obtenues pour cet indice avec *D. rotundata* permettent de supposer que, pour

cette igname, l'aptitude à la conservation sera moins affectée par la fin du repos végétatif.

Le poids des pieds à la récolte influe sur la date et l'importance du débourrement des bourgeons : chez *D. dumetorum*, il est formellement corrélé ($r = + 0,73$) à l'indice de développement des bourgeons après 20 semaines de conservation ; chez *D. rotundata* les pieds dont les bourgeons se sont développés sont, après 17 semaines de conservation, significativement ($P < 0,01$) plus lourds (480 g contre 224 g) que ceux qui n'ont pas encore émis de pousse.

Chez *X. sagittifolium*, aucun des bourgeons ne s'est développé pendant les 19 semaines de conservation ; on peut donc estimer que l'influence de la sortie de dormance sur les pertes au cours de la conservation est faible.

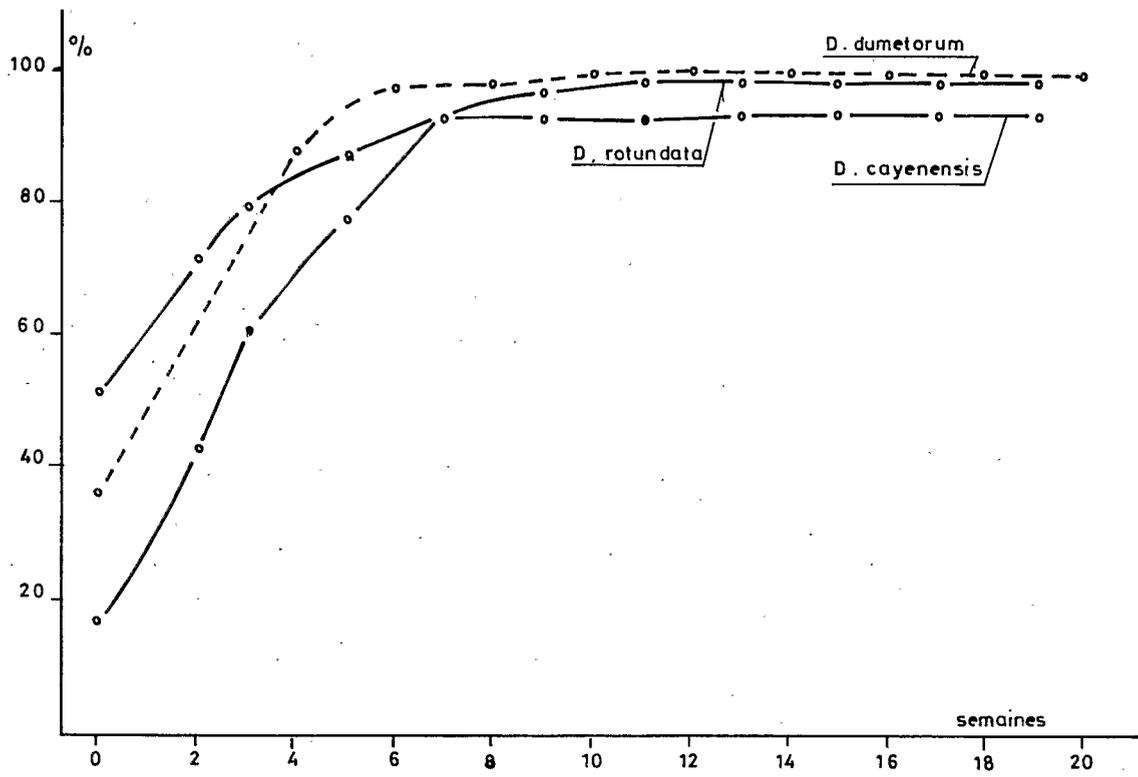


FIGURE 1 : Pourcentage de pieds ayant au moins un bourgeon après différentes durées de conservation.

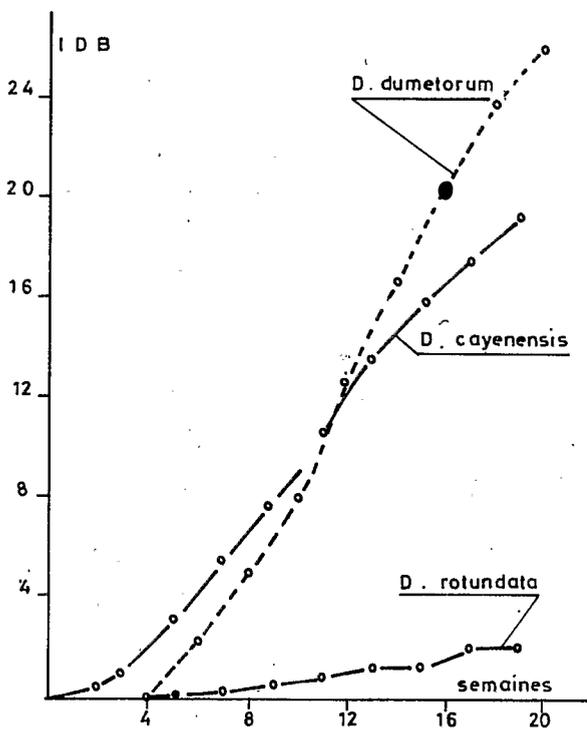


FIGURE 2 : Evolution de l'indice de développement des bourgeons des pieds avec la durée de conservation

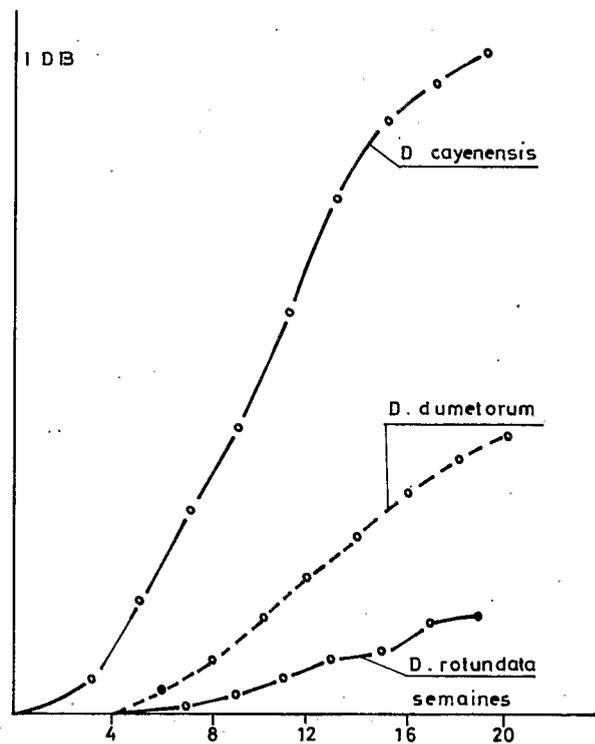


FIGURE 3 : Evolution de l'indice de développement des bourgeons de tubercules avec la durée de conservation.

Les manifestations de pourriture varient selon les espèces :

- chez *D. rotundata*, elles sont négligeables.
- 34 % des pieds de *D. cayenensis* sont touchés après 19 semaines de conservation.
- chez *D. dumetorum*, la pourriture ne peut être décelée qu'en sectionnant les tubercules ; 6 % de tubercules pourris répartis sur 30 % des pieds ont été répertoriés après 20 semaines de conservation.
- chez le macabo, dès la récolte, un certain nombre de tubercules sèchent et deviennent pulvérulents. Après 4 mois, 20 % des tubercules ont dû être éliminés. Dans nos conditions de conservation, la pourriture est donc un facteur influent fortement sur les aptitudes à la conservation. Notons qu'une humidité relative inférieure à 50 % aurait eu, selon OGUNDANA (19) pour effet d'empêcher la pourriture.

Les espèces étudiées ont perdu entre 40 et 55 % de leur poids après 5 mois de conservation (figure 4). Ces pertes sont légèrement supérieures à celles communé-

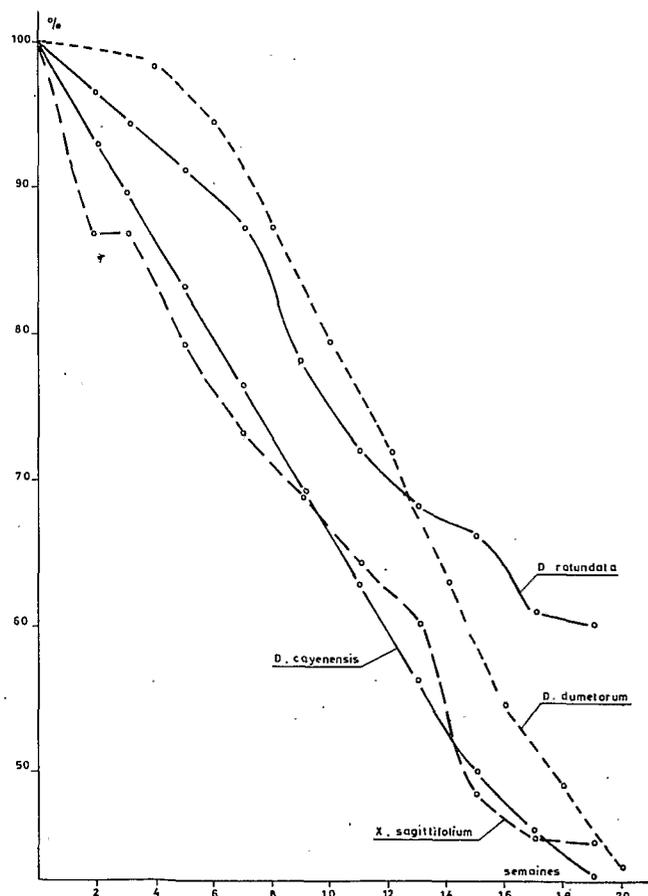


FIGURE 4 : Evolution du poids des pieds exprimé en pourcentage de leur poids à la récolte avec la durée de conservation.

ment citées (6) (8) par les auteurs : l'existence d'un climat plus sec pendant la période de conservation, une fréquence de blessures plus importante due au transport ou des particularités variétales en sont probablement responsables.

Les pertes, varient selon les espèces en importance et dans leur déterminisme :

— *D. rotundata* est l'espèce qui perd le moins de poids en liaison avec un faible développement des bourgeons et l'absence de pourriture. Les pertes sont, cependant, après 17 semaines de conservation, corrélées significativement (+ 0,35 ; $P < 0,01$) avec le poids des pieds à la récolte : les pieds les plus gros perdent relativement plus de poids ;

— chez *D. cayenensis*, les pertes sont proportionnelles à la durée de conservation (0,48 % par jour) pendant près de 4 mois puis elles diminuent d'importance. Les variations individuelles augmentent avec la durée de conservation, simultanément à l'apparition de la pourriture : on a mis en évidence des différences significatives de perte de poids, après 17 semaines de conservation, entre les pieds atteints par la pourriture et ceux qui en sont exempts (73 % contre 51 %) ;

— chez *D. dumetorum*, les pertes sont relativement très faibles pendant les 5 premières semaines de conservation en liaison avec l'installation du durcissement (26). Par la suite, comme pour *D. cayenensis*, elles sont proportionnelles à la durée de conservation (0,57 % par jour) jusqu'au 4e mois. Le pourcentage de perte après 20 semaines de conservation est corrélé significativement avec le poids des pieds à la récolte (+ 0,38 ; $P < 0,01$) et à la valeur de l'indice de développement des bourgeons (+ 0,53 ; $P < 0,01$). Le développement des pousses apparaît comme le facteur le plus important de la perte de poids chez *D. dumetorum* ;

— chez *X. sagittifolium*, espèce dans laquelle les bourgeons ne se sont pas développés, la pourriture est la cause principale des pertes. Cependant l'importance des pertes en début de conservation ne peut s'expliquer que par un métabolisme actif (22).

Pour chacune des espèces, la limitation des pertes au cours de la conservation devra donc, en dépit de certaines constantes (influence du poids des pieds à la récolte), faire appel à des procédés influant sur les facteurs spécifiques principaux du déterminisme (développement des bourgeons, pourriture).

ÉVOLUTION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE (TABLEAU I).

La teneur en **matière sèche** augmente au cours de la conservation (figure 5). Chez *D. cayenensis* et *D. dumetorum*, les variations sont plus importantes que chez les autres espèces en raison de leur taux d'hydratation plus élevé à la récolte et au développement important des pousses.

Notons que chez *D. dumetorum*, l'augmentation n'a lieu qu'après le second mois de conservation ; cette résistance à la déshydratation en début de conservation est à relier, comme la résistance à la perte de poids, au phénomène de durcissement (26).

Chez les ignames, les teneurs en **matière sèche** sont fortement corrélées au pourcentage de perte de poids (+ 0,85 + 0,86 + 0,92 respectivement pour *D. cayenensis*, *D. rotundata* et *D. dumetorum*).

Tableau I :
ÉVOLUTION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE AVEC LA DURÉE DE CONSERVATION
EXPRIMÉE EN SEMAINES

		Matière sèche (1)	Protéines brutes (2)	Matières minérales (2)	Insoluble formique (2)	Glucides alcoolo-solubles (2)	Amidon (3)	Lipides (3)	Pentosanes (3)
<i>D. cayenensis</i>	0	25,2 ± 1,0 a	7,1 ± 0,4 a	2,6 ± 0,2 a	1,9 ± 0,1 a	4,3 ± 0,5 a	80,2	0,29	0,6
	3	26,0 ± 1,1 ab	8,1 ± 0,6 a	3,1 ± 0,2 a	2,4 ± 0,1 b	4,6 ± 0,8 a	76,5	0,26	0,9
	7	29,1 ± 1,6 b	7,6 ± 0,4 a	2,9 ± 0,2 a	2,5 ± 0,2 bc	6,3 ± 0,4 b	77,8	0,15	0,9
	13	35,7 ± 1,0 c	7,8 ± 0,6 a	2,8 ± 0,2 a	2,8 ± 0,2 cd	6,9 ± 0,4 b	75,8	0,32	0,9
	19	42,4 ± 0,9 d	6,4 ± 0,5 a	3,1 ± 0,2 a	3,0 ± 0,1 d	7,6 ± 0,4 b	72,4	0,30	0,9
<i>D. dumetorum</i>	0	21,2 ± 0,7 a	9,3 ± 0,6 a	3,7 ± 0,1 a	3,3 ± 0,1 a	5,1 ± 0,3 a	68,6	0,31	1,1
	4	19,7 ± 0,5 a	9,9 ± 0,5 a	3,8 ± 0,1 a	3,8 ± 0,3 ab	5,3 ± 0,5 a	72,6	0,40	1,5
	8	20,7 ± 0,6 a	8,6 ± 0,2 a	3,9 ± 0,1 ab	4,9 ± 0,1 ab	5,6 ± 0,4 a	68,5	0,30	1,9
	14	27,5 ± 0,9 b	9,5 ± 0,5 a	4,3 ± 0,1 bc	5,5 ± 0,3 bc	5,2 ± 0,5 a	66,8	0,60	1,8
	20	36,9 ± 0,8 c	8,6 ± 0,6 a	4,7 ± 0,2 c	7,6 ± 0,5 c	5,6 ± 0,2 a	63,6	0,70	2,4
<i>D. rotundata</i>	0	36,0 ± 0,7 a	6,5 ± 0,3 a	2,6 ± 0,1 ab	1,5 ± 0,1 a	2,8 ± 0,2 a	82,1	0,22	0,2
	3	36,4 ± 1,1 a	7,1 ± 0,3 a	2,8 ± 0,1 bc	1,6 ± 0,1 a	3,5 ± 0,5 ab	81,6	0,24	0,3
	7	38,2 ± 0,7 a	6,6 ± 0,4 a	2,5 ± 0,1 a	1,6 ± 0,1 a	3,0 ± 0,1 a	78,7	0,23	0,3
	13	42,7 ± 1,2 b	7,0 ± 0,4 a	3,0 ± 0,1 c	1,8 ± 0,1 b	3,8 ± 0,2 bc	79,3	0,20	0,4
	19	46,5 ± 0,5 c	7,7 ± 0,5 a	3,0 ± 0,1 c	1,9 ± 0,1 c	4,5 ± 0,1 c	78,8	0,25	0,4
<i>X. Sagittifolium</i>	0	37,9 ± 0,7 a	5,4 ± 0,1 a	2,9 ± 0,1 a	1,4 ± 0,1 a	0,9 ± 0,1 a	86,3	0,21	0,4
	3	41,4 ± 0,7 b	5,2 ± 0,2 a	3,0 ± 0,1 a	1,5 ± 0,1 a	2,2 ± 0,1 b	85,1	0,32	0,5
	7	41,9 ± 0,9 b	5,6 ± 0,2 a	3,2 ± 0,1 a	1,5 ± 0,1 a	2,1 ± 0,1 b	80,2	0,32	0,5
	13	46,1 ± 1,0 c	5,2 ± 0,1 a	2,9 ± 0,1 a	1,4 ± 0,1 a	2,2 ± 0,1 b	81,2	0,24	0,5
	19	45,6 (3)	5,2 (3)	3,0 (3)	1,5 (3)	2,6 (3)	83,6	0,30	0,5

(1) Moyenne en g pour 100 g de M.B. de 12 déterminations ± erreur standard.

(2) Moyenne en g pour 100 g de M.S. de 12 déterminations ± erreur standard.

(3) Détermination sur un échantillon moyen de 12 pieds.

Dans la même colonne et pour une même espèce, les moyennes affectées d'aucune lettre commune sont significativement différentes au niveau 5 %.

Les teneurs en **protéines** brutes de la matière sèche ne varient pas au sein d'une même espèce. Chez *D. dumetorum*, elles restent plus élevées. Toutefois, entre les espèces, les différences de teneurs, ramenées à la matière brute, sont minimales (figure 6).

Les teneurs en **matières minérales** de la matière sèche augmentent chez *D. dumetorum* et *D. rotundata* en contrepartie de la diminution des teneurs en d'autres nutriments.

Les teneurs en **insoluble formique** augmentent considérablement chez les ignames : il doit se produire une synthèse amenant un épaissement des membranes celluloseuses dans le parenchyme des tubercules. L'augmentation est surtout importante chez *D. dumetorum* où elle est responsable du phénomène de durcissement observé sur cette espèce.

Les teneurs en **glucides alcool-solubles** (degré de polymérisation inférieur à 12) augmentent après un temps plus ou moins long de conservation. Cependant, chez *D. dumetorum*, l'augmentation est probablement masquée par la réutilisation en vue de la synthèse de glucides membranaires. Chez *X. sagittifolium*, la variation est rapide et relativement très importante.

Les teneurs en **amidon** de la matière sèche tendent à diminuer ce qui est à rapprocher de l'augmentation des teneurs en glucides alcool-solubles et en glucides membranaires.

La teneur en **lipides** et **pentosanes** ne subissent de variations notables que chez *D. dumetorum*.

L'**indosé** varie entre 2,8 % et 9,2 %. Il pourrait être en partie constitué de glucides membranaires non contenus dans l'insoluble formique (26).

Les écarts observés pour une même espèce pourraient résulter de l'existence de maltodextrines provenant d'une dégradation plus ou moins importante de l'amidon au cours du séchage et du broyage des échantillons : ces maltodextrines ne seraient prises entièrement en compte ni par le dosage des glucides alcool-solubles ni par celui de l'amidon pour lequel les coefficients rotatoires spécifiques utilisés ont été déterminés sur des amidons purs.

Chez les ignames, les variations de composition chimique concernent essentiellement les glucides (26) et semblent être consécutives au débourement des bourgeons qui agit en activant la respiration et la déshydratation et en mobilisant des réserves pour la synthèse des pousses.

Pendant le repos végétatif, en début de conservation, les seules variations observées sont celles de la teneur en insoluble formique : il se peut, comme cela a été montré pour *D. dumetorum* (26) que les membranes des cellules parenchymateuses aient tendance à épaisir, ce qui aurait pour conséquence de freiner les échanges avec le milieu extérieur.

Chez *X. sagittifolium* où les bourgeons ne se sont pas développés, l'évolution des teneurs en amidon et en glucides alcool-solubles doit être imputée à une respi-

ration intense (22) que l'on a déjà supposé être responsable d'une part importante de la perte de poids.

ÉVOLUTION DES POTENTIALITÉS NUTRITIONNELLES

Nous avons calculé pour les différentes espèces et pour différentes durées de conservation les quantités de matière sèche comestible, d'énergie utile et de protéines brutes disponibles à partir de 1.000 kg de tubercules bruts mis en conservation.

Le rendement à l'épluchage a été déterminé à partir des valeurs obtenues sur 60 pieds après différentes durées de conservation et pour chaque espèce ; compte tenu de l'existence de fortes corrélations du rendement à l'épluchage avec d'autres variables, nous avons établi des équations de régressions simples ou multiples permettant d'obtenir des valeurs qui s'ajustent au mieux, après différentes durées de conservation, à l'ensemble des pieds récoltés.

Nous avons établi :

$$\text{pour } D. \text{cayenensis } Y = 35,55 + 0,360 X_1 \quad (r = + 0,67)$$

$$\text{pour } D. \text{rotundata } Y = 31,92 + 0,437 X_1 + 0,094 X_2 \quad (r = + 0,81).$$

$$\text{pour } D. \text{dumetorum } Y = 15,95 + 0,527 X_1 \quad (r = + 0,77)$$

$$\text{pour } X. \text{sagittifolium } Y = 77,05 - 0,270 X_3 \quad (r = - 0,55).$$

avec :

X_1 = pourcentage du poids des pieds à la récolte restant au moment considéré.

X_2 = poids des pieds à la récolte.

X_3 = teneur en matière sèche.

Notons, en fin de conservation, pour *D. dumetorum* une baisse importante du rendement à l'épluchage consécutive à l'apparition de craquelures à la surface des tubercules.

La teneur en matière sèche étant fortement corrélée, chez les ignames, avec les pertes de poids, nous avons établi, de la même manière, des équations de régression permettant d'obtenir, pour chaque durée de conservation, des valeurs indépendantes des échantillons qui ont servi à la détermination :

$$\text{pour } D. \text{cayenensis } Y = 55,84 - 0,320 X \quad (r = - 0,85)$$

$$\text{pour } D. \text{rotundata } Y = 68,81 - 0,339 X \quad (r = - 0,81)$$

$$\text{pour } D. \text{dumetorum } Y = 48,18 - 0,283 X \quad (r = - 0,92)$$

où X est le pourcentage du poids des pieds à la récolte restant au moment considéré.

Les valeurs obtenues (tableau II) montrent une décroissance importante, chez toutes les espèces, des quantités de matière sèche comestible et d'énergie utile (figure 7) disponibles pour 1.000 kg de tubercules bruts mis en conservation : après 5 mois, 45 % à 75 % seulement de l'énergie utile initiale est encore consommable.

L'évolution de la quantité de protéines brutes disponible pour 1.000 kg mis en conservation est sensiblement

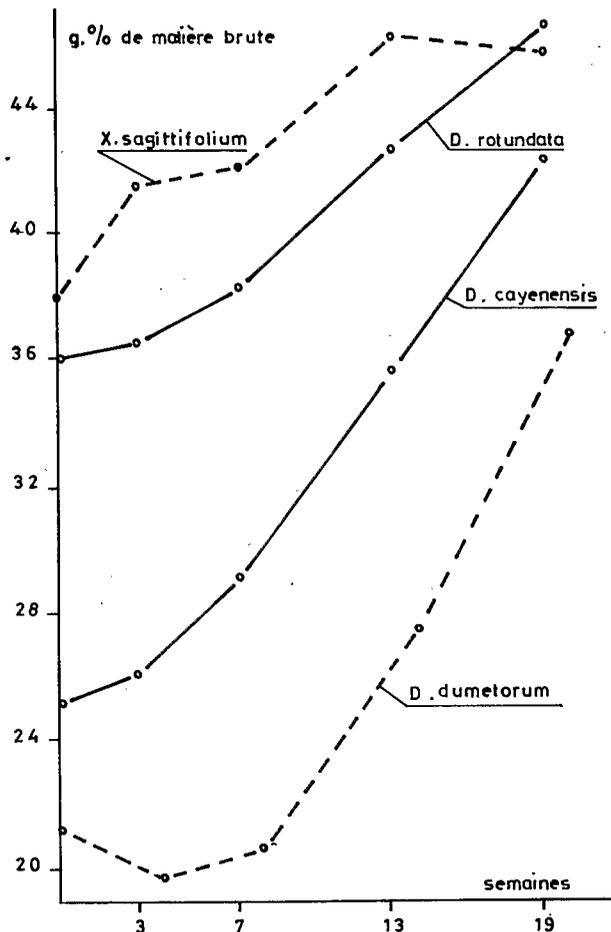


FIGURE 5 Variation de la teneur en matière sèche des tubercules avec la durée de conservation

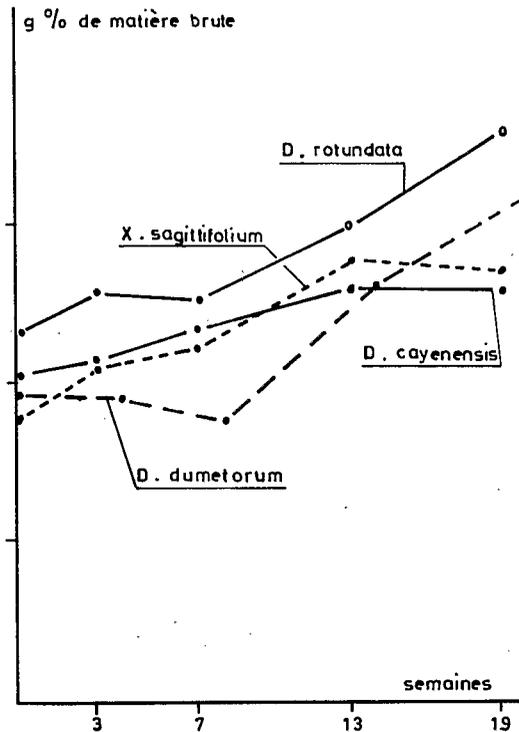


FIGURE 6 Variations de la teneur en protéines brutes de la matière brute avec la durée de conservation

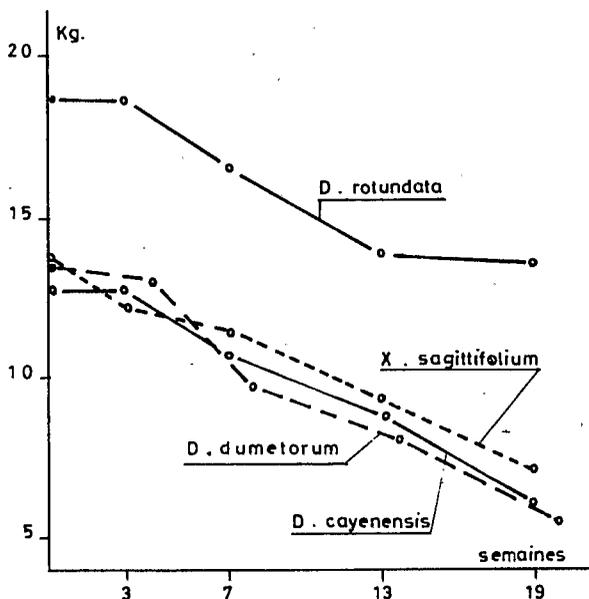


FIGURE 8 Evolution de la quantité de protéines brutes contenues dans 1000 kg de matière brute avec la durée de conservation

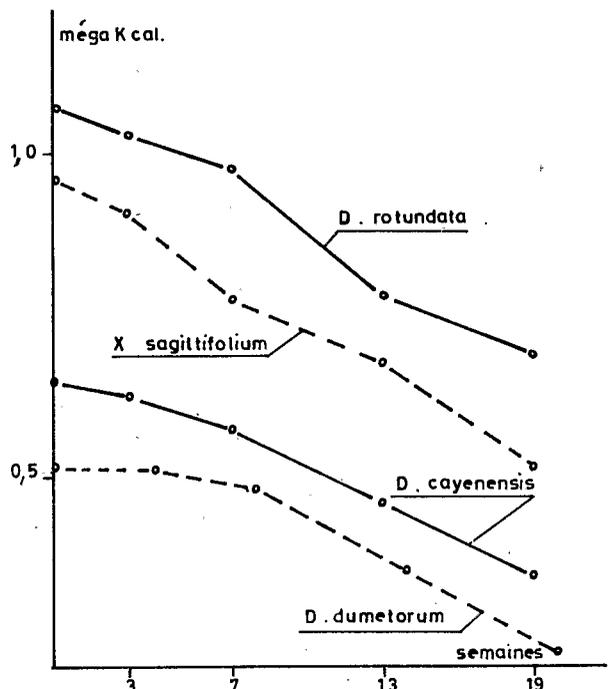


FIGURE 7 Evolution de la valeur énergétique utile de 1000 kg de matière brute avec la durée de conservation

Tableau II
ÉVOLUTION DES POTENTIALITÉS NUTRITIONNELLES EN FONCTION DE LA DURÉE
DE CONSERVATION EXPRIMÉE EN SEMAINES

	<i>D. CAYENENSIS</i>					<i>D. DUMETORUM</i>					<i>D. ROTUNDATA</i>					<i>X. SAGITTIFOLIUM</i>				
	0	3	7	13	19	0	4	8	14	20	0	3	7	13	19	0	3	7	13	19
Poids brut en kg (1)	1000	897	765	564	430	1000	985	873	628	443	1000	943	879	684	611	1000	870	733	602	457
Rendement à l'épluchage corrigé	72	68	63	56	51	69	68	62	49	39	80	77	75	68	63	67	66	66	65	65
Teneur en matière sèche corrigée	23,8	27,1	31,3	37,8	42,1	19,8	20,3	23,4	30,2	35,4	34,9	37,0	38,9	44,1	48,1	37,9	41,4	41,9	46,1	45,6
Matière sèche comestible en Kg (1)	170	165	151	119	92	136	136	127	94	62	279	270	256	205	184	253	237	202	179	135
Energie utile en MégaKcalories (1)	0,65	0,63	0,58	0,46	0,35	0,51	0,51	0,48	0,36	0,23	1,08	1,04	0,99	0,79	0,70	0,97	0,92	0,78	0,69	0,52
Protéines brutes en Kg (1)	12,8	12,8	10,7	8,8	6,0	13,5	13,0	9,7	8,1	5,5	18,7	18,8	16,6	13,9	13,7	13,7	12,3	11,3	9,3	7,0
Valeur énergétique utile de 100 g M.B. en Kcal.	97	99	111	137	162	80	74	78	104	139	139	140	147	164	178	146	160	161	178	176
Couverture des besoins énergétiques (2)	69	71	79	98	116	57	53	56	74	99	99	100	105	117	127	104	114	115	127	126
Couverture des besoins protéiques (2)	47	55	57	72	70	64	63	58	84	102	64	70	68	81	97	59	62	68	69	68

(1) Pour 1.000 kg de tubercules bruts mis en conservation.

(2) Exprimée en pourcentage pour un individu moyen consommant 1.500 g de matière brute.

la même pour *D. cayenensis*, *D. dumetorum* et *X. sagittifolium*. L'espèce *D. rotundata*, dans laquelle la teneur initiale est déjà plus forte, subit, en outre, des pertes moins importantes au cours de la conservation.

Compte tenu de ces résultats, si l'on veut maintenir les pertes à un niveau raisonnable, il est difficile d'envisager une durée de conservation supérieure à 2 mois sauf pour *D. rotundata*.

D'après l'évolution de la composition chimique, la valeur nutritionnelle est peu modifiée ; seule l'augmentation de la teneur en insoluble formique pourrait avoir une influence néfaste. Dans la réalité, les populations locales ne consomment pas les tubercules de *D. dumetorum* durcis consécutivement à l'augmentation des teneurs en glucides membranaires.

Par ailleurs, il se pourrait que l'acceptabilité des aliments soit diminuée, après une conservation prolongée, en raison d'une dégradation de leurs qualités organoleptiques (17).

L'évolution de la teneur en matière sèche, en supposant qu'elle ne diminue pas trop l'acceptabilité, devrait permettre d'augmenter les pourcentages de couverture des besoins réalisables avec les espèces étudiées. La valeur énergétique utile de 100 g de matière brute augmente considérablement ; *D. cayenensis* qui, à la récolte, ne peut couvrir que 70 % des besoins énergétiques, pourrait en couvrir la totalité après trois mois de conservation. La couverture des besoins protéiques est également fortement améliorée sauf avec *X. sagittifolium*.

CONCLUSION

Les pertes en nutriments subies par les différentes espèces au cours d'une conservation prolongée sont considérables. Bien que la composition chimique de la matière sèche soit peu modifiée, il ne suffit pas d'enregistrer les pertes de poids des tubercules bruts pour apprécier les pertes en énergie utile et en protéines

brutes : en effet, certaines espèces subissent des variations importantes de rendement à l'épluchage (*D. dumetorum*) ou de teneur en matière sèche (*D. cayenensis*, *D. dumetorum*).

L'importance des pertes ne permet pas d'envisager des durées de conservation, selon le mode traditionnel,

excédant deux mois sauf pour *D. rotundata* dont les aptitudes à la conservation sont supérieures à celles des autres espèces.

En ce qui concerne *D. dumetorum*, seuls des procédés technologiques appliqués avant le début du durcissement pourraient permettre la conservation des nutriments qu'elle renferme.

Chez les ignames, l'importance des pertes résulte le plus souvent d'une levée de dormance précoce. Différents procédés ont été proposés pour retarder le débournement des bourgeons (2) (4) (6) (23) : traitement de « curing », utilisation d'inhibiteurs chimiques, irradiation. En outre, des récoltes plus précoces pourraient être susceptibles de modifier leur aptitude à la conservation.

BIBLIOGRAPHIE

1. ADESUYI, S.A. (1973). Advances in yam storage research in Nigeria 3rd Int. Symp. Trop. Root Crops. Ibadan, Nigeria.
2. AMON, B.O.E. (1973). The problems of root crops in West Africa. 3rd Int. Symp. Trop. Root Crops. Ibadan, Nigeria.
3. BOOTH, R.H. (1974). Post-harvest deterioration of tropical root crops : losses and their control. *Trop. Sci.*, 16, (2) ; 49-63.
4. CAMPBELL, J.S., CHUKWUEKE, V.O., TERIBA, F.A. et HO-A-SHU. H.V.S. (1979). Some physiological experiments with the white Lisbon yam in Trinidad. III. The effect of chemicals on storage. *Emp. J. of Exper. Agric.*, 30, (120) ; 335-343.
5. CERNING, J. et GUILBOT, A. (1973). A specific method for the determination of pentosans in cereals and cereal products. *Cereal Chem.*, 50 ; 176-184.
6. COURSEY, D.G. (1961). The magnitude and origins of storage losses in nigerian yams. *J. Sci. Food Agric.*, 12 ; 574-580.
7. COURSEY, D.G. (1967). Yams. Longmans ed., 48 Grosvenor street. London.
8. COURSEY, D.G. (1967). Yam storage. I : A review of yam storage practices and of information on storage losses. *J. Stored Prod. Res.*, 2 ; 229-244.
9. COURSEY, D.G., FELLOWS, L.E. et COULSON, C.B. (1966). Respiration in yam tuber tissue. *Nature*, 210, (5042) ; 1292-1293.
10. COURSEY, D.G. et NWANKWO, F.I. (1967). Effects of insolation and of shade on the storage behaviour of yams in West Africa. *Ghana J. of Sci.*, 8, (1 et 2) ; 74-81.
11. COURSEY, D.G. et RUSSELL, J.D. (1969). A note on endogenous and biodeteriorative factors in the respiration of dormant yam tubers. *Int. Biodetn. Bull.*, 5, (1) ; 27-30.
12. GOLLIFER, D.E. et BOOTH, R.H. (1973). Storage losses of taro corms in the british Salomon Islands Protectorate. *Ann. Appl. Biol.*, 73 ; 349-356.
13. GONZALEZ, M.A. et COLLAZO DE RIVERA, A. (1972). Storage of fresh yam under controlled conditions. *J. Agric. Univ. P.R.*, 56 ; 46-55.
14. GUILLEMET, R. et JACQUOT, R. (1943). Essai de détermination de l'indigestible glucidique. *C.R. Ac. Sci.*, 276 ; 508-510.
15. HODGE, J.E. et HOFREITER, B.T. (1962). In *Methods in carbohydrates chemistry. I* ; 389-390. Academic Press: New-York.
16. MARTIN, F.W. (1974). Effects of type of wound, species and humidity on curing of yam tubers before storage. *J. Agric. Univ. P.R.*, 58 ; 211-218.
17. MARTIN, F.W. et RUBERTE, R. (1973). Changes in the quality of yams in storage. 3rd Int. Symp. Trop. Root Crops. Ibadan, Nigeria.
18. MERRIL, A.L. et WATT, B.K. (1955). Energy value of foods. Basis and derivation. *Agric. Handbook n° 74*. U.S.D.A.
19. OGUNDANA, S.K., cité par GOLLIFER et BOOTH.
20. PASSAM, H.C., READ, S.J. et RICKARD, J.E. (1976). Wound repair in yam tubers : the dependence of storage procedures on the nature of the wound and its repair. *Trop. Sci.*, 18, (1) ; 1-11.
21. PASSAM, H.C. et NOON, R.A. (1977). Deterioration of yams and cassava during storage. *Ann. Appl. Biol.*, 85 ; 436-440.
22. PRAQUIN, J.Y. et MICHE, J.C. (1971). Essai de conservation de taros et macabos au Cameroun. Rapport préliminaire n° 1. Station de Dschang. I.R.A.T.
23. RIVERA, J.R., GONZALEZ, M.A., COLLAZO DE RIVERA, A. et CUEVAS RUIZ, J. (1974). A improved method for storing yam. *J. Agric. Univ. P.R.*, 58 ; 456-465.
24. SNEDECOR, G.W. et COCHRAN, W.G. (1971). *Méthodes statistiques*. 6e ed. A.C.T.A. Paris.
25. THOMPSON, A.K., BEEN, B.O. et PERKINS, C. (1973). Reduction of wastage in stored yams. 3rd Int. Symp. Trop. Root Crops. Ibadan, Nigeria.
26. TRECHE, S. et DELPEUCH, F. (1978). Le durcissement de *Dioscorea dumetorum* au Cameroun. Communication au séminaire sur l'igname de l'I.F.S. (1er au 8 octobre à Buea, Cameroun).
27. UGOCHUKWU, E.N., ANOSIKE, E.O. et AGOGBUA, S.I.O. (1977). Changes in enzyme activity of white yam tubers after prolonged storage. *Phytochem.*, 16 ; 1159-1162.
28. Journal officiel des communautés européennes. N° L 123/7 du 29-05-1972. Annexe 1.

III - Influence de la maturité à la récolte sur l'aptitude à la conservation

RÉSUMÉ — Pour trois espèces de tubercules tropicaux largement répandues au Cameroun (*Dioscorea cayenensis*, *Dioscorea rotundata*, *Xanthosoma sagittifolium*) l'influence du stade de maturité à la récolte sur le comportement au cours de la conservation a été étudiée.

Chez les tubercules d'ignames récoltés à maturité, en raison d'une levée de dormance plus rapide, les pertes de poids sont plus importantes, sauf pendant les trois premières semaines de conservation, que chez les tubercules récoltés, immatures.

Chez *D. cayenensis* où la période de repos végétatif est plus courte avec un développement des bourgeons plus important que chez *D. rotundata* les pertes de poids sont plus fortes.

La pourriture est le facteur le plus important des pertes chez *X. sagittifolium* quelle que soit la date de récolte. Chez *D. cayenensis* elle affecte principalement les tubercules récoltés en surmaturité.

Les pertes résultent essentiellement d'une déshydratation des tubercules. Toutefois, les pertes de matière sèche comestible sont notables et ne permettent pas d'envisager de prolonger, sans traitement préalable, la consommation annuelle sur des périodes excédant 3 à 6 mois selon les espèces.

Mots-clé : tubercules tropicaux, *Dioscoreas*, *Xanthosoma*, conservation, maturité, consommation annuelle, Cameroun.

INTRODUCTION

Parmi les facteurs de variation de l'aptitude à la conservation, les auteurs citent le plus souvent (2) (7) (8) (9) l'espèce, la variété, les conditions de conservation, l'éventualité de blessures à la récolte ou d'attaques par les micro-organismes et les prédateurs. La maturité à la récolte est rarement prise en considération ; pour les ignames, COURSEY (8) signale seulement que les tubercules récoltés avant la maturité se conservent mal et GONZALEZ et COLLAZO de RIVERA (12) ont enregistré des courbes d'évolution des pertes de poids différentes selon la date de récolte avec une tendance à une perte de poids plus rapide en début de conservation mais relativement moins importante après 5 mois, chez les tubercules récoltés précocement.

Nous avons vu dans la partie II et d'autres auteurs avant nous (1) (2) (7) (16) (19) (20) que le développement des bourgeons était un facteur important de la perte de poids des tubercules d'ignames pendant la conservation. Il semble donc intéressant d'étudier les consé-

quences de variations de la date de récolte sur les dates de sortie de dormance et de débourrement des bourgeons et, consécutivement, sur les pertes de poids.

Le degré de maturité physiologique des tubercules à la récolte peut influencer le comportement pendant la conservation par l'intermédiaire d'autres caractéristiques qui y sont liées : constitution et épaisseur des enveloppes protectrices, teneur en eau, sensibilité à l'attaque des micro-organismes, poids et forme des tubercules...

La présente étude suit donc l'évolution des principaux indicateurs de la conservation (levée de dormance, pourriture, déshydratation, perte de poids) et essaye de les relier entre eux. Elle cherche à faire ressortir l'influence de la maturité à la récolte sur leur évolution au cours de la conservation. Des résultats obtenus, pourront être envisagées les répercussions sur le plan nutritionnel en mettant en évidence l'importance des pertes de nutriments, pour différentes récoltes, au cours de la conservation.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

CHOIX DES ESPÈCES ET DES VARIÉTÉS

Par rapport à nos précédents travaux (parties I et II), nous avons abandonné l'espèce *D. dumetorum* pour

laquelle a été menée par ailleurs (21) une étude du phénomène de durcissement qui a révélé le caractère défavorable des récoltes précoces vis-à-vis du durcissement. La présente étude porte donc uniquement sur une variété

à chair blanche de *X. sagittifolium* et sur deux cultivars appartenant au groupe complexe *D. cayenensis*-*D. rotundata* désignés ici par *D. cayenensis* (ex Batibo) et *D. rotundata* (ex Oshei).

DISPOSITIFS EXPÉRIMENTAUX

Les espèces étudiées ont été mises en terre à la station agronomique de l'I.R.A.F. de Bambui (Ouest-Cameroun) à la fin de la saison sèche (février).

L'expérimentation a porté sur *D. cayenensis* en 1976 et sur *D. rotundata* et *X. sagittifolium* en 1977.

A chaque date de récolte retenue (7, 8, 9, 10 mois après la plantation) et pour chaque espèce, nous avons déterré, nettoyé, transporté à Yaoundé et conservé sur des clayettes dans des hangars aérés 2 parcelles de 30 pieds issues de 2 blocs de FISCHER différents pour *D. cayenensis* et 3 parcelles de 30 pieds issues de 3 blocs de FISCHER pour *D. rotundata* et *X. sagittifolium*.

Les conditions de conservation ont varié avec la date de mise en conservation : les tubercules récoltés 7 et 8 mois après la plantation sont restés en début de conservation dans une humidité relative plus élevée (70 à 72 % en moyenne au milieu de la journée) que ceux récoltés plus tardivement (62 à 65 %). De même les températures minimales et maximales moyennes étaient légèrement plus fraîches au moment des premières récoltes (17 °C et 26 °C) qu'au moment des dernières (18 °C et 29 °C).

On a suivi l'évolution du poids, de la levée de dormance, du débourrement des bourgeons et de la pourriture par pesées et observations individuelles des pieds à la récolte et après 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 et 17 semaines de conservation. A chaque observation on a sectionné les pousses dépassant 5 cm.

On a établi un indice de développement des bourgeons en comptabilisant pour chaque pied le nombre de pous-

ses apparues entre le début de la conservation et le moment de l'observation et en les pondérant d'après leur taille : 1 pour les pousses de 5 à 20, 2 cm pour celles de 20 à 50, 3 cm au-delà.

Par ailleurs, on a déterminé la teneur en matière sèche de 6 pieds pour *D. cayenensis* et de 9 pieds pour les deux autres espèces à la récolte et après 2, 5, 9, 13 et 17 semaines de conservation.

TECHNIQUE D'ANALYSE

La teneur en **matière sèche** a été déterminée par dessiccation entre 104 et 107 °C. jusqu'à poids constant de prises d'essai de 40 g environ résultant d'un échantillonnage de la totalité des parties comestibles de chaque pied pour lequel la détermination a été faite. Il a été procédé ainsi afin de tenir compte de l'existence de gradients de teneur en matière sèche à l'intérieur des tubercules (7) (21) et des différences entre tubercules d'un même pied.

MÉTHODES D'ANALYSE STATISTIQUE

Pour mettre en évidence la signification des différences obtenues et des liaisons entre certaines variables, nous avons utilisé :

- Test de STUDENT ;
- Test des rangs de MANN-WHITNEY ;
- Analyse de variance avec calcul du F de FISCHER et éventuellement de la plus petite différence significative ;
- Analyse factorielle 3 × 4 × 6 ;
- Calcul de coefficients de corrélation et de coefficients de corrélation des rangs de SPEARMANN ;
- Régression linéaire simple et multiple.

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

DATE DE SORTIE DE DORMANCE ET DE DÉBOURREMENT DES BOURGEONS

Cet aspect concerne exclusivement les deux cultivars d'ignames étudiés. En effet chez le macabo aucun des tubercules quelle que soit sa date de récolte n'a dépassé le stade de bourgeonnement.

Chez les ignames, nous avons noté et distingué l'apparition des bourgeons et le développement ultérieur de ces bourgeons.

Que l'on étudie l'évolution du pourcentage de pieds ayant au moins un bourgeon (figure 1) ou celle de l'indice de développement des bourgeons (figure 2) qui rend compte de l'utilisation des réserves à un moment donné, on remarque que :

- la date de récolte influe peu sur les dates de bourgeonnement et de débourrement qui semblent davantage dépendre de l'âge physiologique des tubercules ;
- toutefois, en cas de récolte suffisamment précoce, les dates de sortie de dormance et de débourrement sont avancées de 2 ou 3 semaines conformément à ce que signalent MARTIN et SADIK (14). Ceci est vérifié pour *D. cayenensis* mais apparaît moins nettement chez *D. rotundata*, espèce plus précoce, pour laquelle il aurait fallu pour le confirmer commencer les récoltes plus tôt ;
- le fait de laisser les pieds en terre en surmaturité ne modifie pas de façon notable les dates de bourgeonnement et de débourrement contrairement aux observations sur d'autres espèces d'ignames effectuées par BROWN (3) qui pensait pouvoir ainsi retarder la levée

de dormance et celles faites par CAMPBELL et al. (6) qui, à l'inverse, estimaient pouvoir l'avancer.

Nous avons pu mettre en évidence que le poids des pieds à la récolte pouvait être un important facteur de

variation de la capacité de développement des bourgeons (15) mais que son importance variait avec le degré de maturité à la récolte :

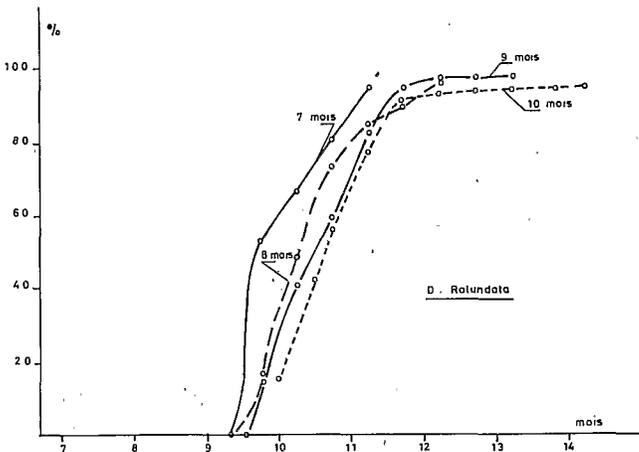
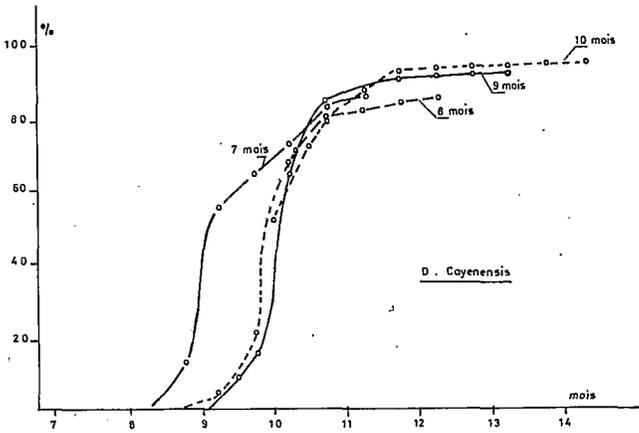


FIGURE 1 : Evolution du pourcentage de pieds ayant développé au moins un bourgeon, pour différentes récoltes, en fonction du temps écoulé depuis la plantation.

— chez *D. cayenensis* (tableau I) pour laquelle les pieds ont été répartis en deux classes de poids, nous avons

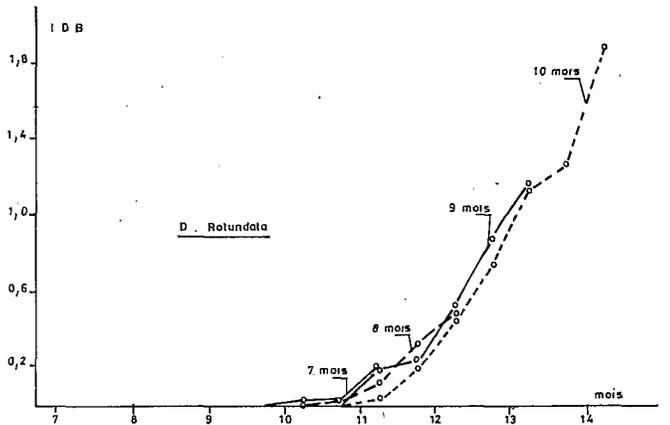
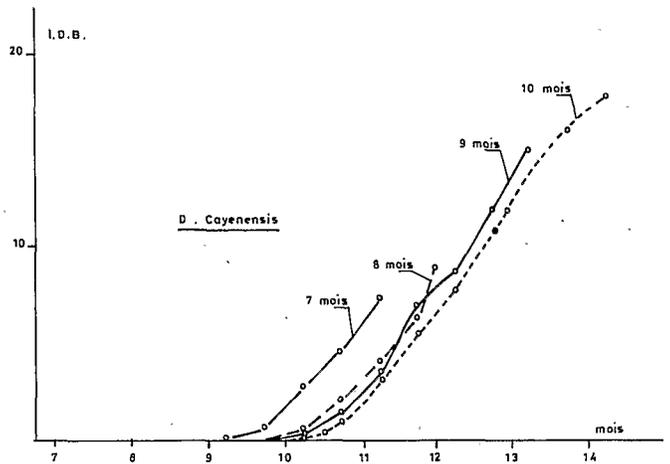


FIGURE 2 : Evolution de l'indice de développement des bourgeons pour différentes récoltes, en fonction du temps écoulé depuis la plantation.

montré, à l'aide de tests des rangs MANN-WHITNEY, que les gros pieds avaient un indice de développement

Tableau I

INFLUENCE DU POIDS DES PIEDS SUR LA VALEUR DE L'INDICE DE DÉVELOPPEMENT DES BOURGEONS DE *D. CAYENENSIS* APRÈS 17 SEMAINES DE CONSERVATION POUR LES DIFFÉRENTES RÉCOLTES

Mois après la plantation	I.D.B. des petits pieds	Limite de classe en grammes	I.D.B. des gros pieds	Effectif par classe	Niveau de signification
7	5,8	700	11,4	14	P < 0,01
8	6,3	620	14,4	14	P < 0,01
9	10,8	600	21,6	13	P < 0,05
10	19,3	620	24,0	25	N.S.

des bourgeons après 17 semaines de conservation, plus élevé que les petits tant que les tubercules n'étaient pas récoltés en surmaturité :

— chez *D. rotundata* (tableau II), les pieds dont l'indice de développement des bourgeons est nul sont significativement plus légers que ceux dont les bourgeons se sont développés quelle que soit la date de récolte.

En comparant les deux cultivars d'ignames on remarque, d'après les valeurs de notre indice, le développement des pousses est 10 fois plus important chez *D. cayenensis* que chez *D. rotundata*.

Par ailleurs, le temps écoulé entre le stade de maturité (partie I) et la date de débourrement des bourgeons est

Tableau II

COMPARAISON DU POIDS DES PIEDS DE *D. ROTUNDATA* EN RAPPORT AVEC LE DÉBOURREMENT DE LEURS BOURGEONS APRÈS 17 SEMAINES DE CONSERVATION POUR LES DIFFÉRENTES RÉCOLTES

Mois après la plantation	NON DÉBOURRÉS		DÉBOURRÉS		Niveau de signification
	Poids	Effectif	Poids	Effectif	
7	454	31	916	8	P < 0,01
8	540	28	963	12	P < 0,01
9	467	18	736	18	P < 0,05
10	224	19	480	23	P < 0,01

en moyenne de 1 mois pour *D. cayenensis* et de 3 mois pour *D. rotundata*. Par contre, le temps écoulé entre la plantation et le débourrement des bourgeons ne diffère que de 2 ou 3 semaines entre les deux cultivars. *D. rotundata* plus précoce avec une période de repos végétatif bien marquée, et *D. cayenensis* plus tardive, avec une période de repos courte, ont finalement des cycles végétatifs dont l'incidence sur le calendrier cultural est identique.

Il apparaît clairement que la durée du repos végétatif n'est pas déterminée par la date de récolte ; chez la pomme de terre, BURTON (4) pense que le repos végétatif commence au moment de l'initiation des tubercules ; par contre, VANDEVENNE (22) a montré pour deux espèces d'ignames que la date de bourgeonnement ne dépendait pas, du moins de façon évidente, de la date de tubérisation.

Quoiqu'il en soit, la date de sortie de dormance, déterminée par référence à des événements de la vie de la plante antérieurs à la récolte, n'est que modérément décalée par des variations de date de récolte qui, comme pour la pomme de terre (5), doivent surtout agir en plaçant les tubercules dans les conditions différentes de milieu (lumière, température, hygrométrie) (16).

En attendant de pouvoir maîtriser les facteurs du milieu, on constate que récolter précocement des tubercules, destinés à servir de semenceaux, permet d'avancer la sortie de dormance de quelques semaines lorsque l'on veut, pour aménager des calendriers culturaux, prendre de l'avance sur le cycle végétatif normal.

ÉVOLUTION COMPARÉE DE LA POURRITURE

Les manifestations de pourriture observées varient avec l'espèce et avec la maturité à la récolte :

— chez *D. rotundata*, le pourcentage de tubercules atteints ne dépasse pas 4 % quelle que soit la date de récolte ;

— chez *D. cayenensis*, nous n'avons trouvé aucun pied pourri après des récoltes précoces. Par contre 12 et 34 % des pieds récoltés respectivement 9 à 10 mois après la plantation avaient au moins un tubercule pourri après 17 semaines de conservation.

— chez *X. sagittifolium*, espèce chez laquelle les attaques sont importantes (15, 38, 28 et 20 % des tubercules récoltés respectivement 7, 8, 9 et 10 mois après la plantation après une durée de conservation de 17 semaines), il ne semble pas que l'on puisse établir une relation évidente entre l'importance de la pourriture et la maturité à la récolte.

L'apparition de la pourriture étant soumise à de nombreux facteurs de variation liés aux possibilités de contamination ou d'attaques, les valeurs obtenues ne sont donc que toutes relatives.

ÉVOLUTION COMPARÉE DES TENEURS EN MATIÈRE SÈCHE

Pour chaque espèce, nous avons procédé à une analyse factorielle à 3 facteurs de variation (date de récolte, durée de conservation, poids des pieds en distinguant 3 classes). On a pu mettre en évidence :

- un effet maturité significatif au niveau 1 % chez les ignames et au niveau 5 % chez le macabo ;
- un effet durée de conservation significatif au niveau 1 % pour toutes les espèces ;
- l'existence, sauf chez le macabo, d'une interaction significative au niveau 5 % entre la durée de conservation et la maturité à la récolte : la teneur en matière sèche des tubercules immatures croît plus faiblement au cours de la conservation ;
- que le poids des pieds n'introduit ni de différences ni d'interactions significatives.

Par ailleurs, des analyses de variance effectuées pour une même durée de conservation entre les différentes récoltes ou entre différentes durées de conservation pour une récolte déterminée montrent que (tableau III) :

- les différences de teneur en matière sèche entre les tubercules des différentes récoltes sont surtout marquées au moment de la sortie de terre (*D. rotundata*, *X. sagittifolium*) ou après une conservation prolongée (*D. cayenensis*, *D. rotundata*) ;
- l'augmentation de teneur en matière sèche est surtout importante chez les tubercules ayant atteint ou dépassé le stade de maturité ; chez *D. rotundata* immature il n'y a pas de variation significative de la teneur en matière sèche pendant les 4 mois de conservation.

On remarque que les pieds récoltés 7, 8, 9 et 10 mois après la plantation et conservés respectivement 17, 13, 9 et 5 semaines ont des teneurs en matière sèche identiques : la déshydratation doit être régulée par des facteurs en liaison avec l'âge physiologique des tubercules (levée de dormance, épaisseur et nature du suber...).

Toutefois il est difficile de faire la part entre les différences dues à la maturité ou à la durée de conservation et celles qui découlent simplement des conditions de température et d'hygrométrie qui varient avec la date de récolte.

ÉVOLUTION COMPARÉE DU POIDS DES PIEDS

Les courbes d'évolution du poids des pieds (figure 3), exprimé en pourcentage du poids des pieds à la récolte, traduisent un comportement différent des tubercules d'une même espèce selon leur date de récolte.

Chez les ignames, on peut distinguer trois phases plus ou moins distinctes selon les récoltes :

- pendant la première phase, la perte de poids est d'autant plus rapide que les tubercules sont récoltés précocement (12). Cette phrase est inexistante chez les tuber-

Tableau III

ÉVOLUTION DE LA TENEUR EN MATIÈRE SÈCHE DES PIEDS AVEC LA DURÉE DE CONSERVATION EXPRIMÉE EN SEMAINES POUR LES DIFFÉRENTES RÉCOLTES DÉSIGNÉES PAR LE NOMBRE DE MOIS ÉCOULÉS DEPUIS LA PLANTATION

Durée de conservation	<i>D. CAYENENSIS</i> (1)				<i>D. ROTUNDATA</i> (2)				<i>X. SAGITTIFOLIUM</i> (2)			
	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8	9	10
0	22,4 ± 1,0 ^a x	25,6 ± 1,2 ^a x	22,3 ± 0,6 ^a x	24,9 ± 1,6 ^a x	32,0 ± 0,9 ^a x	35,5 ± 0,9 ^a xx	35,8 ± 0,9 ^a xx	36,9 ± 0,6 ^a xx	34,1 ± 1,1 ^a x	38,7 ± 0,9 ^a xx	69,4 ± 0,8 ^a xx	38,2 ± 0,9 ^a xx
2	23,4 ± 1,2 ^{ab} x	26,2 ± 1,7 ^{ab} x	25,5 ± 0,8 ^{ab} x	25,1 ± 1,6 ^a x	32,8 ± 1,0 ^a x	36,0 ± 0,9 ^a x	36,0 ± 0,9 ^a x	36,4 ± 1,0 ^a x	39,8 ± 1,0 ^b x	42,1 ± 1,5 ^{ab} x	40,6 ± 0,9 ^{ab} x	42,5 ± 0,6 ^b x
5	26,8 ± 1,9 ^{bc} x	26,6 ± 0,7 ^{ab} x	28,1 ± 1,3 ^{bc} x	29,2 ± 2,6 ^{ab} x	34,1 ± 0,8 ^a x	35,8 ± 1,3 ^a x	35,8 ± 0,7 ^a x	36,3 ± 1,8 ^a x	40,8 ± 0,8 ^{bc} x	42,2 ± 1,2 ^{ab} x	42,8 ± 2,3 ^{abc} x	45,0 ± 1,3 ^{bc} x
9	29,2 ± 2,0 ^c x	31,2 ± 1,0 ^c x	29,8 ± 1,3 ^c x	31,2 ± 1,2 ^{bc} x	35,2 ± 3,0 ^a x	39,8 ± 1,8 ^{bc} x	36,1 ± 1,5 ^a x	36,7 ± 1,4 ^a x	43,4 ± 1,1 ^{bc} x	46,3 ± 2,4 ^b x	43,0 ± 1,2 ^{abc} x	44,8 ± 1,4 ^{bc} x
13	28,3 ± 1,4 ^c x	29,3 ± 0,9 ^{bc} x	34,1 ± 1,9 ^d x	35,1 ± 1,7 ^{cd} x	34,3 ± 0,8 ^a x	37,2 ± 0,8 ^{ab} xx	40,8 ± 1,0 ^b xxx	42,9 ± 1,3 ^b xxx	47,6 ± 2,4 ^d x	45,5 ± 2,6 ^b x	46,1 ± 1,4 ^c x	46,5 ± 1,3 ^c x
17	29,1 ± 1,0 ^c x	32,2 ± 1,3 ^c xx	34,7 ± 1,2 ^d xx	39,7 ± 1,2 ^d xxx	35,1 ± 1,6 ^a x	42,1 ± 1,3 ^c xx	43,8 ± 1,0 ^c xx	43,4 ± 1,1 ^b xx	44,2 ± 1,4 ^{cd} x	44,8 ± 0,6 ^b x	43,5 ± 1,1 ^{bc} x	47,1 ± 1,4 ^c x
Signification des résultats de l'analyse factorielle.	Effet maturité : P < 0,01 Effet conservation : P < 0,01 Interaction : P < 0,05				Effet maturité : P < 0,01 Effet conservation : P < 0,01 Interaction : P < 0,05				Effet maturité : P < 0,05 Effet conservation : P < 0,01 Interaction : N.S.			

(1) Moyenne de 6 déterminations ± Erreur standard.

(2) Moyenne de 9 déterminations ± Erreur standard.

Dans chaque colonne, les moyennes affectées d'aucune lettre commune sont significativement différentes au niveau 5 %.

Sur la même ligne et à l'intérieur de chaque espèce, les moyennes suivies d'un nombre différent de X sont significativement différentes au niveau 5 %.

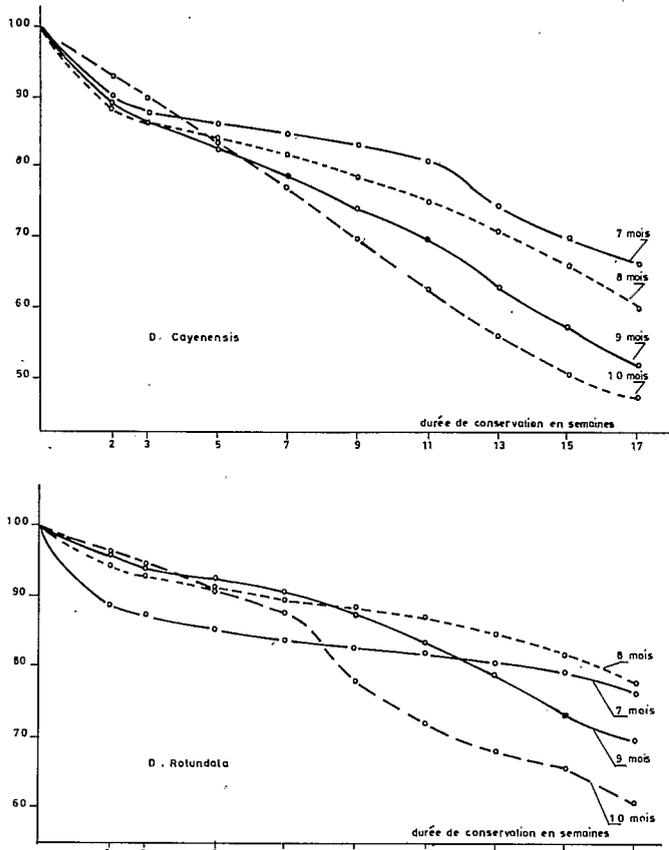


FIGURE 3 : Evolution pour différentes récoltes, du poids des tubercules pendant la conservation (1).

(1) Rapport : Poids total des tubercules/Poids de ces tubercules à la réception x 100.

cules récoltés en surmaturité ; elle pourrait correspondre à une période pendant laquelle le suber ou les cellules du parenchyme s'épaississent progressivement ce qui provoquerait un ralentissement des échanges avec le milieu extérieur (21) ;

— la seconde phase est caractérisée par la partie linéaire des courbes : les pertes sont proportionnelles à la durée de conservation.

Survenant avant la sortie de dormance, ces pertes sont celles qui se produisent sous l'effet de la déshydratation et de la respiration au cours du repos végétatif. L'intensité des pertes augmente avec la maturité comme le montre les valeurs des pentes des droites représentatives : pour les récoltes 7, 8, 9 et 10 mois après la plantation, on mesure respectivement 0,61 %, 1,18 %, 1,85 % et 3,20 % par semaine pour *D. cayenensis* et 0,47 %, 0,60 %, 0,75 % et 1,70 % par semaine pour *D. rotundata* ;

— la troisième phase correspond à une accélération des pertes de poids. Elle débute peu après le débourrement des bourgeons.

Les analyses de variance entre les différentes récoltes (tableau IV) montrent que plus la conservation est longue plus les différences de comportement sont nettes.

Chez *X. sagittifolium*, nous avons éliminé à chaque pesée les tubercules pourris, ce qui accentue les pertes

de poids. Comme la pourriture, les pertes ne sont pas reliées de façon évidente au stade de maturité à la récolte.

Toutefois les pertes, survenues pendant le premier mois de conservation et qui résultent principalement de la déshydratation et de la respiration des tubercules (18), sont d'autant plus importantes que la récolte est plus précoce.

Si l'on considère, par ailleurs, l'évolution du poids moyen des pieds (figure 4), en tenant compte à la fois

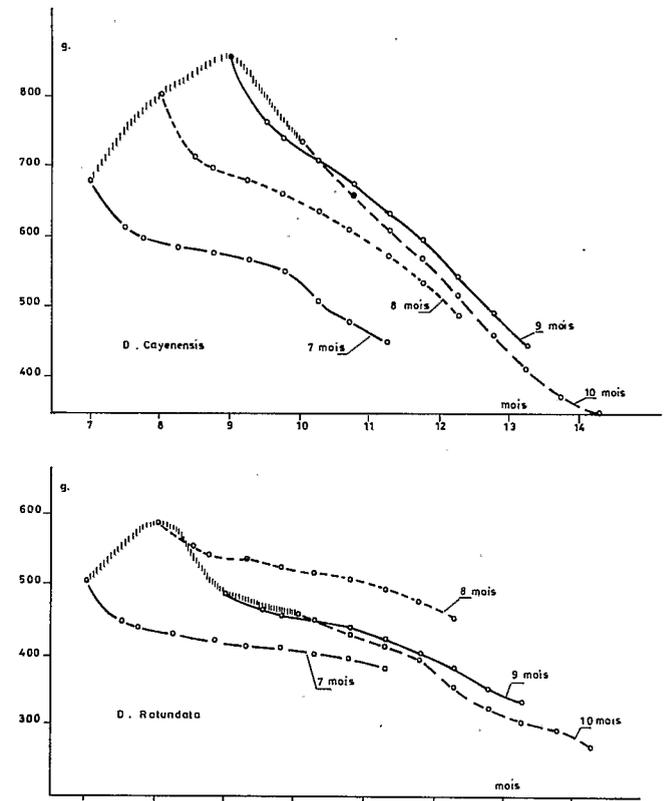


FIGURE 4 : Evolution du poids moyen des pieds, pour différentes récoltes, en fonction du temps écoulé depuis la plantation.

du poids des pieds à la récolte et de leurs pertes pendant la conservation, chez les ignames, on remarque que :

— malgré des pertes relatives moins importantes pendant la conservation, les récoltes précoces restent pénalisées par le poids des pieds à la récolte ;

— les pieds laissés dans le sol après maturité se comportent, le plus souvent, comme ceux mis en conservation un mois auparavant ;

— chez *D. rotundata*, une récolte à maturité est bénéfique non seulement en raison des rendements élevés mais aussi du comportement pendant la conservation ; la pratique fréquente qui consiste, après avoir enlevé ou laissé dépérir le feuillage, à laisser les tubercules en terre pourrait donc, dans certains cas, être nettement défavorable.

Tableau IV

ÉVOLUTION DU POIDS DES PIEDS EXPRIMÉ EN POURCENTAGE DU POIDS A LA RÉCOLTE, AVEC LA DURÉE DE CONSERVATION EXPRIMÉE EN SEMAINES POUR LES DIFFÉRENTES RÉCOLTES DÉSIGNÉES PAR LE NOMBRE DE MOIS ÉCOULÉS DEPUIS LA PLANTATION

Durée de conservation	<i>D. CAYENENSIS</i> (1)				<i>D. ROTUNDATA</i> (2)				<i>X. SAGITTIFOLIUM</i> (3)			
	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8	9	10
2	89,5 ± 0,5 ^a	88,2 ± 0,7 ^a	88,8 ± 0,6 ^a	91,9 ± 0,6 ^b	86,8 ± 0,6 ^a	93,9 ± 0,5 ^b	95,0 ± 0,6 ^{bc}	96,2 ± 0,5 ^c	75,0	78,7	83,7	87,2
3	87,7 ± 0,7 ^a	86,6 ± 0,9 ^a	86,4 ± 0,9 ^a	88,3 ± 0,9 ^a	85,0 ± 0,7 ^a	92,2 ± 0,4 ^b	92,1 ± 1,0 ^b	93,8 ± 0,6 ^b	72,0	74,0	80,8	87,0
5	85,4 ± 0,8 ^a	84,4 ± 1,2 ^a	82,5 ± 1,2 ^a	81,8 ± 1,2 ^a	83,5 ± 0,6 ^a	91,2 ± 0,6 ^b	91,5 ± 0,7 ^b	91,2 ± 0,9 ^b	66,4	68,1	68,8	79,1
7	84,1 ± 0,9 ^a	82,0 ± 1,5 ^{ab}	78,9 ± 1,4 ^{bc}	75,5 ± 1,2 ^c	81,0 ± 1,0 ^a	89,8 ± 0,5 ^b	89,8 ± 0,9 ^b	88,2 ± 1,0 ^b	65,4	63,0	59,4	73,3
9	83,0 ± 0,9 ^a	79,0 ± 1,7 ^a	73,9 ± 1,5 ^b	67,3 ± 1,4 ^c	78,5 ± 1,2 ^a	88,8 ± 0,5 ^b	87,3 ± 1,0 ^b	82,6 ± 1,3 ^c	61,6	57,6	53,9	68,9
11	81,6 ± 0,9 ^a	75,2 ± 1,8 ^b	69,3 ± 1,4 ^c	61,2 ± 1,5 ^d	79,7 ± 0,8 ^a	88,0 ± 0,5 ^b	83,8 ± 1,3 ^c	77,4 ± 1,4 ^a	56,6	53,6	44,6	64,5
13	76,1 ± 1,1 ^a	71,0 ± 1,8 ^b	62,4 ± 1,4 ^c	55,2 ± 1,4 ^d	78,7 ± 0,9 ^a	86,0 ± 0,6 ^b	79,4 ± 1,4 ^a	72,9 ± 1,4 ^c	54,2	49,8	39,3	60,2
15	71,7 ± 1,2 ^a	65,9 ± 2,2 ^b	56,9 ± 1,6 ^c	48,8 ± 1,7 ^d	78,5 ± 0,7 ^a	83,5 ± 0,7 ^b	74,6 ± 1,4 ^c	72,0 ± 1,7 ^c	50,3	39,7	40,3	48,6
17	68,4 ± 1,3 ^a	60,2 ± 2,2 ^b	51,9 ± 1,6 ^c	44,3 ± 1,7 ^d	76,0 ± 0,8 ^a	79,6 ± 0,7 ^b	70,9 ± 1,4 ^c	66,7 ± 1,6 ^c	44,8	33,1	34,3	45,7

(1) Moyenne des pesées individuelles de 108 à 23 pieds ± Erreur standard.

(2) Moyenne des pesées individuelles de 106 à 36 pieds ± Erreur standard.

(3) Rapport Poids total des tubercules non pourris/Poids initial des pieds auxquels appartiennent ces tubercules.

Sur la même ligne et à l'intérieur de chaque espèce, les moyennes suivies d'aucune lettre commune sont significativement différentes au niveau 5 %.

Les pertes de poids varient principalement avec le poids des pieds à la récolte, le développement des bourgeons et la pourriture.

Le poids des pieds à la récolte intervient, de façon plus ou moins marquée selon les récoltes, de deux manières successives et opposées (tableau V) :

— chez les tubercules immatures et/ou en début de conservation, les gros tubercules perdent relativement moins de poids que les petits ;

— chez les tubercules arrivés à maturité ou en fin de conservation, les tubercules les plus gros sont ceux qui perdent le plus de poids.

Tant que les bourgeons ne se sont pas développés, les tubercules les plus gros, grâce à un rapport surface d'échange/volume plus faible ou à une meilleure constitution du périoderme, résistent mieux aux pertes. Par contre les gros tubercules étant ceux dont les bourgeons débourent le plus vite et le plus vigoureusement, leurs

Tableau V

CORRÉLATIONS DES RANGS ET NIVEAUX DE SIGNIFICATION OBTENUS POUR LES DIFFÉRENTES RÉCOLTES, POUR LES PERTES DE POIDS SURVENUES AU COURS DE DIFFÉRENTES PÉRIODES ET LE POIDS DES PIEDS A LA RÉCOLTE

Période	<i>D. CAYENENSIS</i>				<i>D. ROTUNDATA</i>			
	7 mois	8 mois	9 mois	10 mois	7 mois	8 mois	9 mois	10 mois
0 à 2 semaines	- 0,44 P < 0,05	N.S.	N.S.	N.S.	- 0,61 P < 0,01	- 0,28 P < 0,05	N.S.	N.S.
2 à 9 semaines	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.				
9 à 17 semaines	+ 0,50 P < 0,05	N.S.	N.S.	N.S.	+ 0,60 P < 0,01	+ 0,35 P < 0,01	N.S.	N.S.

0 à 17 semaines

pertes de poids sont supérieures à celles des petits dès la fin du repos végétatif.

L'indice de développement des bourgeons est corrélé à la perte de poids entre la 9^e et la 17^e semaine de conservation chez *D. cayenensis* tant que les tubercules ne sont pas en surmaturité (tableau VI) ; chez *D. rotundata*, des tests de *STUDENT* montrent que les pertes survenues entre la 9^e et la 17^e semaine sont significativement plus importantes, sauf pour la première récolte, chez les pieds dont les bourgeons se sont développés (tableau VII).

La pourriture intervient principalement chez *D. cayenensis* récoltée tardivement où on peut penser qu'elle masque l'effet de la levée de dormance.

La perte de poids étant la résultante de la déshydratation et de pertes de matière sèche, on a pu essayer à partir des différentes données de les différencier chez les ignames (tableau VIII) :

— La déshydratation est moins importante chez *D. rotundata* qui a une teneur en eau plus faible à la récolte que chez *D. cayenensis*.

Tableau VI

CORRÉLATIONS DES RANGS ET NIVEAUX DE SIGNIFICATION, OBTENUS POUR LES DIFFÉRENTES RÉCOLTES, ENTRE L'INDICE DE DÉVELOPPEMENT DES BOURGEONS ET LES PERTES DE POIDS SURVENUES AU COURS DE DIFFÉRENTES PÉRIODES

Période	<i>D. CAYENENSIS</i>			
	7 mois	8 mois	9 mois	10 mois
0 à 17 semaines	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
9 à 17 semaines	+ 0,48 P<0,05	+ 0,50 P<0,05	+ 0,47 P<0,05	N.S.

Tableau VII

POURCENTAGES DE PERTE DE POIDS DES PIEDS ENTRE LA 9^e ET LA 17^e SEMAINE DE CONSERVATION POUR LES DIFFÉRENTES RÉCOLTES EN FONCTION DU DÉVELOPPEMENT DES BOURGEONS

	<i>D. ROTUNDATA</i>			
	7 mois	8 mois	9 mois	10 mois
Non débourrés	6,1	10,3	16,5	18,4
Débourrés	9,8	13,1	20,7	19,3
T de Student	2,38 P<0,05	2,33 P<0,05	2,72 P<0,05	0,59 N.S.

Tableau VIII

PERTES POUR 100 G DE MATIÈRE BRUTE (M.B.) ET POURCENTAGES DE TENEUR EN MATIÈRE SÈCHE (M.S.) ET DE TENEUR EN EAU PERDUS APRÈS 17 SEMAINES DE CONSERVATION POUR LES DIFFÉRENTES RÉCOLTES

	<i>D. CAYENENSIS</i>				<i>D. ROTUNDATA</i>			
	7 mois	8 mois	9 mois	10 mois	7 mois	8 mois	9 mois	10 mois
Perte en g. pour 100 g de M.B.	33,2	38,6	47,7	52,2	23,4	21,8	29,8	38,9
Perte en eau en g. pour 100 g M.B.	30,2	32,8	43,5	46,3	18,3	19,2	24,7	28,5
Perte de M.S. en g. pour 100 g M.B.	3,0	5,8	4,2	5,9	5,1	2,6	5,1	10,4
% de la M.S. initiale perdue	13	23	19	24	16	7	14	28
% de l'eau initiale perdue	39	44	60	62	27	30	38	45

- La déshydratation est d'autant plus forte que les tubercules sont récoltés tardivement.
- Les pertes de matière sèche des deux espèces ne sont pas très différentes ; seule *D. rotundata* en surmaturité a une perte en valeur absolue considérable qui serait due à une respiration très active (11).
- La déshydratation est non seulement en valeur absolue mais aussi relativement un phénomène plus important que la perte de matière sèche ; les fortes corrélations existant entre le pourcentage de perte de poids et la teneur en matière sèche l'avaient déjà fait pressentir (partie II).

ÉVOLUTION DES POTENTIALITÉS NUTRITIONNELLES

Le contenu énergétique et la teneur en protéines de la matière sèche comestible variant peu pendant la conservation (partie II), c'est l'évolution de la quantité de matière sèche comestible qui détermine, pour l'essentiel, les pertes nutritionnelles.

La quantité de matière sèche disponible pour la consommation après conservation dépend du rendement initial à l'hectare, des pertes subies pendant la conservation, du rendement à l'épluchage et de la teneur en matière sèche.

Le rendement à l'épluchage a été déterminé par régression simple ou multiple sur le poids des tubercules à la récolte, sur le pourcentage de perte pendant la conservation et sur la teneur en matière sèche (partie II).

La teneur en matière sèche a été déterminée pour chaque espèce et pour chaque durée de conservation par régression sur la perte de poids des tubercules de chaque récolte. En effet, elle est fortement corrélée à la perte de poids ($r = + 0,80$) ce qui permet de tenir compte d'éventuels biais introduits par les échantillons ayant servi à sa détermination.

On a ainsi pu établir (figure 5) le pourcentage de la disponibilité maximale à l'hectare, obtenue lors de la récolte optimale, après différentes durées de conservation et pour les différentes récoltes.

Selon le seuil de tolérance des pertes de matière sèche comestible que l'on se fixe, on peut déterminer à la fois la durée de la période de récolte, celle de la conservation

pour les différentes récoltes et la période pendant laquelle, après conservation ou non, des tubercules sont disponibles pour la consommation.

Pour un seuil de 10 %, *D. rotundata* est l'espèce qui permet la plus longue période de consommation (12 semaines contre 9 pour *D. cayenensis* et 6 pour *X. sagittifolium*). Si l'on accepte des pertes allant jusqu'à 25 % de la disponibilité maximale, *D. cayenensis* se montre plus favorable, bénéficiant de plus de rendements supérieurs à la récolte (Tableau I).

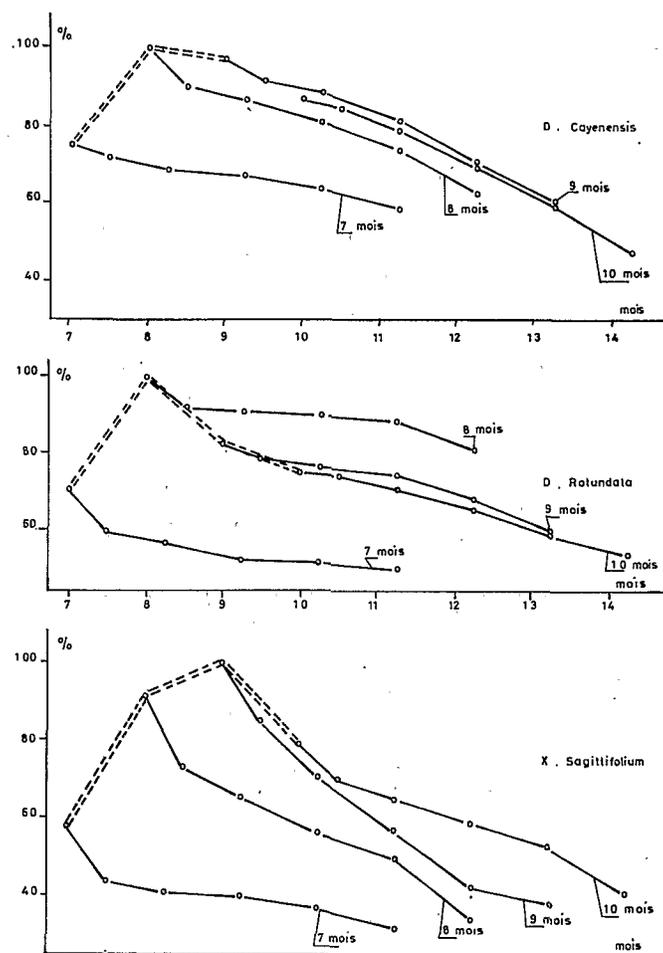


FIGURE 5 : Evolution, pour différentes récoltes, de la quantité de matière sèche comestible exprimée en pourcentage de la disponibilité maximale, en fonction du temps écoulé depuis la plantation.

CONCLUSION

Le stade de maturité à la récolte influe, mais de manière différente selon les espèces, sur le comportement pendant la conservation des tubercules étudiés.

Le développement des bourgeons étant un facteur déterminant des pertes enregistrées chez les ignames, les tubercules récoltés tardivement dont les bourgeons

débourrent en même temps que ceux des tubercules récoltés plus tôt, subissent donc pour une même durée de conservation des pertes plus importantes.

La pourriture affecte *X. sagittifolium* quelle que soit la date de récolte. Par contre, chez *D. cayenensis*, elle semble ne toucher que les pieds en surmaturité.

D'autres facteurs de variation des pertes enregistrées pendant la conservation dépendent du stade de maturité à la récolte (poids des tubercules, épaisseur et nature du périoderme...) ou des conditions ambiantes (température, hygrométrie) au moment de la récolte.

Pour les trois espèces, ce sont les tubercules récoltés à maturité qui se conservent le mieux ; laisser les tubercules en terre après la maturité n'augmente donc pas les possibilités de conservation.

D'un point de vue nutritionnel, le fait de faire varier la date de récolte et de conserver les tubercules permet d'en disposer pour la consommation pendant des durées variables selon les espèces : si l'on accepte de n'utiliser que 75 % des rendements maxima, la période de consommation atteint 4 mois 1/2 pour *D. cayenensis*, 6 mois pour *D. rotundata* et 2 mois 1/2 pour *X. sagittifolium*.

Bibliographie

1. ADESUYI, S.A. (1973) — Advances in yam storage research in Nigeria. 3rd Int. Symp. Trop. Root Crops. Ibadan, Nigeria.
2. BOOTH, R.H. (1974) — Post harvest deterioration of tropical root crops : losses and their control. Trop. Sci., 16, (2) ; 49-63.
3. BROWN, D.H. (1931) — The cultivation of yams. Trop. Agric., 8 ; 201-206.
4. BURTON, W.G. (1957) cité par MADEC et PERENNEC (13).
5. BURTON, W.G. (1963) — Concepts and mechanism of dormancy. Dans the growth of the potato. Ivins, Milthorpe. Butterworths. London.
6. CAMPBELL, J.S., CHUKWUEKE, V.O., TERIBA, F.A. et HO-A-SHU, H.V.S. (1962) — Some physiological investigations into the white lisbon yam. I. The breakage of the rest period in tubers by chemical means. Emp. J. Exper. Agric., 30, (118) ; 108-114.
7. COURSEY, D.G. (1961) — The magnitude and origins of storage losses in nigerian yams. J. Sci. Food Agric, 12 ; 574-580.
8. COURSEY, D.G. (1967) — Yams. Longmans ed., 48 Grosvenor street. London.
9. COURSEY, D.G. (1967). Yam storage : I. A review of yam storage practices and of information on storage losses. J. Stored Prod. Res., 2 ; 229-244.
10. COURSEY, D.G., FELLOWS, L.E. et COULSON, C.B. (1966) — Respiration in yam tuber tissue. Nature, 210, (5042) ; 1292-1293.
11. COURSEY, D.G. et RUSSUL, J.D. (1969) — A note on endogenous and biodeteriorative factors in the respiration of dormant yam tubers. Int. Biodtn. Bull., 5, (1) ; 27-30.
12. GONZALEZ, M.A. et COLLAZO DE RIVIERA, A. (1972). Storage of fresh yam under controlled conditions. J. Agric. Univ. P.R., 56 ; 46-56.
13. MADEC, P. et PERENNEC, P. (1962) — Les relations entre l'induction de la tuberisation et la croissance chez la plante de pomme de terre. Ann. Physiol. Veg., 4, (1) ; 5-84.
14. MARTIN, F.W. et SADIK, S. — Tropical yams and their potential. Part 4. *D. rotundata* and *D. cayenensis*. Agriculture Handbook n° 52, U.S.D.A.
15. ONWUEME, I.C. (1973) — Sprouting process in yam tuber pieces. J. Agric. Sci. Camb., 81 ; 375-379.
16. PASSAM, H.C. (1977) — Sprouting and apical dominance of yam tubers. Trop. Sci., 19, (1) ; 29-39.
17. PASSAM, H.C., READ, S.J. et RICKARD, J.E. (1976) — Wound repair in yam tubers : physiological processes during repair. New Phytol., 77 ; 325-331.
18. PRAQUIN, J.Y. et MICHE, J.C. (1971) — Essai de conservation de taros et macabos au Cameroun. Rapport préliminaire n° 1. Station de Dschang. I.R.A.T.
19. RIVERA, J.R., GONZALEZ, M.A., COLLAZO DE RIVERA, A. et CUEVAS RUIZ, J. (1974) — An improved method for storing yam. J. Agric. Univ. P.R., 58 ; 456-465.
20. THOMPSON, A.K., BEEN, B.O. et PERKINS, C. (1973) — Reduction of wastage in stored yams. 3rd int. Symp. Trop. Root Crops. Ibadan, Nigeria.
21. TRECHE, S. et DELPEUCH, F. (1978) — Le durcissement de *discorea dumentorum* au Cameroun. Communication au séminaire sur l'igname de l'I.F.S. (1er au 8 octobre 1978 à Buéa. Cameroun).
22. VANDEVENNE, R. (1976) — Etude de l'influence des dates de tuberisation et de bourgeonnement des tubercules d'ignames sur la date de levée au champ de semences. Agr. Trop., 31, (2) ; 188-193.