

LES TECKERAIES DE CASAMANCE

CAPACITÉ DE PRODUCTION DES PEUPELEMENTS

CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES

ET MAINTIEN DU POTENTIEL PRODUCTIF DES SOLS

par J. MAHEUT et Y. DOMMERGUES

SUMMARY

TEAK PLANTATIONS OF CASAMANCE BIOLOGICAL CHARACTERISTICS AND MAINTENANCE OF THE PRODUCTIVE POTENTIAL OF SOILS

After a brief historical review of the introduction of teak in Casamance the authors give the results of numbering surveys made in various teak plantations. Yields vary between 10 and 12 cubic metres per hectare and per year. A cubature graph has been prepared. The second part of the article is devoted to the study of leaf cover and of the biology of teak plantation soils. It appears that teak is an exacting species and that humus quickly decays while restraining the mineralization of nitrogen. These characteristics may give cause to fear a decline in the yield of certain soils in a more or less distant future. Proposed preventive measures include application of mineral fertilizers, introduction as an admixture or as undergrowth of species enriching the soil with mineral or mineralizable nitrogen while maintaining the organic contents to a satisfactory level.

RESUMEN

LAS PLANTACIONES DE TECA DE CASAMANCE. CARACTERISTICAS BIOLOGICAS Y MANTENIMIENTO DEL POTENCIAL PRODUCTIVO DE LOS SUELOS

Después de un rápido estudio histórico relativo a la introducción del Teca en Casamance, los autores dan los resultados de los recuentos efectuados en diferentes plantaciones forestales. Estos oscilan entre 10 a 12 m³ por hectárea y por año, y se ha establecido un contador de cubicación. La segunda parte de la nota está consagrada al estudio de la cobertura muerta y de la biología de los suelos de las plantaciones de teca. De este estudio se desprende que el Teca es una especie delicada cuya zona de mantillo se descompone rápidamente al mismo tiempo que frena la mineralización del azoe. Estas características pueden hacer temer un descenso del rendimiento, en ciertos suelos, en un porvenir más o menos alejado. Los remedios preventivos propuestos consisten en la aplicación de abonos minerales, la introducción mediante mezcla o en el subsuelo de especies enriquecedoras del terreno en azoe mineral y mineralizable, al mismo tiempo que mantiene a un nivel suficiente el stock de materias orgánicas.

Province méridionale de la République du Sénégal, limitée au Nord par la Gambie britannique et au Sud par la Guinée portugaise, la Casamance jouit dans sa partie occidentale soumise à l'influence atlantique d'un climat voisin du « climat guinéen maritime » caractérisé par un brusque passage de la saison sèche à la saison des pluies et inversement et par une température assez constante.

La saison sèche dure sept mois : les pluies commencent en Juin et se terminent en octobre avec un maximum en août ; les précipitations atteignent presque 1.600 mm à Ziguinchor. La température moyenne est de 28° C avec minima absolus en janvier et relatifs en août (tableau I). Pendant la période fraîche (décembre, janvier, février) les précipitations occultes sont abondantes et ont une

influence considérable sur la végétation ; finalement la période écologiquement sèche ne dure pas plus de trois mois.

Ces conditions climatiques autorisaient à tenter l'introduction du Teck avec chance de succès.

En Birmanie, pays d'origine, les teckeraies sont situées dans des stations où la chute de pluie varie de 1.250 à 3.000 mm. Selon BECKING (5) les conditions optima seraient :

- une température constante et élevée ;
- une pluviométrie de 1.500 à 2.500 mm, la saison sèche durant 3 à 5 mois.

Les forêts naturelles se rencontrent sur des terrains de types divers, mais il est essentiel qu'ils soient parfaitement drainés car le système radi-

TABLEAU I. — Caractéristiques climatiques de quelques stations de Casamance

Stations	Caractéristiques climatiques	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	An
KOLDA (moy. 1922-52)	<i>Pluviométrie</i>													
	Hauteur en mm	0,5	0,1	0	0,1	23,4	131,7	237,9	378,8	299,8	124,6	9,6	1,3	1.207,8
	Nombre de jours	0	0,1	0	0,1	1,6	8,3	13,5	17,7	14,9	7,8	0,7	0,1	64,8
SEDHIOU (moy. 1918-52)	<i>Pluviométrie</i>													
	Hauteur en mm	0,4	0,5	0	0	15,7	125,5	280,4	448,3	351,5	152,3	8,3	0,2	1.383,1
	Nombre de jours	0,2	0,1	0	0	1,2	9,0	16,1	20,7	17,2	8,9	1,0	0,1	74,5
KARTIACK (moy. 1931-57)	<i>Pluviométrie</i>													
	Hauteur en mm	1,5	0,8	0,2	0,1	5,0	108,5	360,9	554,4	331,9	106,5	5,0	2,0	1.476,8
	Nombre de jours	0,3	0,2	0,1	0,1	0,5	7,7	17,1	20,7	16,9	7,0	0,6	0,3	71,5
ZIGUINCHOR (moy. 1951-55)	<i>Pluviométrie</i>													
	Hauteur en mm	—	1	—	—	15	152	383	472	379	173	20	—	1.595
	Nbre de jours de pluie ≥ 0,1 mm	—	0,6	—	—	3,0	12,0	22,8	26,4	21,2	14,6	3,6	—	104,2
	Nbre de jours de pluie ≥ 10 mm	—	0,4	—	—	0,6	4,6	11,0	13,4	11,2	6,8	0,4	—	48,4
	<i>Température</i>													
	minima (°C)	16,4	16,7	17,6	19,0	21,2	23,6	22,6	22,8	22,7	2,8	21,8	17,6	20,4
	maxima (°C)	32,0	33,5	36,4	36,5	35,2	33,0	33,8	30,2	31,1	32,0	32,5	31,1	32,9
	<i>Humidité</i>													
	minima (%)	34	32	27	31	41	54	66	70	67	63	52	38	48
	maxima (%)	92	89	90	92	93	97	98	98	99	98	98	93	95

N. B. La station de Bignona étant de création trop récente pour avoir des moyennes valables, on a donné sur ce tableau les renseignements relatifs au poste voisin de Kartiack.

culaire est très exigeant en oxygène et périt en quelques jours par asphyxie.

Les premières graines de Teck furent semées en Casamance en 1932 et la première plantation faite l'année suivante dans une parcelle clairière de la forêt classée de Bignona (parcelle de Mandoire). Cette introduction a été faite en layons, technique exceptionnelle pour cette essence. Peu de plants purent se dégager du couvert, mais les survivants se sont remarquablement développés, atteignant en janvier 1959, 20 m de hauteur et un diamètre moyen à 1,30 m de 40 cm. Ce qui fait en outre l'intérêt tout particulier de cette parcelle c'est que l'on peut y observer de nombreux porte-graines entourés de taches denses de semis naturels, certains ayant déjà plus de 20 cm de diamètre ; ce serait d'après BELLOUARD (7), le plus bel exemple de régénération naturelle que l'on puisse observer en Afrique Occidentale.

La première plantation dense (à l'écartement de 2,5m × 2,5m) a également été faite dans la subdivision de Bignona en 1935 sur un terrain situé près d'une rizière, mais bien drainé ; en 1954, le diamètre moyen était de 23 cm et la hauteur de 21 m.

Si on ajoute à ces observations que le Teck est jusqu'ici indemne d'attaques de parasites, sauf dans son tout jeune âge, il apparaît clairement que cette essence est appelée à jouer un rôle considérable dans les travaux d'enrichissement de la forêt casamançaise, les cours élevés de ce bois sur

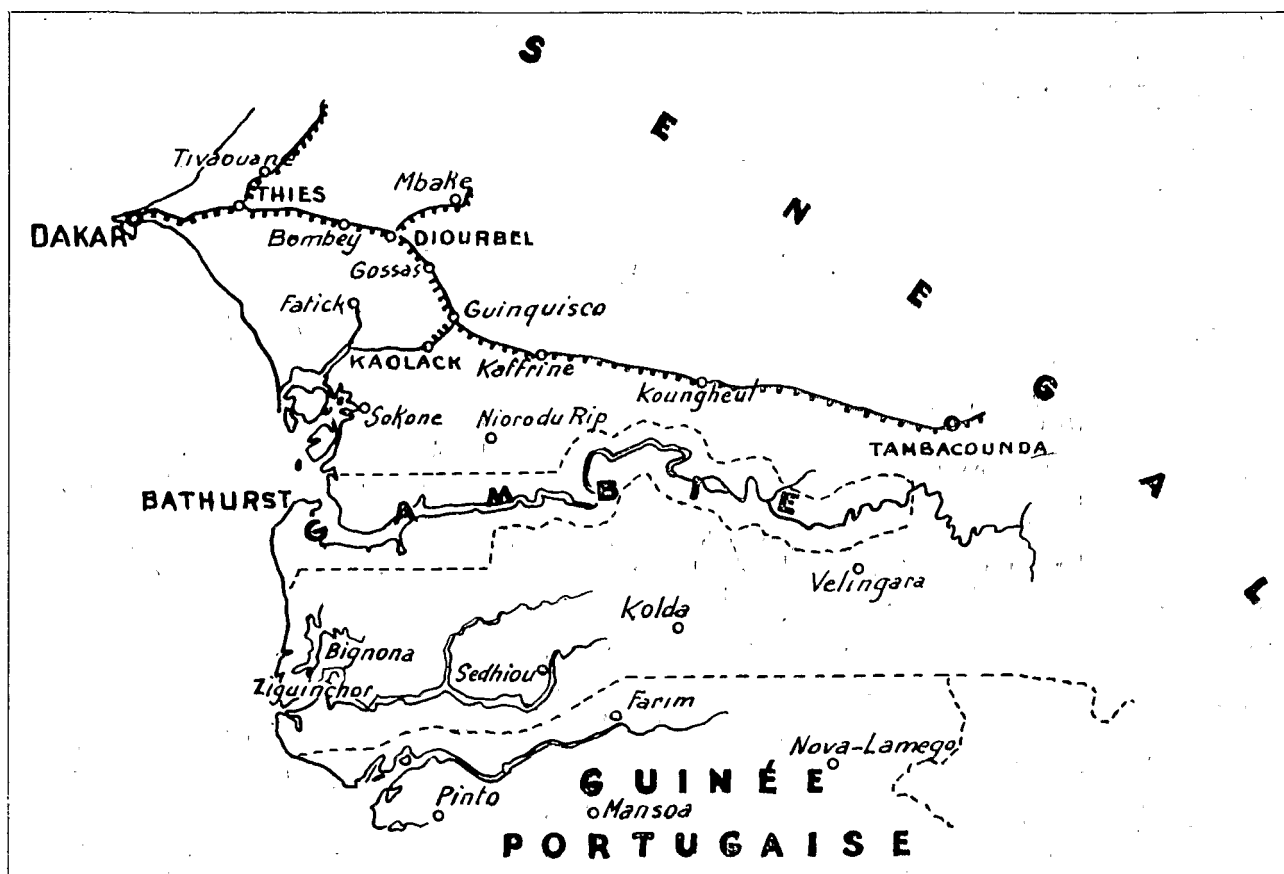
le marché mondial (*) leur assurant une rentabilité certaine, d'autant plus que les Teckeraies se trouvent seulement à quelques dizaines de kilomètres du port de Ziguinchor ou à proximité immédiate de la Casamance.

Des quelques plantations faites entre 1933 et 1950, nous ne signalerons que celle de Marakissa, en forêt de Boudhié (Subdivision de Sédhio) car elle est la plus orientale de la Casamance ; malgré une pluviométrie plus faible (1.375 mm) le diamètre moyen des sujets plantés de 1938 à 1942 atteignait en 1954 : 18,5 cm et la hauteur était de : 15 m.

A partir de 1950, le F. I. D. E. S. a permis de faire chaque année des plantations, quelques hectares seulement au début, quand les programmes portaient essentiellement sur le Caïlcédra ; les attaques répétées du Borer dont cette essence est victime ont conduit à l'abandonner et à utiliser exclusivement le Teck. Progressivement les surfaces plantées en Teck ont atteint une centaine d'hectares par an et il est souhaitable que cet effort soit poursuivi et amplifié.

Ces boisements se font actuellement uniquement en plantations denses à l'écartement de 2 m × 2 m ou 2 m × 2,5 m par la méthode « Taungya » préconisée par AUBREVILLE (1) dès 1948. Les terrains

(*) Le prix des sciages de Teck en France est actuellement de 140.000 fr le m³ ce prix est donc élevé mais il faut noter que le rendement du Teck au sciage est faible : de l'ordre de 25 à 30 %.



Carte de repérage de la Casamance.

sont défrichés et brûlés par les cultivateurs bénéficiaires de contrats de culture pour le riz « de montagne ». Au début de la saison des pluies, mais quand celles-ci sont régulièrement installées, dans la deuxième quinzaine de juillet habituellement, en même temps que le riz est semé, les Tecks sont plantés sous forme de **stumps** obtenus à partir des brins de semence issus des pépinières, en coupant la tige à 10 cm au-dessus du collet et la racine 20 cm en dessous ; le diamètre au collet ne doit pas être inférieur à 2 cm.

Les jeunes Tecks profitent des désherbages effectués par les cultivateurs, mais souffrent de la sévère concurrence du riz : l'apport d'engrais au pied des **stumps** donne de bons résultats en leur permettant de démarrer assez rapidement pour éviter l'étouffement. Actuellement chaque plant reçoit 20 g d'engrais NPK (10-10-10), mais des expériences viennent d'être entreprises pour définir les besoins exacts et préciser quels éléments sont les plus importants à apporter. Il est en effet permis de penser que les cours du Teck sont suffisamment rémunérateurs pour que sa culture intensive puisse être envisagée et qu'il sera en outre possible de mettre en valeur des zones dont la fertilité naturelle est trop faible. Comparée aux autres frais de plan-

tations, la dépense éventuelle d'engrais restera d'ailleurs toujours minime.

A la fin de la saison des pluies et dès que le riz est récolté, une application d'Acricide (poudre insecticide renfermant 3 à 3,2 % d'isomère γ d'hexachloro-cyclohexane) doit être faite pour protéger les jeunes plants contre les attaques de termites, particulièrement graves en Casamance, auxquelles ils sont très sensibles pendant la période de repos végétatif. La deuxième année trois désherbages se révèlent nécessaires, un seul en général la troisième année, mais en ayant soin de supprimer les lianes qui risquent de déformer les gaulettes.

Les dépenses d'installation d'un hectare de plantation peuvent être estimées, à 375 hommes-jour, soit au taux (*) actuel de la main-d'œuvre près de 110.000 francs, y compris l'ouverture des pistes de desserte et la construction des maisons de gardes.

Des plantations sur défrichement direct ont été faites en 1950-1951 et 1952 ; le démarrage des

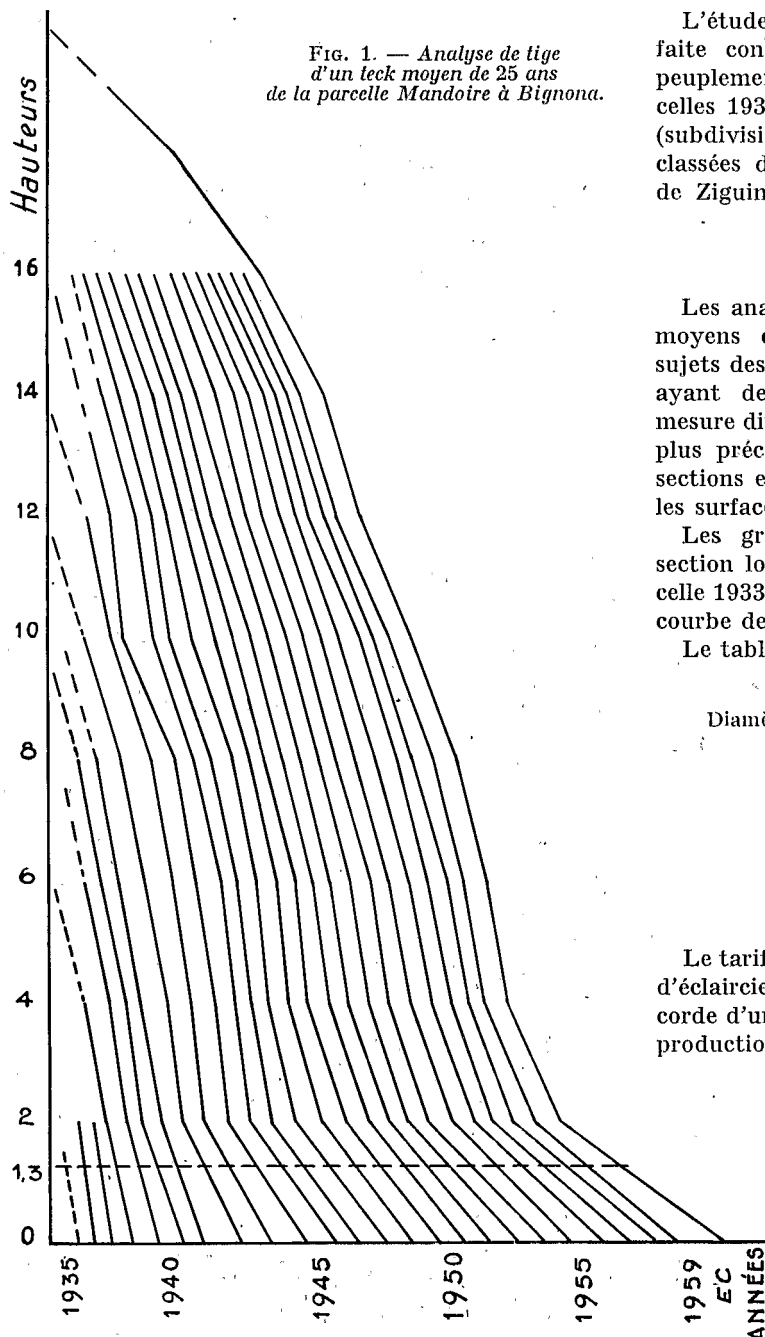
(*) Prix de la journée de 8 heures au 1^{er} janvier 1959.

8 heures à 32,25	258
Congés payés 1/16	16
Alloc. famil. 5,8 %	14
	288

Tecks est incontestablement plus rapide mais au bout de quelques années la différence devient peu sensible et hors de proportion avec la dépense supplémentaire à consentir (60.000 fr. environ). En outre, sur le plan social il est important de satisfaire dans la mesure du possible les demandes de

terrains de culture sur sols forestiers des populations voisines du domaine classé. Des travaux de plantation aussi coûteux ne peuvent se justifier économiquement que pour une essence très recherchée et une production à l'hectare suffisamment élevée.

I. — LES RENDEMENTS DES TECKERAIES CASAMANÇAISES



L'étude de la production des Teckeraies a été faite concurremment par des mensurations des peuplements et des analyses de tiges dans les parcelles 1933 et 1935 de Bignona, 1938 de Marakissa (subdivision de Sédhieu) 1950 et 1951 des forêts classées de Djibelor et des Bayottes (subdivision de Ziguinchor).

1°) ANALYSES DE TIGE

Les analyses de tige ont été faites sur les arbres moyens choisis après mensuration de tous les sujets des peuplements. Les cernés d'accroissement ayant des formes généralement irrégulières, la mesure directe des rayons est difficile : il est apparu plus précis de prendre un calque des différentes sections et, à défaut de planimètre, de déterminer les surfaces par pesées.

Les graphiques ci-contre représentent la 1/2 section longitudinale d'un Teck moyen de la parcelle 1933 de la forêt classée de Bignona (fig. 1) et la courbe de cubage qui a pu en être déduite (fig. 2).

Le tableau ci-dessous résume le tarif de cubage :

Diamètre à 1,30	Volume fût sur écorce en dm^3
5	6
10	35
15	120
20	240
25	380
30	570
35	800
40	1.200

Le tarif qui a pu être vérifié en cubant les perches d'éclaircie pour les diamètres jusqu'à 20 cm concorde d'une manière satisfaisante avec les tables de production de Nilambur.

2°) COMPTAGES

a) PARCELLES 1950 DE LA FORÊT CLASSÉE DE DJIBELOR (fig. 3).

Superficie : 1,97 ha.

Plantations en 1950 à l'écartement 2 m \times 2 m.

Mensurations en janvier 1955 et avril 1959.

Fig. 2. — Abaques de cubage. →

Circonférence en cm à 1,30 m	Nombre de plants en 1954	Nombre de plants en 1959
5	59	—
10	126	—
15	265	—
20	972	35
25	1.447	195
30	1.424	541
35	217	796
40	29	698
45	—	310
50	—	125
55	—	20
60	—	4
65	—	1
Totaux.....	4.539	2.725

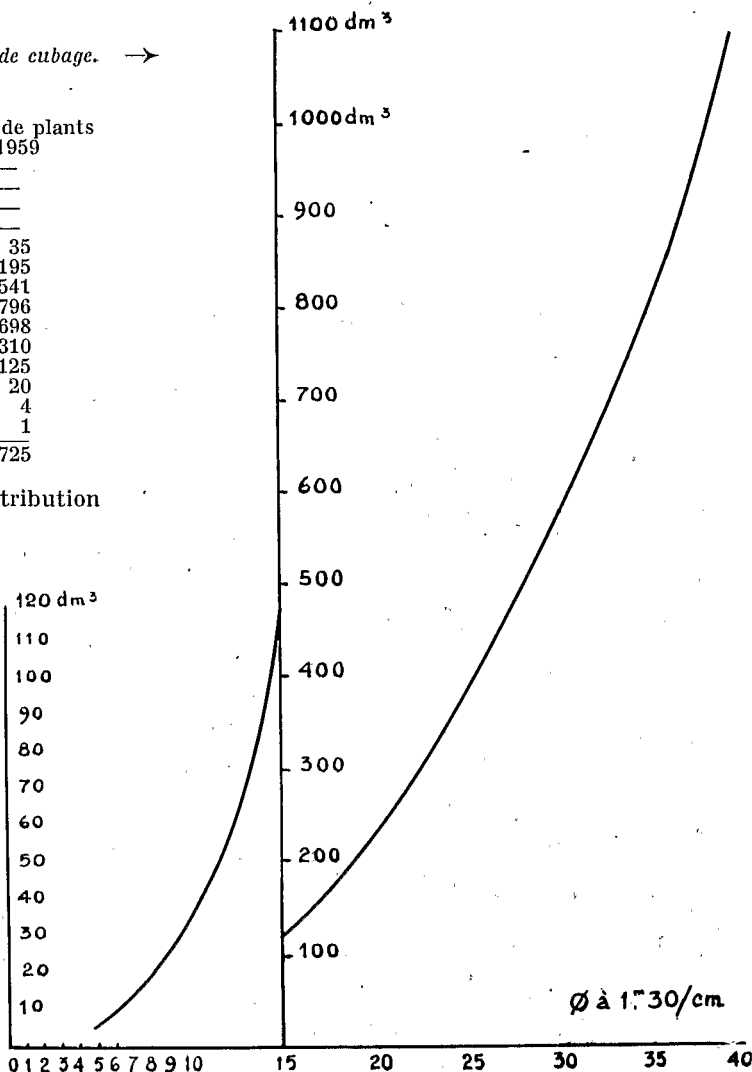
En 1954, les caractéristiques de la distribution du peuplement étaient donc les suivantes :

Circonférence moyenne en cm \bar{x} .	24,8
Ecart-type s .	5,96
Variance s^2 .	34,587

et en 1959 :

Circonférence moyenne en cm \bar{x} .	36,4
Ecart-type s .	6,58
Variance s^2 .	43,267

Le volume sur pied à l'hectare pouvait être estimé à 45 m³ en 1954 et à 75 m³ en 1959. Compte tenu de l'éclaircie à 5 ans ayant porté sur 40 % du peuplement, la production totale a été de 93 m³, soit 10 m³ par hectare et par an depuis 1950 et 12 m³ pour la période 1954-1959. La hauteur du peuplement est de 14 m environ.



b) PARCELLE 1950 DE LA FORÊT CLASSÉE DES BAYOTTES (fig. 4).

Superficie : 4 hectares.

Plantations en 1950 à l'écartement 2,2 m × 2,2.

Mensurations en Décembre 1954 et Mai 1959.

Circonférence en cm à 1,30 m	Nombre de plants en 1954	Nombre de plants en 1959
5	190	—
10	507	—
15	894	—
20	1.362	178
25	1.813	481
30	2.011	1.005
35	750	1.125
40	186	1.016
45	4	525
50	—	209
55	—	57
60	—	7
70	—	—
75	—	2
Totaux.....	7.717	4.605

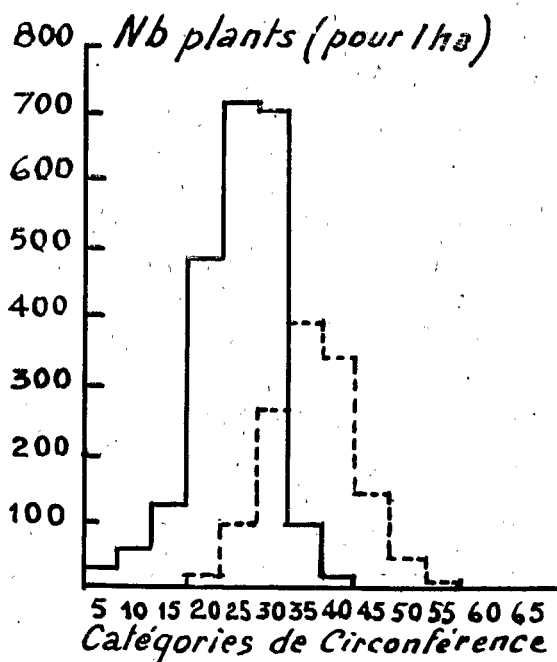


FIG. 3. — Histogramme de la parcelle 1950 de Djiblor.

En trait plein, état de la parcelle 1954,
en pointillé, état de la parcelle en 1959, après éclaircie.

Nb plants (pour 1 ha)

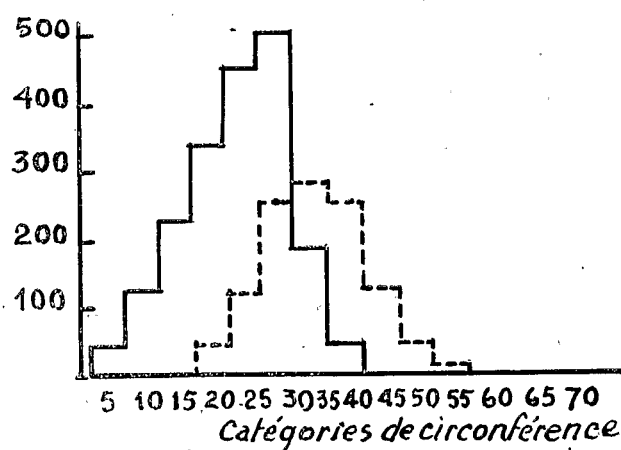


FIG. 4. — Histogramme de la parcelle 1950 des Bayottes.
En trait plein, état de la parcelle en 1954 ;
en pointillé, état de la parcelle en 1959, après éclaircie.

En 1954, les caractéristiques de la distribution du peuplement étaient donc les suivantes :

Circonférence moyenne en cm \bar{x}	24,1
Ecart-type s	7,72
Variance s^2	59,647

et en 1959 :

Circonférence moyenne en cm \bar{x}	35,5
Ecart-type s	7,48
Variance s^2	55,990

Volume sur pied à l'hectare en 1954 : 33 m³
— — — — — 1959 : 55 m³.

L'éclaircie ayant également porté sur 40 % du peuplement, la production totale a été de 68 m³, soit 7,5 m³/ha/an depuis 1950 et 8,7 M³ pour la période 1954-1959.

Cette production a été plus faible qu'à Djibelor ; d'une part le nombre de plants mis en place était inférieur et d'autre part une partie a péri dans une zone mal drainée. La hauteur du peuplement est identique.

c) PARCELLE 1951 DE LA FORÊT CLASSÉE DES BAYOTTES.

Superficie : 1,3 ha.

Plantations à l'écartement 2 m × 2 m.

Mensurations en janvier 1956 (classées de 5 en 5) et décembre 1958 (classés de 10 en 10 cm).

Circonférence en cm à 1,30 m	Nombre de plants en 1956	Nombre de plants en 1958
5	24	—
10	84	—
15	227	—
20	507	358
25	934	—
30	793	1.157
35	211	—
40	44	648
45	5	—
50	—	89
60	—	4
Totaux,	2.829	2.256

En 1956, les caractéristiques de la distribution du peuplement étaient donc les suivantes :

Circonférence moyenne en cm \bar{x}	25,1
Ecart-type s	6,26
Variance s^2	39,157

et en 1958 :

Circonférence moyenne en cm \bar{x}	32,1
Ecart-type s	7,01
Variance s^2	49,133

De 32 m³ en 1956, le volume sur pied passe à 69 m³ en 1958, soit une production moyenne de 8,5 m³ par ha/an et 12 m³ pour les trois dernières années.

d) PARCELLE 1938 DE LA FORÊT CLASSÉE DE BOUDHIE.

Superficie : 2,9 ha.

Plantations à 3 m × 3 m.

Forêt classée des Bayottes : à droite, peuplement de Teck de 7 ans après éclaircie, à gauche, peuplement âgé de 5 ans.

Photo Dommergues.



La reprise a été médiocre, cette parcelle ayant été parcourue fréquemment par les feux de brousse. 1084 plants seulement subsistaient en octobre 1954, soit 370 à l'hectare. Le diamètre moyen ressortait alors à 18 cm et la hauteur à 15 m ; en mai 1959, il s'établissait à 21 cm. Le volume à l'hectare est passé à 66 m³ en 1959. La production annuelle moyenne ne pouvait, avec un nombre de plants aussi insuffisant qu'être faible, 5 m³ par ha/an en moyenne. Ce-

pendant, pour les quatre dernières années elle se relève déjà à 10 m³.

On peut donc compter en Casamance sur une production de 10 m³ à l'hectare comparable à celle des Teckeraies de Java qui assure déjà largement la rentabilité des capitaux investis et qui pourra être très vraisemblablement accrue quand les études entreprises sur la fumure et la sélection des arbres d'élite porteront leurs fruits.

II. — CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES ET MAINTIEN DU POTENTIEL PRODUCTIF DES SOLS DE TECKERAIE

L'installation de peuplements purs sur des sols relativement fragiles présente parfois de graves inconvénients. On a pu, en effet, remarquer à la suite de l'introduction de certaines essences, l'apparition de phénomènes de dégradation entraînant une baisse importante des rendements. L'un des exemples les plus typiques cités par DUCHAUFOUR est celui de « l'emploi du Pin sylvestre qui accélère la podzolisation dans tout le domaine atlantique français » (11). Nous avons signalé récemment l'existence, sous des peuplements purs de Filao du Cap Vert, d'un déséquilibre de l'activité des différents groupements physiologiques de la microflore tellurique (17). METRO et de BEAUCORPS, qui ont observé des signes de baisse de rendement dans les plantations d'Eucalyptus du Rharb, rappellent que « dans la Péninsule Ibérique, où des plantations d'*Eucalyptus globulus* ont été entreprises dès la fin du siècle dernier, planteurs et services forestiers ont constaté une chute régulière de la production » (18).

A la suite de l'extension relativement rapide depuis quelques années des plantations de Teck en Afrique Occidentale se trouve posé le problème de l'évolution des sols de Teckeraie et le maintien de leur potentiel productif. Un premier dispositif expérimental comportant de nombreuses répétitions a été mis en place en Casamance au cours de l'hivernage 1959, mais en attendant les résultats qui ne pourront être connus que dans un délai assez long, il nous a paru intéressant d'exposer ici les observations effectuées jusqu'à présent dans les régions de Ziguinchor et de Bignona.

Les reboisements étudiés se trouvent dans la zone décrite par AUBREVILLE (1) sous le nom de zone des « forêts demi-denses à *Parinari excelsa* sur des sols sableux (l'humidité au pF 4,2 oscille autour de 3 ou 4 %) gris ou rouges. Les sols rouges qui occupent les plateaux appartiennent au groupe des sols faiblement ferrallitiques typiques de vocation forestière indiscutable. Les sols gris sont des sols colluviaux ou alluviaux qui dérivent vraisemblablement des premiers, mais en différant par la présence d'une nappe phréatique peu profonde si bien que leur vocation est plus agricole que forestière. Il semble, comme le suggère FAUCK (12), que ces sols aient évolué antérieurement dans des conditions plus humides.

La résolution du problème du maintien et de



Forêt classée des Bayolles : à gauche, parcelle de Teck de 7 ans et à droite, parcelle de 5 ans.

Photo Dommergues.

l'accroissement du potentiel productif des sols forestiers suppose une connaissance approfondie des processus d'évolution biologique qui sont liés étroitement à la nature de la litière (ou couverture morte) produite par les peuplements considérés. C'est pourquoi l'étude que nous présentons, ci-après, ne traite pas seulement des caractéristiques biologiques des sols de Teckeraies mais comporte une première partie consacrée à la litière du Teck.

A. — ÉTUDE DE LA LITIÈRE DES TECKERAIES

1. — DÉTERMINATION DE LA QUANTITÉ DE MATIÈRE VÉGÉTALE RETOURNÉE AU SOL.

Cette détermination a été effectuée suivant la technique préconisée par H. LAUDELOUT et J. MEYER (15) qui consiste à récolter périodiquement la litière accumulée dans des cadres placés dans les parcelles en observation à raison d'une dizaine de répétitions par site.

Deux parcelles ont été étudiées systématiquement :

1^o Parcelle dite de l'ancienne pépinière de Bignona.

- type de sol : sol gris.
- âge du peuplement : 4 ans.
- surface de la parcelle : 1.560 m².
- nombre de cadres : 6.
- surface de chaque cadre : 2 m².

2^o Parcelles 1950 de la forêt classée des Bayottes.

- type de sol : sol gris.
- âge du peuplement : 8 ans — (les comptages correspondant figurent dans la première partie de cette note).
- surface de la parcelle : 4 ha.
- nombre de cadres : 6.
- surface de chaque cadre : 2 m².

TABLEAU II. — Poids de feuilles tombées au cours d'une année exprimé en kg de matière sèche par hectare

Période de chute des feuilles	Bignona	Bayottes
1 ^{er} décembre-15 janvier 1959	1.446	2.010
16 janvier- 2 février 1959	544	872
3 février-16 février 1959	919	673
17 février- 2 mars 1959	718	358
3 mars-16 mars 1959	778	301
16 mars- 2 avril 1959	689	222
3 avril-15 avril 1959	572	248
16 avril- 4 mai 1959	132	6
Total	5.798 kg	4.690 kg

Remarque : La chute des feuilles commence en décembre et est pratiquement terminée au 1^{er} mai. La teneur en eau des feuilles au moment où elles tombent oscille autour de 10 %. (C'est une humidité du même ordre de grandeur que DE BEAUCORPS (4) a mis en évidence dans les feuilles mortes d'Eucalyptus au Maroc).

La chute des feuilles commence deux mois après le début de la saison sèche, soit en décembre, et est pratiquement terminée à la fin du mois d'avril. Les arbres sont alors complètement dépourvus de leurs frondaisons et le sol est jonché d'un épais tapis de feuilles mortes.

Le tonnage récolté exprimé en kg de matière sèche par ha est de l'ordre de 4 à 6 tonnes contre 12 à 15 tonnes en forêt congolaise (tableau IV) et 8 à 10 tonnes en forêt ombrophile colombienne (15). LAUDELOUT et MEYER rappellent à ce propos que les déterminations effectuées en régions tempérées sous feuillus ou résineux sont nettement inférieures puisque les poids de matière végétale retournée au sol se situent aux environs de 2 et 3 t par ha et par an. METRO et DE BEAUCORPS (18) donnent des chiffres variant entre 2,5 et 5 t/ha/an pour les Eucalyptus au Maroc. BONNE VIESVENDSEN et GJEMS cités par DE BEAUCORPS (4) estiment que le poids de litière tombant chaque année dans les forêts de Norvège oscille entre 1 et 3 t par ha suivant la surface terrière.

TABLEAU III. — Composition comparée de feuilles de différentes essences récoltées immédiatement après leur chute

Essence	Origine	N	P	K	Ca	Mg
<i>Tectona grandis</i>	Casamance (Bignona)	3,66 ± 0,02	0,10 ± 0,01	0,67 ± 0,11	2,28 ± 0,12	0,26 ± 0,01
<i>Tectona grandis</i>	Casamance (Bayottes)	3,94 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,66 ± 0,10	1,16 ± 0,06	0,38 ± 0,02
<i>Khaya grandifoliola</i>	Casamance	0,86	0,05	0,13	2,75	0,21
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Cap Vert	1,04	0,02	0,03	1,65	0,22
<i>Eucalyptus gomphocephala</i>	Maroc (Rharb)	—	0,07	0,06	1,06	—
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Maroc (Rharb)	—	0,08	0,06	1,49	—
<i>Abies balsamea</i>	Amérique du Nord	1,25	0,09	0,12	1,12	0,16
<i>Pinus strobus</i>	Amérique du Nord	0,63	0,15	0,54	2,37	0,27
<i>Fraxinus americana</i>	Amérique du Nord	0,70	0,07	0,19	0,72	0,19
<i>Populus tremuloides</i>	Amérique du Nord	2,11	0,10	0,47	2,11	0,23

Les chiffres figurant à ce tableau correspondent au pourcentage de chaque élément, et non à son oxyde, par rapport au poids sec. Les données relatives aux Eucalyptus ont été empruntées à METRO et DE BEAUCORPS (18), celles qui concernent les essences américaines ont été empruntées à LUTZ et CHANDLER (16).

TABLEAU IV. — Quantités d'éléments nutritifs retournant chaque année au sol avec les feuilles
(chiffres en kg par ha.)

Végétation forestière	Tonnage annuel des feuilles sèches tombées	Quantités d'éléments nutritifs exprimées en Kg par ha				
		N	P	K	Ca	Mg
Forêt de Teck de Bignona	5,8	38	6	39	132	15
Forêt de Teck des Bayottes	4,7	44	3	31	55	18
Forêt hétérogène de Yangambi (Congo) ...	12,4	224	7	48	105	53
Parasoleraie de Yangambi (Congo)	14,9	140	4	104	124	43
Feuillus (Amérique du Nord)	—	18,6	3,7	15,1	73,5	10,3
Résineux (Amérique du Nord)	—	26,4	2,0	7,3	29,7	5,0

Les chiffres relatifs à la forêt congolaise sont empruntés à LAUDELOUT et MEYER (15) ; ceux qui concernent l'Amérique du Nord sont empruntés à l'ouvrage de LUTZ et CHANDLER sur les sols forestiers (16).

Les forêts sèches et demi-sèches de Casamance sont caractérisées par le fait qu'au cours de la saison des pluies, la **presque totalité** de la litière qui se reconstitue en saison sèche, est détruite ; en Teckeraie, le phénomène est encore plus marqué puisque **toute** la couverture morte qui s'est accumulée en saison sèche disparaît, surtout sous l'action des termites, si bien que l'horizon minéral du sol est entièrement mis à nu dès le mois de novembre sauf s'il existe un sous-bois graminéen ou frutescent.

2. — COMPOSITION DES FEUILLES DE TECK.

La couverture morte en Teckeraie est essentiellement formée par les feuilles, les brindilles et les fruits ne représentant qu'une faible fraction du tonnage de matière organique retournant au sol. Il a paru dans ces conditions inutile de faire porter les analyses sur des débris végétaux autres que les feuilles. Ces analyses ont été faites par le laboratoire de l'Institut pour les Huiles et Oléagineux, suivant les méthodes utilisées pour le diagnostic foliaire. Les échantillons avaient été préparés avec le plus grand soin en mélangeant des parties aliquotes des récoltes de feuilles tombées dans chacun des cadres.

Les feuilles de Teck sont très riches en cendres ; celles-ci représentent en effet, en moyenne 10 % de la matière sèche ; ces données comparées à celles de HENRY (13) permettent de classer le Teck parmi les essences forestières dont les feuilles ont un teneur en éléments minéraux exceptionnellement élevée. Les chiffres correspondant pour le *Populus tremula* et le *Fraxinus excelsior*, espèces réputées particulièrement riches, sont seulement de 8,8 et 7 %.

La teneur des feuilles de Teck en calcium qui oscille entre 1,16 et 2,28 suivant le site (tableau III) **est également élevée.** Cette caractéristique est particulièrement importante car c'est un fait bien établi qu'une haute teneur de la litière en cal-

cium augmente le taux de calcium échangeable du sol, élève son pH et stimule l'activité de la microflore et de la microfaune tellurique (16). Les teneurs en phosphore et magnésium sont également au-dessus de la moyenne des autres essences ; quant au potassium, on remarquera qu'il atteint des valeurs encore supérieures à celles qui sont signalées par LUTZ et CHANDLER pour le *Populus tremuloides* (16). Par contre, les taux d'azote observés sont normaux et dans une des stations (Bignona), on note une valeur plutôt faible (0,66 %).

Le pH des feuilles mortes de Teck nouvellement tombées déterminé sur une pâte molle obtenue en humidifiant la poudre de feuille obtenue par broyage, s'élève à 6,2. A titre de comparaison, nous donnons ci-dessous le pH de diverses litières mesuré dans les mêmes conditions :

— <i>Leucea glauca</i> (Cap-Vert)	5,7 (*)
— <i>Casuarina equisetifolia</i> (Cap-Vert) ..	5,4
— <i>Khaya grandifoliola</i> (Casamance) ..	5,2
— <i>Eucalyptus</i> sp (Cap-Vert)	4,1

On notera enfin qu'il y a des variations considérables dans la composition chimique des feuilles suivant les sites étudiés. C'est ainsi que les feuilles de Teck de Bignona contiennent 0,66 % d'azote, alors qu'aux Bayottes ce pourcentage atteint 0,94 ; ces différences reflètent fidèlement les variations dans les teneurs du sol en azote minéral et en azote minéralisable. Le sol de Bignona renferme, en effet, 2,1 mg/100 (soit 63 kg/ha d'azote minéral et minéralisable contre 3,3 mg/100 g (soit 99 kg/ha) aux Bayottes (tableau VIII). Il ne faut donc jamais perdre de vue lors de l'interprétation des chiffres de cette nature, l'importance de l'influence de la com-

(*) Pour cette essence, les déterminations ont été faites sur des feuilles récoltées sur l'arbre et non sur des feuilles tombées.

position du sol sur celle des formations végétales qui s'y développent.

3. — QUANTITÉ D'ÉLÉMENTS MINÉRAUX IMPLIQUÉS DANS LE CYCLE ANNUEL.

Par quantité d'éléments minéraux impliqués dans le cycle annuel, nous entendons le produit du tonnage de matière végétale retournant au sol chaque année par la teneur moyenne en éléments minéraux. Le tableau IV montre que pour le phosphore, le potassium, le calcium, les chiffres sont du même ordre de grandeur que ceux qui caractérisent la forêt congolaise de Yangambi. Les poids d'azote 3 à 5 fois plus faibles qu'à Yangambi sont encore supérieurs à ceux des forêts de zone tempérée. Le poids magnésium retournant au sol est aussi nettement plus faible en Teckeraie casamançaise qu'au Congo, mais encore supérieur à celui qu'on observe en forêt tempérée.

B. — INFLUENCE DES PEUPELEMENTS DE TECK SUR L'ÉVOLUTION BIOLOGIQUE DES SOLS (*)

L'étude de ce problème a été abordée sur le terrain en effectuant des comparaisons d'une part entre des parcelles cultivées et des parcelles reboisées en Teck, d'autre part entre des peuplements de forêt hétérogène spontanée et des peuplements de Teck contigus.

Ces observations ont été contrôlées au laboratoire par une série d'expériences portant en particulier sur la minéralisation comparée des litières de *Tectona grandis*, *Casuarina equisetifolia* et de *Khaya grandifoliola*.

a. — COMPARAISON DES SOLS CULTIVÉS ET DES SOLS REBOISÉS.

Cette comparaison a porté sur 9 couples de parcelles en lisière de la forêt classée de Djibelor (tableau V). Les parcelles en culture étaient au moment du prélèvement, recouvertes d'une jachère à *Panicum sp*; *Borreria stachydea* et *Pennisetum subangustum* (dominant) suivant une culture d'Arachide effectuée d'après les méthodes traditionnelles. Les parcelles de Teck correspondantes étaient les parcelles 2b, 2c et 2e plantées 10 ans auparavant sur d'anciens champs d'Arachide.

L'influence du reboisement sur le cycle du carbone est spectaculaire; sous le Teck, en effet :

— le dégagement de gaz carbonique, considéré comme représentatif du niveau de l'activité biologique globale du sol, s'accroît de plus de 50 % et cet accroissement est hautement significatif.

— le taux de saccharose s'élève également dans des proportions importantes.

— la microflore cellulolytique subit des modifications portant non seulement sur le nombre

(augmentation de 40 % environ) mais aussi sur la composition spécifique (sous Teck les *Cytophaga* sont remplacés partiellement par les *Vibrions* et les *Champignons*).

Le cycle de l'azote semble plutôt défavorisé par le reboisement. La minéralisation de l'azote est très significativement moins intense que sous culture. Le coefficient tombe en effet de 5,48 à 3,72 et ceci explique vraisemblablement une augmentation nette du taux de l'azote total : l'azote sous Teck a tendance à s'accumuler sous forme organique assez difficilement minéralisable.

Le pH augmente très significativement d'une demi-unité; cette augmentation s'explique parfaitement par la forte teneur en calcium et le pH élevé de la litière.

b. — COMPARAISON DE LA FORÊT HÉTÉROGÈNE SPONTANÉE ET DES PEUPELEMENTS DE TECK.

Cette comparaison a pu être effectuée dans d'assez bonnes conditions dans la parcelle dite le Mandoire de la forêt classée de Bignona où le Teck fut introduit pour la première fois en 1932, ainsi qu'on l'a indiqué dans l'introduction de cette note.

La formation végétale spontanée est une forêt demi-sèche dense à *Parinari excelsa* où l'on a relevé les espèces suivantes :

Espèces dominantes :

<i>Parinari excelsa</i>	Mampato
<i>Detarium senegalense</i>	Mamboda
<i>Ceiba pentandra</i>	Fromager
<i>Albizia Zygia</i> et	
<i>A. gummifera</i>	Banéto
<i>Cola cordifolia</i>	N'taba

En moins grand nombre :

<i>Khaya senegalensis</i>	Cailcédrat
<i>Chlorophora regia</i>	Tomboiro noir = iroko
<i>Antiaris africana</i>	Tomboiro blanc
<i>Daniellia thurijera</i>	Santanforo
<i>Eleis guineense</i>	Palmier à huile
<i>Schrebera arborea</i>	Soulaselibalo

Assez rares :

<i>Ricinodendron africanum</i>	
<i>Dialium guineense</i>	Kossito
<i>Adansonia digitata</i>	Baobab

Dans le sous-bois :

<i>Terminalia macroptera</i>
<i>Bauhinia reticulata</i>
<i>Newbouldia laevis</i>
<i>Combretum</i> et <i>Lannea</i> divers
<i>Mezoneurum benthamianum</i>

Dix couples de prélèvements ont été effectués sous des bouquets de Teck et sous la forêt spontanée contiguë. Il ressort de l'analyse statistique qui figure au tableau VI que si le niveau de l'activité biologique globale (mesuré par le dégagement de gaz carbonique) est identique sous Teck et sous forêt spontanée, les autres caractéristiques biologiques présentent des différences importantes. En effet, sous Teck :

(*) Voir en annexe la définition des caractéristiques biologiques étudiées.

TABLEAU V. — *Caractéristiques biologiques comparées d'un sol cultivé et reboisé en Teck*
(sol faiblement ferrallitique rouge de Djibelo; décembre 1958)

Caractéristiques étudiées	Culture	Teck	Différences significatives
<i>Cycle du carbone :</i>			
Densité des germes cellulolytiques	1.484	2.110	+ 626*
Saccharase	253	347	+ 94**
Dégagement de CO ₂ en mg de CO ₂ pour 100 g de sol	15,9	24,0	+ 8,1**
Carbone total pour mille	5,8	9,9	+ 4,1**
Coefficient de minéralisation du carbone	0,75	0,68	
<i>Cycle de l'azote :</i>			
Densité des <i>Azotobacter chroococcum</i>	137	115	
Densité de <i>Beijerinckia indica</i>	0	0	
Densité des Bactéries nitrifiantes	574	154	
Azote minéral (mg/100 g de sol)	0,7	0,6	
Azote minéral + azote minéralisable (mg/100 g de sol)	2,4	2,2	
Azote total pour mille	0,4	0,6	+ 0,2**
Coefficient de minéralisation de l'azote	5,48	3,72	- 1,75**
<i>Cycle du fer :</i>			
Densité des Bactéries minéralisant le fer organique sans le précipiter	170.000	180.000	
Densité des Bactéries minéralisant et précipitant le fer	5.300	2.400	
<i>Autres caractéristiques :</i>			
Humidité au pF 4,2	2,9	3,0	
pH	5,5	6,0	+ 0,5**

Sont significatives à 0,01 les différences marquées de 2 astérisques et à 0,05 les différences marquées d'un astérisque.

TABLEAU VI. — *Caractéristiques biologiques comparées d'un sol sous végétation forestière hétérogène*
et du même sol sous peuplement de Teck pur (sol gris de Mandoire-Bignona février 1959)

Caractéristiques étudiées	Forêt hétérogène spontanée	Teck	Différences significatives
<i>Cycle du Carbone :</i>			
Densité des germes cellulolytiques	3.173	2.373	-800*
Saccharase	441	506	
Dégagement de CO ₂ en mg pour 100 g de sol	34,9	34,7	
Carbone total pour mille	16,6	12,3	- 4,3**
Coefficient de minéralisation du carbone	0,59	0,81	+ 0,22*
<i>Cycle de l'Azote :</i>			
Densité des Bactéries nitrifiantes	275	212	
Azote minéral (mg/100 g de sol)	0,8	0,6	
Azote minéral + azote minéralisable (mg/100 g de sol)	3,1	2,3	- 0,8*
Azote total pour mille	1,7	1,2	- 0,5**
Coefficient de minéralisation de l'azote	1,93	2,13	
<i>Cycle du Fer :</i>			
Densité des Bactéries minéralisant le fer organique sans le précipiter	292.000	345.000	
Densité des Bactéries minéralisant et précipitant le fer organique	3.100	3.800	
pH	5,7	6,0	+ 0,3**

Sont significatives à 0,01 les différences marquées de 2 astérisques et à 0,05 les différences marquées d'un astérisque.

TABLEAU VII. — *Modification des caractéristiques biologiques d'un sol faiblement ferrallitique rouge enrichi*
avec différentes litières après des incubations de 4 et 8 semaines.

Enrichissement de l'échantillon de sol	Densité des germes cellulolytiques		Saccharase		Azote minéral		CO ₂		pH	
	4 sem.	8 sem.	4 sem.	8 sem.	4 sem.	8 sem.	4 sem.	8 sem.	4 sem.	8 sem.
Néant (témoin)	1.000	2.000	240	220	2,2	2,2	30	43	5,0	5,1
1 % poudre de cellulose	8.000	11.000	330	250	0,5	0,3	105	213	5,6	5,6
1 % litière de Filao	11.000	9.000	500	552	0,3	0,6	177	303	5,8	5,8
1 % litière d'Acajou	12.000	10.000	1.170	1.210	0,3	0,6	252	324	5,7	5,7
1 % litière de Teck	6.000	6.000	860	1.010	0,1	0,6	290	454	6,2	6,2

TABLEAU VIII. — Caractéristiques biologiques et chimiques de deux sols gris reboisés en Teck

Caractéristiques étudiées	Forêt des Bayottes parcelle 1950 (2 février 1959)	Bignona (ancienne pépinière) (16 février 1959)
<i>Cycle du carbone :</i>		
Densité des germes cellulolytiques	1.920 ± 480	2.820 ± 160
Saccharase	393 ± 36	355 ± 11
Dégagement de CO ₂ en mg pour 100 g de sol	33 ± 2	38 ± 2
Carbone total pour mille	11,0 ± 0,6	9,6 ± 0,7
Coefficient de minéralisation du carbone	0,83 ± 0,06	1,09 ± 0,06
<i>Cycle de l'azote :</i>		
Densité des <i>Azotobacter chroococcum</i>	4	60 ± 60
Densité des Bactéries nitreuses	180 ± 60	1.200 ± 450
Azote minéral (mg/100 g sol)	2,3 ± 0,2	0,7 ± 0,1
Azote minéral + azote minéralisable (mg/100 g sol)	3,3 ± 0,2	2,1 ± 0,1
Azote total pour mille	1,01 ± 0,05	0,85 ± 0,05
Coefficient de minéralisation de l'azote	3,30 ± 0,25	2,58 ± 0,21
<i>Cycle du fer :</i>		
Densité des Bactéries minéralisant le fer organique sans le précipiter	102.000 ± 19.000	—
Densité des Bactéries minéralisant et précipitant le fer organique	9.100 ± 1.500	—
<i>Complexe absorbant :</i>		
Ca en m.é.q. par kg	17,8 ± 2,1	24,5 ± 4,1
Mg en m.é.q. par kg	6,5 ± 0,8	3,5 ± 0,7
K en m.é.q. par kg	1,2 ± 0,1	1,0 ± 0,1
Na en m.é.q. par kg	1,3 ± 0,1	1,3 ± 0,1
Total des bases en m.é.q. par kg (T)	26,6 ± 2,8	30,3 ± 3,7
Capacité de saturation en m.é.q. par kg (S)	49,4 ± 3,4	36,4 ± 3,3
Coefficient de saturation (V %)	53,3 ± 3,5	82,2 ± 3,3
<i>Autres caractéristiques :</i>		
Humidité au pF 4,2	4,3 ± 0,3	3,0 ± 0,3
pH	6,0 ± 0,4	5,9 ± 0,2

TABLEAU IX. — Caractéristiques biologiques de quelques sols faiblement ferrallitiques rouges convenant aux reboisements en Teck

Forêt	Forêt classée de Djibélor (Influence du défrichement)			Forêt classée de Bignona	
Végétation	Parcelle intacte de forêt hétérogène (E ₁ à E ₆)	Parcelle contiguë une semaine après défriche- ment (E ₂ à E ₁₀)	Différences significatives	Forêt hétérogène (R ₅ - R ₈)	Reboisement de Teck (B ₁)
<i>Cycle du carbone</i>					
Densité des germes cellulolytiques	3.210	1.220	— 1.990**	1.700	—
Saccharase	646	391	— 255 (tendance)	676	386
Dégagement de CO ₂ en mg pour 100 g de sol	59,2	95,6	+ 36,4*	79	47
Carbone total pour mille	14,7	13,8		12,5	9,2
Coefficient de minéralisation du carbone	1,1	2,0	+ 0,9**	1,7	1,4
<i>Cycle de l'azote</i>					
Densité des <i>Azotobacter chroococ-</i> <i>cum</i>				30	10
Densité des Bactéries nitreuses ..	40	70		660	20
Azote minéral (mg/100 g sol)	1,9	2,9	+ 1,0*		
Azote minéral + azote minérali- sable (mg/100 g sol)	4,7	6,1		4,5	2,1
Azote total pour mille	0,9	1,0		0,7	0,7
Coefficient de minéralisation de l'azote	5,3	6,4	+ 1,1 (tendance)	7,6	3,0
pH	5,7	5,8		5,7	5,7

Remarque. — Les chiffres concernant la forêt de Djibélor permettent une comparaison valable des parcelles juxtaposées car ils correspondent à des prélèvements effectués en nombre suffisant. Il n'en est pas de même pour la forêt de Bignona, où les données relatives à quelques prélèvements seulement n'ont qu'une valeur indicative.

— le coefficient de minéralisation du carbone est plus élevé ce qui explique la diminution du taux de carbone total.

— la quantité d'azote total, minéral et minéralisable est moins élevée.

— la densité des germes cellulolytiques est plus faible.

— le pH est très significativement supérieur de 0,3 ~~à~~ unité

L'interprétation de la chute relative de la densité des germes cellulolytiques est assez délicate. En effet, la décomposition de la litière de Teck étant plus rapide que celle de la forêt spontanée à *Parinari excelsa*, on devrait s'attendre à une prolifération intense de la microflore cellulolytique en Teckeraie. On observe, au contraire, une diminution de densité, d'ailleurs confirmée lors de l'étude expérimentale (tableau VIII). L'explication la plus plausible en serait que la microflore cellulolytique est, sous Teck, concurrencée par des micro-organismes non mis en évidence sur le milieu utilisé par exemple des Champignons, ou des groupements bactériens du type carboxyméthylcellulolytique dont ces sols sont fort bien pourvus.

C. — ETUDE EXPÉRIMENTALE DE LA MINÉRALISATION DE LA LITIÈRE DE *TECTONA GRANDIS* COMPARÉE A CELLE DE QUELQUES AUTRES ESSENCES.

Cette étude expérimentale, menée suivant la technique exposée dans une note antérieure (17) consiste à enrichir des échantillons de sol (il s'agit ici d'un sol faiblement ferrallitique de Djibelor) avec les litières des espèces suivantes finement pulvérisées et incorporées à la dose de 1 % :

— *Tectona grandis* (Teck).

— *Khaya grandifoliola* (Acajou à grandes feuilles).

— *Casuarina equisetifolia* (Filao).

auxquelles on compare la poudre de

De haut en bas :

Forêt classée des Bayottes : parcelle de teck de deux ans. On remarquera sur cette photo prise comme toutes les autres au mois de février, quatrième mois de la saison sèche, que les jeunes Teck ne sont pas encore défeuillés.

Pépinière de Bignona, parcelle de Teck de 4 ans.

Photos Dommergues.





Forêt classée des Bayolles ; parcelle de Teck de 8 ans avec l'un des cadres pour la détermination du tonnage de feuilles tombées.

Photo Dommergues.

vue, alarmant. Il fait, en effet, craindre un ralentissement important de la nutrition azotée des arbres au moment où les feuilles commencent à se décomposer. Cette immobilisation interviendrait effectivement en teckeraie, on l'a déjà signalée au paragraphe précédent. Mais elle y est certainement moins marquée que dans l'expérience de laboratoire dont nous donnons les résultats ici :

1°) Elle est limitée dans l'espace puisqu'elle est localisée à la zone de contact du sol et de la couverture morte.

2°) Elle est limitée dans le temps puisque l'on constate que l'azote minéral ainsi bloqué est libéré progressivement. L'examen du tableau VII, 6^e et 7^e colonnes, montre, en effet, que, pour le Teck, le taux d'azote minéral qui s'était effondré à 0,1 à la 4^e semaine remonte

à 0,6 à la 8^e semaine ; pour le Filao et l'Acajou les chiffres correspondant sont respectivement de 0,3 et 0,6.

L'accroissement important du pH observé en Teckeraie se retrouve ici avec la même netteté.

Notons enfin que nous n'avons pu mettre en évidence au cours de nos observations aucune influence significative du Teck sur la microflore du Fer.

C. — MESURES A PRENDRE POUR ACCROITRE ET MAINTENIR LE POTENTIEL PRODUCTIF DES SOLS DE TECKERAIE

Du faisceau d'observations que nous venons de rassembler, il est possible de déduire :

— que le teck est une essence particulièrement exigeante en éléments minéraux et notamment en calcium,

— que sa litière se décompose rapidement, la minéralisation du carbone organique sous Teck étant nettement plus active que sous la forêt naturelle demi-sèche à *Parinari excelsa*,

— que, par contre, le Teck freine sensiblement (mais sans l'inhiber) la minéralisation de l'azote organique.

Certaines de ces caractéristiques peuvent présenter, notamment dans des conditions marginales, des inconvénients dont il faut chercher à limiter les effets. Reprenons en détail l'une après l'autre chacune des trois conclusions où nous venons d'aboutir.

cellulose pure, les témoins étant constitués par les échantillons non enrichis. Les poudres de litière utilisées pour l'enrichissement ont été préparées à partir de feuilles mortes récoltées immédiatement après leur chute.

Les courbes de dégagement de CO₂ établies d'après les résultats d'analyses faites en 6 exemplaires (fig. 5) permettent de classer aisément les litières suivant leur indice de minéralisation du carbone. En premier lieu viennent le *Tectona grandis* (Teck) puis le *Khaya grandifoliola* (Acajou à grandes feuilles) dont la courbe très voisine de celle du Teck pendant les 3 premières semaines, diverge nettement par la suite. La minéralisation de la litière de *Casuarina equisetifolia* (Filao) est nettement plus lente. La litière de Teck se classe donc parmi celles qui donnent lieu à une minéralisation rapide du carbone ; ceci confirme de façon éclatante les observations effectuées sur le terrain.

Les dosages de saccharase (tableau VII) permettent d'établir un classement presque identique mettant aussi en évidence certaines ressemblances entre les litières de Teck et Acajou.

Les numérations de germes cellulolytiques soulignent l'effet relativement dépressif du Teck, signalé lors de la comparaison avec la forêt spontanée (tableau VI).

En ce qui concerne l'azote minéral on remarque un blocage très net de cet élément pour les trois types de litière. Le phénomène est, à première

Forêt classée des Bayottes :
parcelle de Teck de 8 ans.
Photo Dommergues.



1^o) LE TECK EST UNE ESSENCE EXIGEANTE.

Les analyses de feuilles ne font que confirmer le fait bien connu des forestiers que le Teck est une essence exigeante. On a donc tendance à installer les reboisements dans des sols riches, c'est-à-dire, la plupart du temps, à vocation agricole, ce qui n'est pas sans soulever des difficultés dans les zones où les terres de culture sont insuffisantes. Il est certain que les peuplements mis en place sur des sols médiocres ou dégradés démarrent péniblement mais, et ceci est un fait capital, au bout d'un nombre d'années plus ou moins long on obtient, en général, une amélioration sensible du taux de croissance. C'est que les peuplements ont alors réussi à concentrer en surface des éléments minéraux en quantité suffisante et sont entrés dans la phase à laquelle DE BEAUCORPS a donné le nom « d'autofertilisation » (4). Ce résultat ne fait que confirmer les observations de cet auteur sur les peuplements d'Eucalyptus au Maroc : « Le boisement d'Eucalyptus, comme tout peuplement forestier, prélève des bases dans l'ensemble du profil et les restitue uniquement en surface par l'intermédiaire de la litière végétale qu'il produit ; et l'on peut dire que, plus il consomme d'éléments minéraux, plus il enrichit les horizons de surface ». (18).

En fait, comme l'extension des boisements ne peut se concevoir actuellement, sauf exception, que sur des sols impropres aux cultures vivrières il est nécessaire d'envisager, pendant les premières années, l'emploi de fumures minérales dont le rôle est de permettre aux peuplements d'atteindre plus rapidement leur phase « d'autofertilisation » donc de rendement élevé.

Autre conséquence du caractère exigeant du Teck : les exportations en éléments minéraux dans une forêt régulièrement exploitée seront importantes. Exprimées en cendres totales elles s'élè-

veront à environ 60 Kg/ha/an. Ce chiffre a été obtenu en multipliant le rendement moyen en bois sec évalué à 10 t par ha et par an par la teneur en cendres du bois de Teck casamançais (0,6 %) *. Si l'on tient compte des écorces toujours riches en sels minéraux, et des houppiers, l'on peut estimer que l'exportation totale des éléments minéraux atteindrait 70 Kg/ha/an. Il n'est pas sans intérêt de comparer ces résultats avec ceux que donnent METRO et DE BEAUCORPS dans leur étude sur les Eucalyptus (18).

<i>Eucalyptus gomphocephala</i>	150 kg
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	110 kg
Hêtre d'après H. PERRIN)	34 kg
Culture d'avoine (grains et paille) (d'après H. PERRIN)	122 kg

Notons enfin que d'après BOUYER (8) une culture d'Arachide (gousses et fanes) produisant 1 t de gousses/ha — récolte moyenne au Sénégal — exporte par hectare environ 129 kg de matières minérales toujours exprimées en cendres totales **.

(*) Détermination effectuée par le laboratoire de l'Élevage à Hann-Dakar.

(**) « Ce mode d'expression des exportations minérales « sous forme des cendres obtenues par calcination modérée « est d'ailleurs bien conventionnel, car les bases se trouvent « alors sous forme de carbonates et l'azote organique a été « détruit ; c'est ainsi que dans les 129 kg de matière minérale, il faut compter 41 kg de carbonate de potassium, « 32 kg de carbonate de calcium, 25 kg de carbonate de magnésium et 10 kg de P_2O_5 , soit au total 108 kg ; la « différence 129 — 108 = 21 kg correspond aux autres

« anions et cations qui se trouvent en quantité moins « importante dans les cendres » (S. BOUYER).

D'après HENRY (13), les cendres provenant des troncs d'essences européennes auraient approximativement la composition suivante :

K_2O	10 à 15 %
CaO	60 à 80 %
MgO	4 à 6 %
Fe_2O_3	1 à 2 %
P_2O_5	3 à 7 %
SiO_2	2 à 10 %

Bien entendu, on n'a pas encore signalé en Casamance des phénomènes d'épuisement de sol puisque les arbres plantés jusqu'à présent n'ont nulle part atteint les dimensions d'exploitabilité, mais il est évident que des baisses de rendement pourraient apparaître dans l'avenir sur des sols à réserves minérales insuffisantes.

2°) LA LITIÈRE DE TECK STIMULE EXAGÉRÉMENT LA MINÉRALISATION DU CARBONE ORGANIQUE.

Si le stock de matière organique sous Teckeraie est bien supérieur à ce qu'il est dans les terrains de culture, puisque le taux de carbone est presque doublé après reboisement (tableau V), il est nettement moins élevé que sous les formations spontanées homologues que l'on considère comme base de référence. La comparaison effectuée à Mandoire-Bignona (tableau VI) met en évidence une différence de 25 % en faveur de la forêt spontanée. Ceci s'explique par l'existence sous Teck d'un coefficient de minéralisation du carbone relativement élevé qui serait la conséquence de la richesse des feuilles de Teck, en calcium et en substances hydrocarbonées facilement fermentescibles. Or, la **disparition trop rapide de la matière organique doit être évitée à tout prix en milieu tropical**. Il semble,

Dégagement cumulé de CO_2

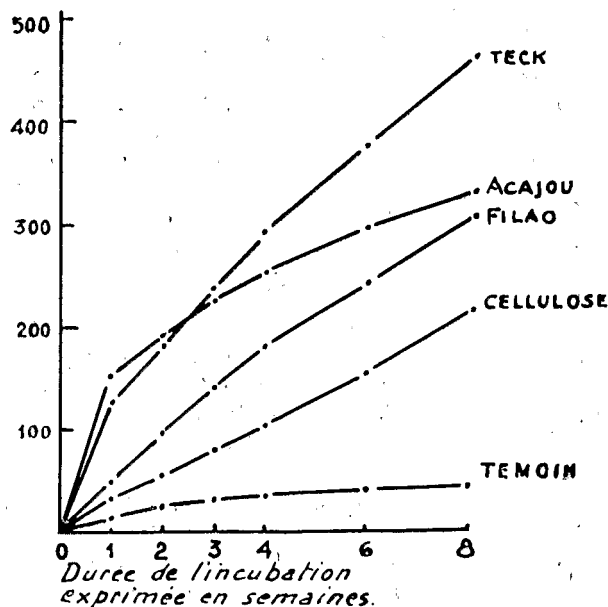


FIG. 5. — Courbes cumulées de dégagement de CO_2 d'un sol rouge faiblement ferrallitique non enrichi (témoin), enrichi en poudre de cellulose pure, enrichi en litières de Filao (*Casuarina equisetifolia*), Acajou à grandes feuilles (*Khaya grandifoliola*) Teck (*Tectona grandis*).

Pour le calcul du dégagement de CO_2 dans les échantillons enrichis, on a déduit du chiffre observé le chiffre correspondant aux témoins non enrichis.

mais cette hypothèse devra être vérifiée par la suite, que la rapidité de minéralisation de la matière organique sous Teck soit responsable d'une dégradation faible mais cependant sensible de la structure du sol sous ces peuplements. Un remède à cet état de chose consisterait à mélanger au Teck des espèces à minéralisation **un peu plus lente**: le *Khaya grandifoliola* préconisé par BELLOUARD, serait à recommander puisque sa courbe de minéralisation (fig. 5) se trouve sensiblement décalée par rapport à celle du Teck.

3°) LA LITIÈRE DE TECK FREINE LA MINÉRALISATION DE L'AZOTE.

Il n'existe pas de parallélisme obligatoire entre les processus de minéralisation du carbone et ceux de l'azote. Ce fait, déjà rencontré à l'occasion d'études agronomiques antérieures, reçoit ici une nouvelle confirmation.

Pour améliorer la minéralisation de l'azote en Teckeraie, on peut envisager soit l'introduction en mélange ou en sous-étage d'une essence produisant une matière organique susceptible d'accroître le stock du sol en azote minéralisable, soit l'apport d'engrais azotés du type urée-formaldéhyde.

Si la 2^e technique peut être mise au point sans trop de difficulté la première, bien que beaucoup plus séduisante a priori, nécessite par contre des tâtonnements assez longs ; en effet, l'introduction d'une essence dont la litière activerait la minéralisation de l'azote risque d'accélérer en même temps celle du carbone, qui dans le cas du Teck est déjà trop rapide. Il faudrait donc en principe, découvrir une espèce où une association d'espèces capables d'accroître le stock d'azote total, minéral et minéralisable, tout en fournissant une matière organique à minéralisation du carbone progressive. On conçoit aisément les difficultés que soulève une telle mise au point.

REMARQUE AU SUJET DE LA METHODE DITE « TAUNGYA »

Cette méthode, déjà décrite sommairement, consiste à planter le Teck en même temps que le riz de montagne après abattage et destruction par le feu de la végétation forestière spontanée. L'influence d'un brûlis effectué dans ces conditions en forêt de Djibelor est analysée dans les trois premières colonnes du tableau IX. Ces résultats confirment la plupart de ceux que nous avons déjà obtenus dans la forêt de la falaise orientale malgache (9). Le feu diminue considérablement l'activité de la microflore cellulolytique et abaisse le taux de saccharase, mais **accélère la minéralisation du carbone et celle de l'azote**. En d'autres termes, il mobilise brusquement les éléments nutritifs du sol qui sont en partie utilisés par le riz ou lessivés,

le Teck ne disposant parfois que d'une fraction des éléments ainsi libérés ; c'est pourquoi l'emploi d'engrais est vivement conseillé chaque fois que

l'on utilise la méthode Taungya si l'on veut obtenir un démarrage correct du peuplement forestier.

III. — AVENIR DU TECK EN CASAMANCE.

On a vu que les premiers boisements de Teck en Casamance avaient été installés sur des sols gris. Mais ces terrains ont une vocation agricole incontestable et le reboiseur doit se contenter, la plupart du temps, de sols rouges (tableau IX) où le démarrage des plantations est souvent très lent. Nous avons montré que, dans ce cas, l'application de fumures minérales appropriées dans les premières années pourrait réduire considérablement la phase de latence.

Le maintien et l'accroissement de la productivité

des Teckeraies seront assurés si le sylviculteur adopte l'emploi d'engrais et s'il parvient à introduire en mélange, par bouquets ou en sous-étage, des essences enrichissant le sol en azote minéral et minéralisable tout en conservant le stock de matière organique. Une expérimentation méthodique vient d'être entreprise en Casamance pour déterminer les doses et formules d'engrais à employer et essayer l'introduction d'espèces présentant des caractéristiques définies ci-dessus.

ANNEXE

DÉFINITION DES CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES ÉTUDIÉES

a) Cycle de l'azote.

L'étude de l'évolution de l'azote et plus particulièrement de sa minéralisation présente un grand intérêt, car cet élément constitue souvent le facteur limitant dans les sols tropicaux.

1°) Fixation de l'azote en aérobiose.

Les densités des *Azotobacter chroococcum*, caractéristiques des sols basiques ou peu acides, sont exprimées en nombre de micro-colonies par gramme de sol.

2°) Ammonification et nitrification.

a) La densité des Bactéries nitreuses est exprimée en nombre de micro-colonies par gramme de sol.

b) La quantité d'azote minéral — azote ammoniacal + azote nitrique — est exprimée en mg d'azote pour 100 g de sol.

c) La quantité d'azote minéralisable — c'est-à-dire de l'azote ammoniacal et de l'azote nitrique apparaissant dans un échantillon après une incubation de 28 jours à 30°C — est exprimée en mg d'azote pour 100 g de sol.

3°) Azote total pour mille.

4°) Coefficient de minéralisation de l'azote.

C'est le pourcentage d'azote du sol qui existe sous forme minérale ou minéralisable. Ce coefficient permet de comparer facilement l'intensité des phénomènes de minéralisation dans des sols dont les taux d'azote total sont différents.

b) Cycle du carbone.

1°) Cellulolyse.

La densité des germes cellulolytiques aérobies est exprimée en nombre de micro-colonies par gramme de sol.

2°) Dégradation des sucres en C_{12} .

Le taux de saccharase est exprimé par le nombre de mg de sucres réducteurs provenant du dédoublement de 10 g de saccharose sous l'action de l'enzyme contenu dans 100 g de sol étudié.

3°) Carbone total exprimé pour mille.

4°) Coefficient de minéralisation du carbone.

C'est le rapport $\frac{C - CO_2}{C} \times 100$:

— où $C - CO_2$ représente la quantité, exprimée en mg de carbone, de gaz carbonique dégagé en 7 jours par un échantillon de 100 g de sol.

— où C_{total} représente le carbone total exprimé également en mg pour 100 g de sol.

Ce coefficient qui est, pour le cycle du C, le pendant du coefficient de minéralisation de l'azote, permet de comparer facilement les phénomènes de minéralisation dans des sols à teneurs en C différentes.

c) Activité globale du sol.

Le dégagement d'anhydride carbonique d'un sol est fonction de nombreux facteurs, en particulier de l'abondance de la microflore totale et de l'importance des réserves en substances hydrocar-

bonées facilement fermentescibles. La quantité de CO₂ dégagée en 7 jours est exprimée en mg de CO₂ pour 100 g de sol.

d) Cyclé du fer.

La densité des Bactéries minéralisant ce fer organique sans le précipiter et la densité des bactéries

minéralisant et précipitant le fer sont exprimées en nombre de germes par gramme de sol, la lecture étant faite au 14^e jour.

e) pH.

Le pH est mesuré au pHmètre Radiometer sur pâte de sol.

BIBLIOGRAPHIE

1. AUBREVILLE (A.), 1948. — La Casamance. *Agronomie tropicale*, III, 1-2, p. 25-52.
2. AUBREVILLE (A.), 1950. — Flore forestière soudano-guinéenne. *Société d'Éditions géographiques maritimes et coloniales*, Paris.
3. AUBREVILLE (A.), 1949. — Climat, forêts et désertification de l'Afrique tropicale. *Société d'Éditions géographiques maritimes et coloniales*, Paris.
4. BEAUCORPS (G. de), 1959. — Rapports entre les peuplements d'Eucalyptus et les sols sableux de la Mamora et du Rharb. *Annales de la Recherche Forestière du Maroc*, 5, 216 p.
5. BECKING (J. H.), 1952. — La technique de l'exploitation forestière dans les forêts de Tecks de Java. Travaux de la Conférence Scientifique des nations unies pour la Conservation et l'utilisation des ressources naturelles. Août, sept. 1949. Dept des questions économiques New-York, V, p. 130-140.
6. BEGUE (L.), 1956. — La première session de la sous-commission du Teck de l'organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture à Bangkok. *Bois et Forêts des Tropiques*, 48, p. 7-19.
7. BELOUARD (P.), 1956. — Le Teck en A. O. F. (non publié).
8. BOUYER (S.), 1949. — Croissance et nutrition minérale de l'Arachide. *Agronomie Tropicale*, IV, 5, 6 p. 229-266.
9. DOMMERGUES (Y.), 1952. — Influence du défrichement de forêt suivi d'incendie sur l'activité biologique du sol. *Mémoires Institut Scientifique, Madagascar*, D, IV, 2, p. 273-295.
10. DROUINEAU (G. et LEFÈVRE (G.), 1949. — Première contribution à l'étude de l'azote minéralisable des sols. *Annales agronomiques*, 19 p.
11. DUCHAUFOR (Ph.), 1954. — Evolution des sols forestiers en liaison avec la végétation forestière. *Revue forestière française*, II, p. 642-646.
12. FAUCK (R.), 1955. — Etude pédologique de la région de Sedhiou (Moyenne Casamance). *Agronomie tropicale*, X, 6, p. 753-93.
13. HENRY (E.), 1908. — Les sols forestiers. Berger, Levrault, Nancy.
14. LANIER (L.), 1959. — Forêts artificielles en Moyenne Côte d'Ivoire. *Revue forestière française*, 8-9, p. 592-664.
15. LAUDELOUT (H.) et MEYER (J.), 1954. — Les cycles d'éléments minéraux et de matière organique en forêt équatoriale congolaise. 5^e congrès international de la Science du sol. Léopoldville, II, p. 267-72.
16. LUTZ (H. J.) et CHANDLER (R. F.), 1951. — Forest soils. John Wiley et Sons, New-York.
17. MAHEUT (J.) et DOMMERGUES (Y.), 1959. — La fixation par le reboisement des dunes de la presqu'île du Cap Vert et l'évolution biologique des sols. *Bois et Forêts des Tropiques*, 63, p. 3-16.
18. METRO (A. E.) et DE BEAUCORPS (G.), 1958. — Influence des peuplements d'Eucalyptus sur l'évolution des sols sablonneux du Rharb. *Fertilité*, 4, p. 3-13.
19. PHILIPPOT (A.), 1956. — Le Teck en Casamance. *Centre Technique Forestier Tropical*, Nogent-sur-Marne (Rapport non publié).
20. POCHON (J.) et BARJAC (H. de). — Traité de microbiologie des sols. Masson, Paris.
21. SARLIN (P.), 1959. — Le Teck et les sols en Casamance. *Centre Technique Forestier Tropical*, Nogent-sur-Marne (non publié).
22. TROUP (R. S.), 1921. — The Sylviculture of Indian trees. Clarendon Press ; Oxford.