

PUBLICATIONS DE L'INSTITUT NATIONAL
POUR L'ÉTUDE AGRONOMIQUE DU CONGO BELGE
(I. N. É. A. C.)

RECHERCHES
SUR
LA TRANSPIRATION
ET
LE BILAN D'EAU
DE QUELQUES PLANTES TROPICALES

(Palmier à huile, Caféier, Cacaoyer, etc.)

PAR

A. RINGOET

Ingenieur chimiste agricole Lv.
Docteur en sciences botaniques Lv.
Chef du Laboratoire de Physiologie végétale de l'I.N.É.A.C.
à Yangambi.

SÉRIE SCIENTIFIQUE N° 56
1952

PRIX : 140 FR.

INSTITUT NATIONAL POUR L'ÉTUDE AGRONOMIQUE DU CONGO BELGE

I. N. É. A. C.

(A. R. du 22-12-33 et du 21-12-39).

L'INEAC, créé pour promouvoir le développement scientifique de l'agriculture au Congo belge, exerce les attributions suivantes :

1. Administration de Stations de recherches dont la gestion lui est confiée par le Ministère des Colonies.

2. Organisation de missions d'études agronomiques et formation d'experts et de spécialistes.

3. Études, recherches, expérimentation et, en général, tous travaux quelconques se rapportant à son objet.

Administration :

A. COMMISSION.

Président :

M. GODDING, R., ancien Ministre des Colonies.

Vice-Président :

M. JURION, F., Directeur Général de l'I. N. E. A. C.

Secrétaire :

M. LEBRUN, J., Secrétaire Général de l'I. N. E. A. C.

Membres :

MM. BOUILLENNE, R., Membre de l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique;

BRIEN, P., Membre de l'Institut Royal Colonial Belge;

DEBAÛCHE, H., Professeur à l'Institut Agronomique de Louvain;

DE WILDE, L., Professeur à l'Institut Agronomique de l'Etat, à Gand;

DUBOIS, A., Directeur de l'Institut de Médecine Tropicale « Prince Léopold »;

DUMON, A., Professeur à l'Institut Agronomique de l'Université Catholique de Louvain;

GEURDEN, L., Professeur à l'École de Médecine Vétérinaire de l'Etat, à Gand;

GILLIEAUX, P., Membre du Comité Cotonnier Congolais;

GUILLAUME, A., Secrétaire Général du Comité Spécial du Katanga;

HARROY, J.-P., Secrétaire Général de l'Institut pour la Recherche Scientifique en Afrique Centrale;

HELBIG DE BALZAC, L., Président du Comité National du Kivu;

HENRRARD, J., Directeur de l'Agriculture, Forêts, Elevage et Colonisation, au Ministère des Colonies;

HOMÈS, M., Professeur à l'Université de Bruxelles;

LAUDE, N., Directeur de l'Institut Universitaire des Territoires d'Outre-Mer, à Anvers;

MAYNÉ, R., Professeur à l'Institut Agronomique de l'Etat, à Gembloux;

OPSOMER, J., Professeur à l'Institut Agronomique de Louvain;

PEETERS, G., Professeur à l'Université de Gand;

PONCELET, L., Météorologiste à l'Institut Royal Météorologique, à Uccle;

ROBYNS, W., Membre de l'Académie Royale Flamande des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique;

SCHOENAERS, F., Professeur à l'École de Médecine Vétérinaire de l'Etat, à Cureghem;

SIMONART, P., Professeur à l'Université Catholique de Louvain;

STANER, P., Inspecteur Royal des Colonies, au Ministère des Colonies;

STOFFELS, E., Professeur à l'Institut Agronomique de Gembloux;

TULIPPE, O., Professeur à l'Université de Liège;

VAN DE PUTTE, M., Membre du Conseil Colonial;

VAN STRAELEN, V., Président de l'Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge;

WILLEMS, J., Administrateur-Directeur du Fonds National de la Recherche Scientifique.

PUBLICATIONS DE L'INSTITUT NATIONAL
POUR L'ÉTUDE AGRONOMIQUE DU CONGO BELGE
(I. N. É. A. C.)

RECHERCHES
SUR
LA TRANSPIRATION
ET
LE BILAN D'EAU
DE QUELQUES PLANTES TROPICALES
(Palmier à huile, Caféier, Cacaoyer, etc.)

PAR

A. RINGOET

Ingénieur chimiste agricole Lv.

Docteur en sciences botaniques Lv.

Chef du Laboratoire de Physiologie végétale de l'I.N.É.A.C.
à Yangambi.

SÉRIE SCIENTIFIQUE N° 56

1952

PRIX : 140 FR.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION	5
PREMIÈRE PARTIE. — ÉTUDE CRITIQUE DES MÉTHODES DE MESURE DE	
LA TRANSPIRATION	7
CHAPITRE I. — Les méthodes de mesure de la transpiration et leur portée	
écologique	7
§ 1. Les méthodes de mesure	7
§ 2. Portée écologique de ces méthodes	8
CHAPITRE II. — Mesure de la transpiration par potométrie	9
CHAPITRE III. — Mesure de la transpiration par la pesée de fragments de	
plante (méthode de STOCKER)	15
CHAPITRE IV. — Mesure de transpiration par pesée de la plante entière ...	21
CHAPITRE V. — Valeur comparative des différentes méthodes	30
§ 1. Comparaison entre les méthodes par potométrie et par pesée	
de fragments de plante	31
§ 2. Comparaison entre les méthodes par pesée de fragments de	
plante ou de plantes entières	33
§ 3. La méthode potométrique et la pesée de plantes en pots	43
§ 4. Conclusions générales	43
DEUXIÈME PARTIE. — ÉTUDE ÉCOLOGIQUE DE LA TRANSPIRATION	44
CHAPITRE I. — Conditions expérimentales	44
§ 1. Les facteurs du milieu étudiés	44
§ 2. Méthodologie des recherches	51
CHAPITRE II. — Recherches sur le palmier à huile (<i>Elæis guineensis</i> JACQ.)	55
§ 1. Rythme de la transpiration journalière	55
§ 2. Variation saisonnière de la transpiration	65
§ 3. Influence de l'ombrage sur la transpiration	67
§ 4. Influence de l'humidité du sol sur la transpiration	68
CHAPITRE III. — Recherches sur <i>Palisota thyrsiflora</i> BENTH	73
§ 1. Rythme de la transpiration journalière	73
§ 2. Variation saisonnière de la transpiration	74
§ 3. Influence de l'humidité du sol sur la transpiration	76
CHAPITRE IV. — Recherches sur le Caféier robusta (<i>Coffea Canephora</i>	
PIERRE)	77
§ 1. Rythme de la transpiration journalière	77
§ 2. Influence de l'humidité du sol sur la transpiration	78
CHAPITRE V. — Recherches sur le Cacaoyer (<i>Theobroma Cacao</i> L.) ...	80
§ 1. Rythme de la transpiration journalière	80
§ 2. Influence de l'humidité du sol sur la transpiration	81

	Pages
CHAPITRE VI. — Recherches sur <i>Paspalum conjugatum</i> BERG. et <i>Pueraria javanica</i> BENTH	83
§ 1. <i>Paspalum conjugatum</i>	84
§ 2. <i>Pueraria javanica</i>	86
CHAPITRE VII. — Conclusions	87
§ 1. Rythme de la transpiration journalière	87
§ 2. Variation saisonnière de la transpiration	90
§ 3. Influence de l'ombrage sur la transpiration	91
§ 4. Influence de l'humidité du sol sur la transpiration	91
TROISIÈME PARTIE. — LE RÔLE ET L'IMPORTANCE DE L'EAU DANS LA PLANTE	93
CHAPITRE I. — Le fonctionnement stomatique	93
§ 1. But et méthode des recherches	93
§ 2. Exposé et discussion des résultats	94
CHAPITRE II. — Utilisation directe de l'eau météorique par les organes aériens	96
§ 1. But et portée des recherches	96
§ 2. Expérience sur feuilles coupées (<i>Elæis guineensis</i>)	97
§ 3. Expérience sur plantes entières (<i>Theobroma Cacao</i>)	97
CHAPITRE III. — L'hydratation des tissus et son évolution dans le temps	98
§ 1. Variation journalière du poids frais	98
§ 2. Variation de l'hydratation moyenne journalière	100
CHAPITRE IV. — Croissance des végétaux en fonction de l'humidité du sol	100
§ 1. Principes expérimentaux	100
§ 2. Expérience en bacs remplis de sable	101
§ 3. Expériences en récipients remplis de terre sans percolation ...	107
§ 4. Expériences en bacs remplis de terre avec percolation	108
§ 5. Expérience en pleine terre	111
QUATRIÈME PARTIE. — RECHERCHES SUR LE BILAN D'EAU DU PALMIER A HUILE (<i>Elæis guineensis</i> JACQ.)	114
CHAPITRE I. — Les éléments d'un bilan hydrique local	114
§ 1. Actif du bilan hydrique	114
§ 2. Passif du bilan hydrique	120
CHAPITRE II. — Coefficients de transpiration du palmier à huile	123
CHAPITRE III. — Transpiration et bilan d'eau du palmier et d'une palmeraie	126
§ 1. Méthodes de calcul	126
§ 2. Données quantitatives	128
§ 3. Bilan d'eau du palmier	130
§ 4. Bilan d'eau d'une palmeraie	131
BIBLIOGRAPHIE	137

RECHERCHES
SUR
LA TRANSPIRATION ET LE BILAN D'EAU
DE QUELQUES PLANTES TROPICALES

INTRODUCTION.

Le présent mémoire relate des recherches qui ont été effectuées de 1946 à 1949 à la Division de Physiologie de l'I.N.É.A.C. à Yanguambi.

Ces recherches ont porté sur le problème de l'eau en tant qu'élément indispensable à la vie végétale. Il semblerait que ce facteur, dans un climat équatorial comme celui de la région qui nous intéresse, ne revête point une signification aussi importante que dans des régions à pluviosité médiocre. En réalité, il n'en est rien. Si la pluviosité est élevée dans les régions équatoriales, elle peut être mal répartie au cours de l'année. Des périodes critiques se dessinent avec plus ou moins de régularité. D'autre part, les éléments du climat qui accélèrent la consommation d'eau ou qui activent sa circulation dans le milieu atteignent souvent des valeurs énormes.

Ces considérations justifient l'intérêt de notre étude. En effet, si le problème du bilan de l'eau dans les régions tempérées a déjà fait l'objet de recherches nombreuses; si même l'étude de la transpiration et de l'hydratation des plantes dans les régions arides a souvent attiré l'attention des physiologistes, il n'en va pas de même dans les pays équatoriaux. L'économie en eau des plantes dans des régions de ce genre constitue encore un domaine pratiquement inexploré. Nos travaux se sont poursuivis dans le cadre d'un Centre de Recherches à caractère agronomique. On comprend dès lors qu'ils portent sur des végétaux cultivés et dans un milieu cultural.

Notre mémoire revêt ainsi la signification d'une recherche à caractère scientifique, appliquée à des fins économiques.

Nous remplissons un agréable devoir en exprimant notre reconnaissance à MM. les Membres du Comité de Direction de l'I.N.É.A.C., et notamment à M. F. JURION, son Directeur général, ainsi qu'aux membres dirigeants de cette institution, qui ont permis ces recherches et nous ont guidé dans nos travaux.

Nous exprimons particulièrement notre gratitude à M. G. GILBERT, Chef de la Section scientifique à Yangambi; à M. J. HENRY, Chef de la Section agronomique, qui nous ont souvent assisté de leurs conseils, et à nos confrères, MM. BERNARD, BULTOT, CROEGAERT, FOCAN, FRIPIAT, GERMAIN, LÉONARD, MOLLE, MOUREAU, OLDENHOVE, PICHEL, THIRION, VANDERWEYEN, qui tous nous ont aidé à des titres divers.

Notre très vive gratitude va également à M. V. HOMÈS, Professeur à l'Université Libre de Bruxelles, à qui nous devons, pour une bonne part, notre formation en Physiologie végétale. Au cours de plusieurs séjours en Afrique, à la Division de Physiologie, qu'il a organisée et dirigée, M. le Professeur HOMÈS s'est vivement intéressé à nos recherches; il nous a largement fait profiter de ses directives et de ses conseils. Lors de la rédaction du présent mémoire, il a bien voulu revoir notre documentation et nous fournir de nombreuses et précieuses indications.

Enfin, nous exprimons toute notre reconnaissance à MM. les Professeurs, Membres du Jury de l'Épreuve du Doctorat en Sciences Botaniques, qui ont daigné examiner notre mémoire et nous faire profiter de leurs conseils avisés. Nous citerons spécialement M. le Professeur J. LEBRUN, qui a bien voulu accepter la tâche de diriger la rédaction du présent travail.

Yangambi, 1946-1949.

Louvain, Laboratoire d'Ecologie végétale,
juillet 1950.

PREMIÈRE PARTIE

**Étude critique des méthodes de mesure
de la transpiration.**

CHAPITRE PREMIER.

**LES MÉTHODES DE MESURE DE LA TRANSPIRATION
ET LEUR PORTÉE ÉCOLOGIQUE.**

§ 1. LES MÉTHODES DE MESURE.

Les méthodes classiques de mesure de la transpiration se basent soit sur la perte, soit sur l'absorption d'eau par la plante.

1. Les méthodes qui s'appuient sur la mesure de la perte d'eau sont les suivantes :

a) Méthode par pesée de la plante entière.

La plante dont on se propose de suivre la transpiration est cultivée dans un récipient à parois étanches. L'évaporation de la surface libre du substrat qu'il renferme est soit empêchée par un couvercle quelconque imperméable et qui livre uniquement passage au végétal étudié, soit éliminée par évaluation de la valeur de cette évaporation par pots témoins dépourvus de plantes. Le récipient est pesé à intervalles réguliers et la chute de poids correspond donc à la perte d'eau par transpiration (BRIGGS et SHANTZ, 1915).

b) Méthode par pesée de fragments de plante.

Un fragment de plante, une feuille le plus souvent, est prélevé et pesé immédiatement. Une seconde pesée est effectuée après un très court temps d'exposition (deux minutes généralement) de ce fragment dans son ambiance normale. L'écart entre ces deux pesées mesure la quantité d'eau transpirée pendant le laps de temps considéré (STOCKER, 1929).

c) **Méthode au papier-cobalt.**

Un ruban de papier imbibé d'une solution de chlorure de cobalt et préalablement séché est appliqué à la surface de l'organe dont on désire évaluer la transpiration. L'intensité de l'émission de vapeur d'eau par les stomates peut être évaluée selon la rapidité du virage de la coloration du papier au cobalt, dont la teinte, comme on le sait, varie du bleu à l'orange selon son degré d'humidité (LIVINGSTON et SHREVE, 1916).

d) **Méthode par mesure directe.**

La plante est placée sous une cloche en verre hermétique. Un hygromètre enregistre directement l'augmentation de la tension de vapeur d'eau à l'intérieur de la cloche; ou encore, la vapeur d'eau émise par la plante est absorbée par des substances exsiccatrices, comme le chlorure de chaux ou l'acide sulfurique, dont la différence en poids, avant et après l'expérience, mesure la quantité d'eau émise par la plante (ARLAND, 1924).

2. La méthode de mesure de la transpiration par *potométrie* est la seule qui soit basée sur l'absorption d'eau par la plante. Elle postule une relation directe entre les quantités d'eau absorbées et transpirées. Un fragment de végétal est fixé à l'extrémité d'un tube capillaire. Le déplacement d'une colonne d'eau, dans la lumière du tube, mesure l'intensité et la vitesse de transpiration du fragment de végétal considéré (HAINES, 1928).

§ 2. PORTÉE ÉCOLOGIQUE DE CES MÉTHODES.

L'étude des fonctions des végétaux dans leur milieu naturel requiert l'emploi de méthodes qui modifient aussi peu que possible le jeu des divers facteurs de l'environnement.

a) A cet égard, la mesure de la transpiration par pesée de plantes entières ne peut être admise, puisqu'elle postule la transplantation du végétal dans un substrat nécessairement modifié ou tout au moins altéré. Elle conserve néanmoins sa valeur, si elle est utilisée conjointement avec d'autres méthodes mieux adaptées à l'emploi sur le terrain. C'est la méthode physiologique par excellence.

b) La méthode au papier cobalt demeure surtout un moyen de démontrer la réalité de la transpiration, malgré diverses tentatives en vue de la transformer en une mesure quantitativement exacte. Elle se heurte, de toute façon, dans les régions tropicales, à des difficultés particulières inhérentes à l'humidité atmosphérique très élevée.

c) Les méthodes par pesée de fragments de plante et par potométrie ont l'une et l'autre reçu de larges applications écologiques. C'est pourquoi nous allons leur consacrer un développement plus important. Nous reviendrons ultérieurement sur la méthode par pesée des plantes entières.

CHAPITRE II.

MESURE DE LA TRANSPIRATION PAR POTOMÉTRIE.

1. Intérêt de la méthode.

a) Un grand avantage de la potométrie réside dans la possibilité de multiplier les observations sans augmenter pour autant le nombre des observateurs.

b) Elle offre, en général, le double intérêt de la multiplicité et de la continuité des lectures. Cet avantage permet un calcul plus précis de la valeur moyenne de la transpiration.

2. Inconvénients de la méthode.

a) Son inconvénient majeur est que les fragments de plantes utilisés sont placés dans des conditions très éloignées de la réalité. Les tiges et les feuilles coupées ont la possibilité de se saturer d'eau, ce qui n'est certainement pas leur état normal. Cette remarque diminue beaucoup l'intérêt écologique de la méthode potométrique.

b) Un deuxième inconvénient réside dans la difficulté que présente son application à la généralité des végétaux. Comme certains auteurs l'ont fait remarquer, des feuilles coupées se fanent très vite et doivent être remplacées après un court laps de temps (CHODAT et KANN, 1931).

Cette fanaison résulterait d'un affaissement des vaisseaux dans les tissus jeunes ou chez les plantes à vaisseaux peu différenciés. Elle est surtout sensible dans les régions tropicales. La potométrie perd de ce fait une grande partie de son intérêt, car elle ne permet plus, lorsque ce phénomène se manifeste, une observation continue et de nombreuses répétitions.

c) Un troisième inconvénient réside dans le fait que beaucoup de végétaux sont difficiles à insérer d'une manière hermétique à l'extrémité du tube capillaire, même si l'on fait usage d'un manchon en caoutchouc. Chez le palmier à huile, par exemple, le pétiole de la foliole se termine par un bourrelet fortement induré et asymétrique, qui rend aléatoire l'étanchéité de l'ajutage.

3. Appareil.

Le potomètre employé au cours de nos recherches est du modèle extrêmement simple, décrit par HAINES (RINGOET, 1947). Cet appareil consiste en un tube capillaire gradué ou une simple pipette. La plante est insérée d'une manière hermétique à l'extrémité du tube, à l'aide d'un tuyau en caoutchouc « à vide ». L'appareil est fixé par deux

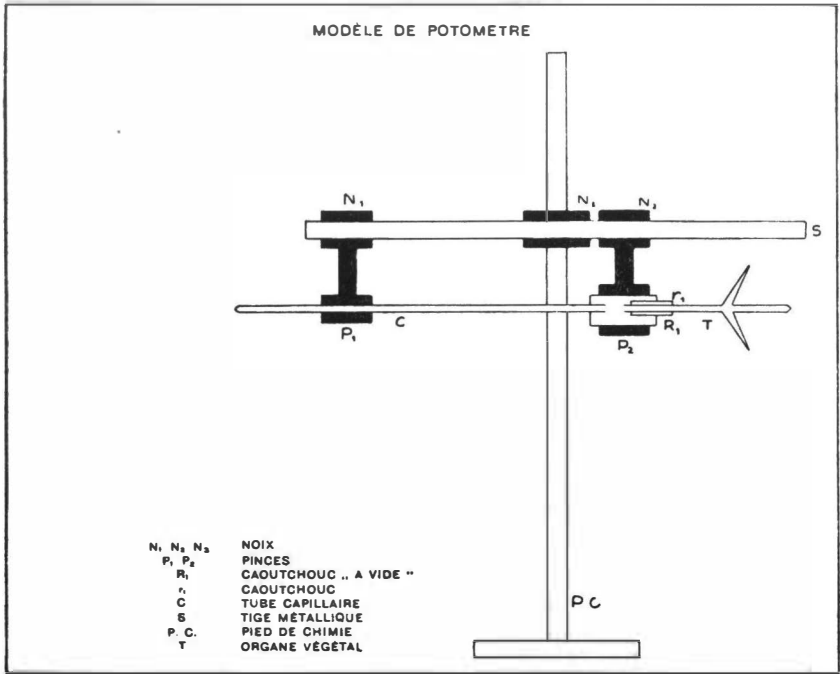


FIG. 1.

pinces, trois noix et une tige métallique, à un pied de chimie qu'on peu déplacer facilement (fig. 1). En périodes de transpiration intense, l'installation peut être améliorée par l'emploi d'un entonnoir relié au tube capillaire par un T en verre, qui permet le réapprovisionnement de l'appareil en eau (fig. 2).

4. Critique de la méthode.

La méthode se fonde sur le postulat d'une relation directe entre les quantités d'eau absorbées et transpirées. Plusieurs auteurs ont démontré qu'il n'y a aucune équivalence entre la transpiration et l'absorption à la section de l'organe coupé (LLOYD, 1912). Certains auteurs ont même prétendu mesurer en même temps l'absorption et la transpiration, la première par la perte d'eau dans le tube capil-

laire et la transpiration par la perte de poids de l'ensemble instrument- plante (VESQUE, 1878). Cette dernière, en effet, perd de l'eau au détriment de son hydratation initiale. Cette inégalité entre les deux phénomènes n'exclut pas l'existence d'un rapport possible.

A Yangambi, nous avons essayé d'estimer la valeur du rapport « perte d'eau par transpiration - absorption d'eau par l'organe

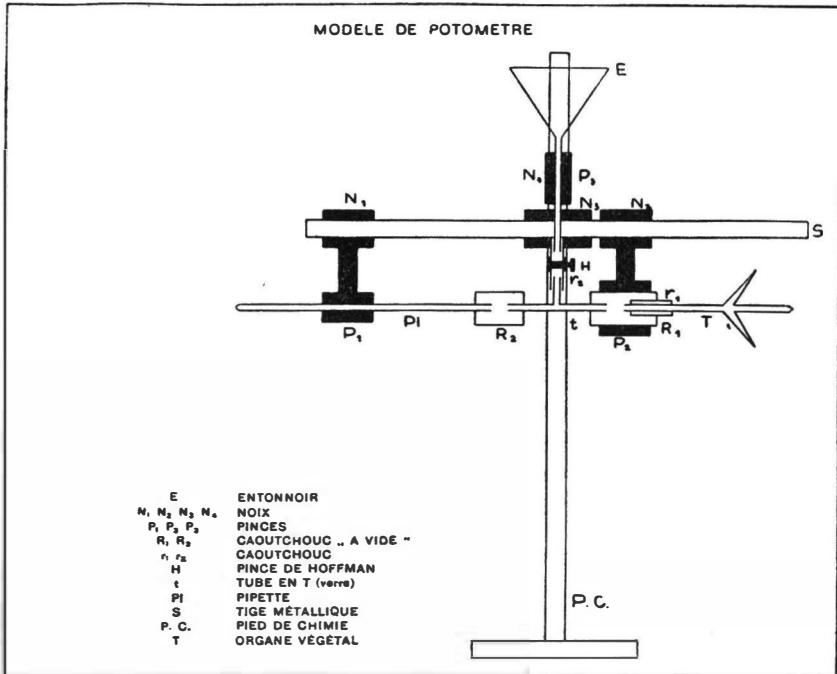


FIG. 2.

coupé » pour le palmier à huile. Cette estimation est très délicate : il s'agit de peser l'appareil pendant les mesures de transpiration par potométrie. Nous avons pu obtenir quelques indications qui nous permettent d'établir le tableau suivant :

TABLEAU I.

Rapport entre la perte et l'absorption d'eau d'un organe végétal coupé.

a) Pendant la nuit; b) pendant le jour.

Indications horaires : heures écoulées depuis l'ablation de l'organe.

Heures	1h10m	—	—	—	—	3h35m	—	—	14h20m
(a)	1,65	—	—	—	—	1,41	—	—	1,82
Heures	0h20m	0h45m	0h60m	1h25m	1h45m	5h15m	6h15m	6h40m	7h
(b)	0,30	2,59	3,34	2,69	4,76	5,03	2,34	2,62	2,95

Les chiffres dans les première et troisième rangées indiquent les temps écoulés après le sectionnement de la foliole et la fixation dans l'appareil. Les deuxième et quatrième rangées représentent les rapports entre la transpiration et l'absorption pendant les périodes indiquées. Les mesures de la deuxième rangée sont obtenues pendant

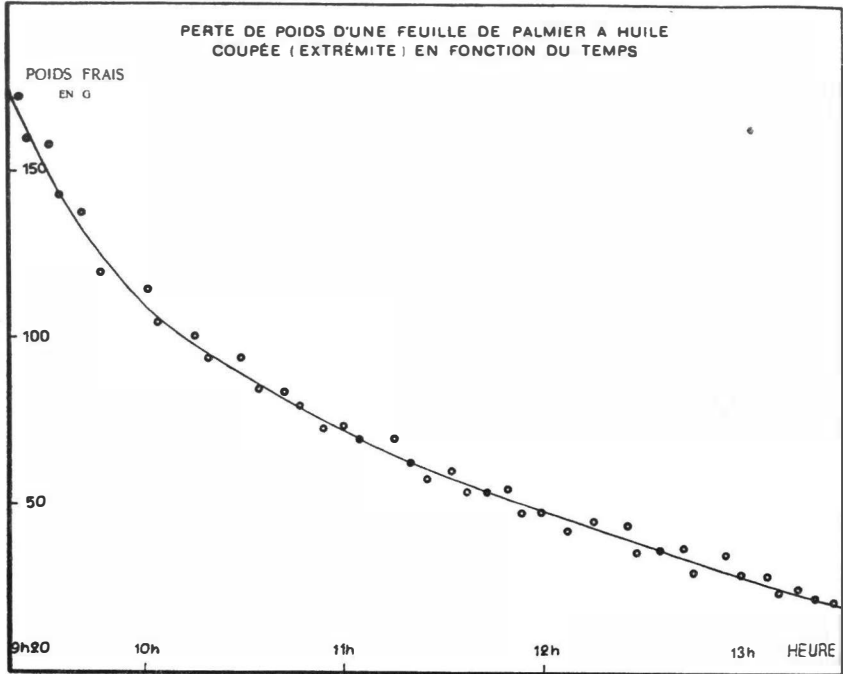


FIG. 3.

la nuit et les mesures de la quatrième rangée sont valables pour la journée. Le rapport paraît donc varier d'après le milieu de l'expérience et d'après le temps écoulé depuis l'ablation.

Nous estimons la valeur moyenne de ce rapport égale à $\pm 3,00$ pendant la journée et $\pm 1,5$ pendant la nuit. Le rapport assez faible pendant les 20 premières minutes après l'ablation est probablement une conséquence des phénomènes décrits ci-après.

a) La perte d'eau par un organe végétal coupé suit la même allure que tout phénomène de dessiccation : la variation du poids en fonction du temps se traduit par une courbe exponentielle (HOMÈS, 1948) (fig. 3). Même le dessèchement d'un organe dont l'extrémité est plongée dans l'eau montre cette allure. La vitesse de ce phéno-

mène de dessiccation en fonction du temps se représente également par une courbe exponentielle, toutes conditions du milieu restant égales.

b) L'absorption d'eau par un organe coupé augmente au début immédiatement après son ablation et passe par un maximum. Ce

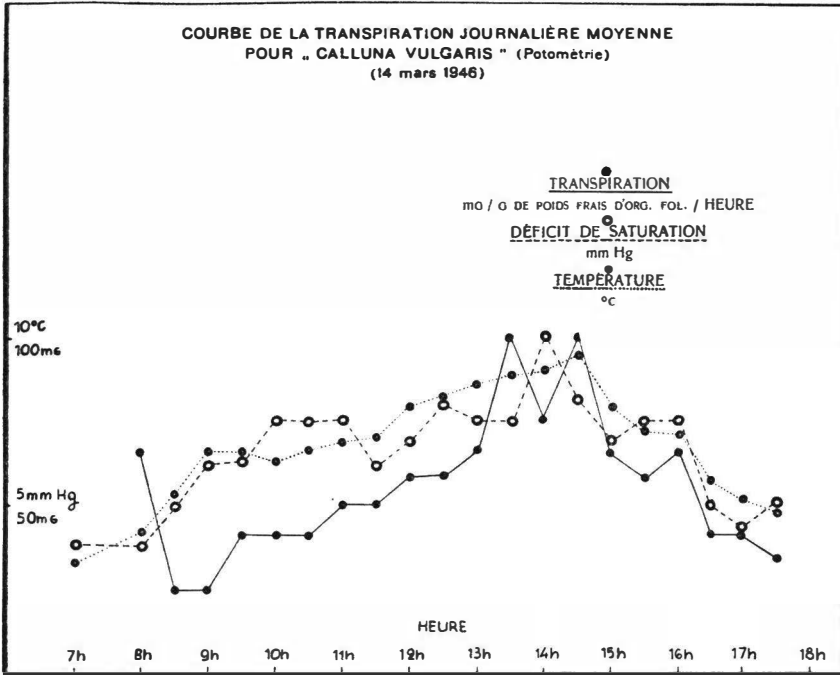


FIG. 4.

phénomène explique la valeur élevée obtenue dans les mesures de transpiration par la méthode de potométrie au début de bon nombre de journées d'observation (fig. 4). La vitesse d'absorption d'eau en fonction du temps correspond à une courbe à maximum, toutes conditions du milieu restant égales (RINGOET, 1947).

c) Pendant la majeure partie d'une expérience, les deux phénomènes : transpiration et absorption, évoluent donc dans un sens opposé. Ils dépendent bien l'un de l'autre, mais ne montrent ni égalité, ni rapport constant. Même un rapport variant dans le temps est inconcevable du fait de la réaction différente de chaque phénomène au milieu expérimental.

5. Quelques résultats expérimentaux obtenus par la méthode potométrique.

Nous n'avons guère utilisé la méthode potométrique au cours de nos recherches, et ce à cause de ses inconvénients nombreux rappelés ci-dessus. A titre d'exemple, nous donnons ici les résultats obtenus au cours d'une journée d'expérience (tableau II).

La transpiration est mesurée en mg d'eau par g de poids frais de folioles.

Ces quelques résultats ne permettent guère d'analyser l'influence des facteurs climatiques sur la transpiration. Celle-ci a suivi, en effet, l'évolution globale de l'ensemble des trois facteurs mesurés.

TABLEAU II.

Mesure de la transpiration journalière par la méthode potométrique.
(Extrémités des feuilles.)

		<i>Elaeis guineensis.</i>		Date : 4 janvier 1947.		
Heure locale (1)	T °C	D. S. mm Hg	Rad. cm ³	Evap. cm ³	Transpiration mg/g folioles	
7h30	20,9	0,56	0,00	0,00	36	
8h30	25,3	5,33	0,00	0,04	194	
9h30	25,9	4,80	0,20	0,06	392	
10h30	25,2	3,80	0,55	0,10	347	
11h30	24,5	4,50	0,50	0,10	182	
12h30	25,2	5,30	0,30	0,14	278	
13h30	27,1	8,90	0,80	0,15	244	
14h30	27,1	7,30	0,75	0,19	198	
15h30	26,2	5,60	0,40	0,18	183	
16h30	24,6	2,30	0,05	0,07	156	
Moyenne	25,2	4,84	3,55	0,10	221	

D. S. = Déficit de saturation (E - e) au moment de l'observation.

Rad. = Radiation solaire au moment de l'observation.

Evap. = Evaporation totalisée durant l'heure qui précède l'observation.

REMARQUE. — Pour la méthodologie des observations écologiques réalisées (voir p. 45).

(1) L'heure locale à Yangambi est GMT+2.

CHAPITRE III.

MESURE DE LA TRANSPIRATION PAR LA PESÉE DE FRAGMENTS DE PLANTE.

(Méthode de STOCKER.)

1. Intérêt de la méthode.

Le grand avantage de cette méthode est sa simplicité d'exécution. Dès lors, elle permet de se rapprocher beaucoup plus des conditions naturelles du milieu d'observation que la méthode par potométrie. C'est pourquoi d'ailleurs elle a été souvent utilisée par les écologistes.

2. Inconvénients de la méthode.

Elle ne permet pas une observation continue de la transpiration et par là même requiert une multiplication du nombre de mesures. D'autre part, elle fait usage de fragments de plantes qui, sauf précautions tout à fait spéciales, ne sont pas nécessairement comparables. Si l'on coupe une feuille, par exemple, à la base d'une tige ou à son sommet, le degré d'ouverture des stomates ne sera pas nécessairement le même dans les deux cas, car le milieu ambiant peut être différent d'un niveau à l'autre.

3. Appareil.

Plusieurs balances ont été construites pour ces pesées (BUNGE-STOCKER et Balken-Torsionswage de HARTMANN u. BRAUN) (HUBER, 1927). Ces instruments permettent des pesées rapides et assez précises. A défaut de ces appareils, on a utilisé à Yangambi une balance qui réalise, pour de petits échantillons, des pesées assez précises (100 g sens. 1 mg), mais lentes. Ultérieurement, on a fait usage d'un trébuchet moins précis (500 g sens. 1 cg) mais plus rapide et capable de recevoir des échantillons plus volumineux. Avec cet appareil, il est possible de demeurer dans les limites d'exactitude requises par la méthode.

4. Critique de la méthode.

La méthode de STOCKER est tout à fait conventionnelle : la période de deux minutes d'exposition est basée sur le fait admis que l'état physiologique de la plante ne varie pas pendant les premières

minutes après le sectionnement. Faisons remarquer que, même si le degré d'ouverture des stomates ne change pas, si la perméabilité des parois cellulaires et de la cuticule ne subit aucune modification, si la pression osmotique dans les vacuoles ne varie pas, si donc les conditions physiques et chimiques internes de la plante restent égales pendant cette période prévue pour l'expérience, le sectionnement de l'organe a rompu la colonne d'eau continue qui existait dans la plante normale. Cette colonne d'eau, non seulement alimente la transpiration, mais charrie les éléments nutritifs de la plante. Il s'agit donc d'une solution plus ou moins concentrée qui subit des réactions chimiques et exerce des forces (succion, montée de la sève). Leur interaction fait équilibre avec d'autres forces externes propres au milieu vital. Le sectionnement de fragments de plante supprime cet équilibre et altère le jeu normal des forces internes de la plante, qui s'opposent normalement à la perte d'eau sous l'influence du pouvoir évaporant de l'atmosphère.

Une estimation de la valeur de la méthode par pesée de fragments de plante doit se baser sur une comparaison avec la méthode de mesure de la transpiration par pesée de la plante entière (chap. V).

5. Résultats obtenus par cette méthode.

La plupart des résultats obtenus seront utilisés dans les 2^e et 4^e parties de ce mémoire.

Des mesures de transpiration ont été réalisées de cette façon sur les espèces suivantes :

Elaeis guineensis JACQ.

Palisota thyrsiflora BENTH.

Pueraria javanica BENTH.

Paspalum conjugatum BERG.

Nephrolepis sp.

a) INFLUENCE DU COMPLEXE CLIMATIQUE. — A titre de comparaison avec les résultats obtenus par potométrie, nous reproduisons ici quelques données reprises dans le tableau III. On constate également une variation de la transpiration qui dépend de l'ensemble du complexe climatique.

TABLEAU III.

Mesure de la transpiration journalière par la méthode de pesée de fragments de plante.

Elaeis guineensis (folioles) Date : 15 janvier 1947.
(Voir explication tableau II.)

Heure locale	T °C	D. S. mm Hg	Rad. cm ³	Evap. cm ³	Transpiration mg/g folioles
7h30	21,4	0,20	0,00	0,00	73
8h30	22,3	0,60	0,00	0,00	153
9h30	23,4	1,70	0,00	0,03	203
10h30	25,2	4,30	0,01	0,07	466
11h30	26,4	5,70	0,59	0,11	692
12h30	27,3	8,20	0,45	0,12	707
13h30	28,0	9,90	1,50	0,26	1.144
14h30	28,2	10,30	1,35	0,26	808
15h30	28,2	9,50	1,80	0,26	700
16h30	27,6	9,10	0,45	0,23	387
17h30	26,2	5,10	0,10	0,10	114
Moyenne .	25,8	5,87	6,25	0,13	495

b) INFLUENCE DU MICROCLIMAT. — Nous avons mis à profit l'emploi de cette méthode pour rechercher l'influence de deux complexes éoclimatiques bien distincts sur la transpiration des folioles du palmier à huile. On a observé, d'une part, la transpiration à 1^m50 de hauteur sous la frondaison de palmiers de 11 ans et, d'autre part, cette même transpiration à 4 m de hauteur dans la couronne foliaire. Les mesures ont été effectuées pendant 4 jours (tableau IV).

Malgré une variation journalière assez faible des éléments moyens du climat général, au cours de la période d'observation, les résultats individuels montrent des différences notables d'un milieu à l'autre.

TABLEAU IV.

Transpiration en mg par g de poids frais de folioles par jour d'observation.

Date	a 1,50 m de hauteur sous la couronne	b 4 m de hauteur dans la couronne
14 mars 1947	3,68	3,05
19 mars 1947	4,01	3,93
24 mars 1947	3,10	3,68
26 avril 1947	4,33	3,37
Moyenne	3,78	3,51

Au cours de cet essai, et par suite d'une instrumentation encore insuffisante à cette époque, deux éléments du climat seulement ont

été enregistrés : la température et le déficit de saturation. Dans le tableau V et les figures 5 et 6, nous en rapportons les valeurs moyennes horaires pour une journée d'observation (19 mars 1947).

TABLEAU V.

Evolution de la transpiration du palmier à huile en fonction des facteurs climatiques, mesurée à deux niveaux d'observation (1,50 m et 4 m).

Toutes les données en moyennes horaires.

La transpiration en mg par g de poids frais des folioles.
Journée d'observation : 19 mars 1947.

A 1,50 m de hauteur sous la couronne				A 4 m de hauteur dans la couronne		
Heure locale	T °C	D.S. mm Hg	Transpiration mg/g/h	T °C	D.S. mm Hg	Transpiration mg/g/h
7h30	22,0	0,20	109	21,8	0,40	193
8h30	22,9	0,80	148	22,8	0,80	228
9h30	24,2	2,00	145	24,0	2,50	249
10h30	25,5	3,90	281	25,7	4,40	438
11h30	26,8	6,10	373	27,1	7,30	485
12h30	29,3	8,00	560	28,4	8,60	465
13h30	29,2	10,30	642	29,4	10,70	360
14h30	29,0	9,70	945	29,0	10,20	794
15h30	29,3	8,50	500	29,4	9,20	490
16h30	27,5	6,10	308	27,6	6,10	228

Si, pendant cette journée, la valeur globale unitaire de la transpiration est assez semblable dans les deux milieux, le rythme transpiratoire est cependant très différent de part et d'autre. Les écarts de température sont faibles; les différences entre les déficits de saturation sont plus élevées, mais insuffisantes, à elles seules, pour expliquer les allures divergentes du rythme transpiratoire. Cette observation a pour but de mettre en évidence l'influence profonde du microclimat dont les éléments non mesurables à l'heure actuelle, faute d'instruments assez précis, sont susceptibles d'expliquer l'intensité de la variation transpiratoire, surtout lorsque les résultats globaux sont peu divergents.

c) INFLUENCE DE L'ÂGE DES ORGANES TRANSPIRANTS. — On a comparé par la méthode de pesée de fragments de plantes la transpiration d'une foliole jeune et d'une foliole âgée. D'après ces observations, la transpiration d'une foliole jeune atteint à peu près les $\frac{3}{4}$ de la valeur de la transpiration d'une foliole âgée. Cette différence peut s'expliquer par une fermeture plus lente des stomates ou bien par un poids frais plus élevé pour un même nombre de stomates chez les folioles âgées.

d) INFLUENCE INDIVIDUELLE. — Nous venons de voir quelle est l'importance du microclimat et, par là même, de la position de l'organe transpirant dans la cime, sur le rythme et l'intensité de la transpiration. L'âge et l'état de conservation de ces organes jouent aussi, nous l'avons vu, un rôle majeur sur l'intensité de la perte d'eau. A ces causes de variation s'ajoutent encore, à coup sûr, de fortes différences individuelles. On doit dès lors se poser la question de savoir quel est le nombre de fragments de plantes à prélever au hasard et en toutes conditions, qui permette d'obtenir des résultats globaux valables et rigoureusement comparables au point de vue expérimental.

Afin de trouver un élément de réponse à cette question, nous avons organisé les deux essais suivants :

1. Dans une première expérience nous avons essayé d'éliminer les différences d'âge et de position des organes transpirants, en comparant la transpiration de quatre palmiers au même stade de développement et très rapprochés les uns des autres.

Le tableau VI relate l'essentiel des résultats obtenus par la pesée de 50 folioles pour chaque palmier et par heure.

Les résultats s'expriment en % de la moyenne horaire de transpiration. Nous constatons des écarts horaires variant de 6 % à 115 % de la moyenne horaire.

Ces différences, rapportées à l'ensemble d'une plantation, présentent des quantités d'eau considérables qui peuvent fausser complètement les calculs d'un bilan hydrique.

TABLEAU VI.

Transpiration horaire comparée de 4 palmiers Elaeis mesurée par le prélèvement de 50 folioles pour chacun d'entre eux.
Résultats en % de la moyenne horaire.

Arbres n° 2796, 2795, 2793, 2782 (Champ 18, Bloc Miclotte, Yangambi).

Heure	Arbre n° 2796	Arbre n° 2795	Arbre n° 2793	Arbre n° 2782
9 h	102,5	102,1	99,5	96,0
10 h	94,0	104,8	115,3	85,9
11 h	112,5	99,6	83,5	104,3
13 h	116,2	105,1	77,1	101,6
14 h	157,8	80,2	85,6	76,6
15 h	102,1	92,6	111,6	93,8
16 h	167,0	110,7	69,9	52,4

2. Dans une autre expérience, nous avons tâché d'éliminer à la fois d'éventuelles différences individuelles et les écarts dus à la position et à la nature des organes transpirants.

A cet effet, nous avons comparé 5 séries de 10 arbres. Les résultats sont résumés dans le tableau VII et s'expriment également en % de la moyenne horaire. Ici encore nous constatons des différences très importantes entre chacune des 5 séries.

TABLEAU VII.

Transpiration comparée de 5 séries de 10 palmiers Elaeis mesurée par le prélèvement de 20 folioles par série et par heure.
(Champ 18, Bloc Miclotte, Yangambi.)

Résultats en % de la moyenne horaire.

Heure	1 ^{re} série	2 ^e série	3 ^e série	4 ^e série	5 ^e série	Remarque
9h	68,4	109,4	116,3	83,2	125,4	
10h	45,5	125,1	100,7	84,6	144,0	
11h	103,0	75,2	105,8	134,6	75,2	
12h	—	—	—	—	—	Pluie
13h	114,0	108,5	98,0	71,6	105,6	
14h	99,0	114,4	92,7	86,8	107,1	
15h	111,5	135,7	100,6	94,4	62,4	
16h	—	—	—	—	—	Pluie

3. On doit conclure de ces essais orientatifs que l'élimination des causes diverses d'erreur expérimentale, d'ordres microclimatique, morpho-physiologique et individuel, ne pourrait être obtenue que par des mesures portant simultanément sur un très grand nombre d'individus, situés en des positions très diverses, et sur un très grand nombre d'organes transpirants prélevés sur le même individu. Or, un observateur parvient, au maximum, à mesurer la transpiration de 100 folioles par heure. C'est pourquoi, dans l'impossibilité où nous étions de réaliser ces observations expérimentales, lorsque nous avons fait appel à cette méthode, nous nous sommes efforcé de pallier ces insuffisances en multipliant nos observations *dans le temps* et dans des conditions soigneusement définies. Cette manière de procéder nous rapproche un peu plus du but assigné.

CHAPITRE IV.
**MESURE DE TRANSPIRATION PAR PESÉE
DE LA PLANTE ENTIÈRE.**

1. Intérêt de la méthode.

Le très grand avantage de cette méthode est qu'elle laisse la plante intacte. Elle ne supprime pas une partie du milieu normal de la plante : le sol. Elle permet de comparer, dans le même temps, la transpiration d'une espèce sous diverses conditions écoclimatiques ou édaphiques (différences de nature et d'humidité du sol). Elle permet encore de comparer l'intensité et le rythme transpiratoires de diverses espèces soumises aux mêmes conditions du milieu.

2. Inconvénients de la méthode.

Cette méthode de mesure de la transpiration n'a malheureusement qu'une portée écologique restreinte, puisqu'elle ne permet pas l'étude simultanée du végétal dans son milieu *naturel*, sur le terrain même, au sein de l'association à laquelle il appartient et dans des conditions édaphiques rigoureusement respectées.

Elle est limitée aussi dans son exécution aux plantes herbacées de taille médiocre ou aux seuls jeunes plants des espèces à grand développement végétatif.

Les mesures qu'on se propose d'exécuter sont longues à réaliser, à cause du temps de reprise nécessaire entre le repiquage ou le semis dans les pots et le début de l'expérimentation.

Elle est limitée dans son application, car un bon nombre d'espèces végétales ne peuvent guère se cultiver dans les pots du modèle utilisé dans les mesures de transpiration. Ou bien encore, leur développement est rapide et forme un système racinaire trop vite encombrant (*Pueraria javanica*) ou un pivot trop pénétrant (*Hevea brasiliensis*).

Un dernier inconvénient est le manque de sensibilité de la méthode par suite de la disproportion entre le poids (récipient+terre + plante) et la perte d'eau à mesurer. Elle demande des instruments de pesée à grande capacité pondérale et en même temps très sensibles. Dès lors, elle ne se prête pas à l'étude de l'allure de la transpiration journalière (pesées très rapprochées et pertes faibles).

3. Matériel.

Les pots de culture utilisés furent des seaux galvanisés ou émaillés (noirs ou blancs), de 8 à 10 litres.

On couvre la surface du sol d'une couche de gravier ou de toile goudronnée, ou bien encore le substrat demeure à découvert. La toile goudronnée n'empêche que les effets défavorables d'une radiation directe et ne réalise aucunement une étanchéité parfaite.

Dans une expérience sur palmiers de 2 ans de plantation on a utilisé des fûts de ± 100 litres (diam. 58 cm et 50 cm de hauteur).

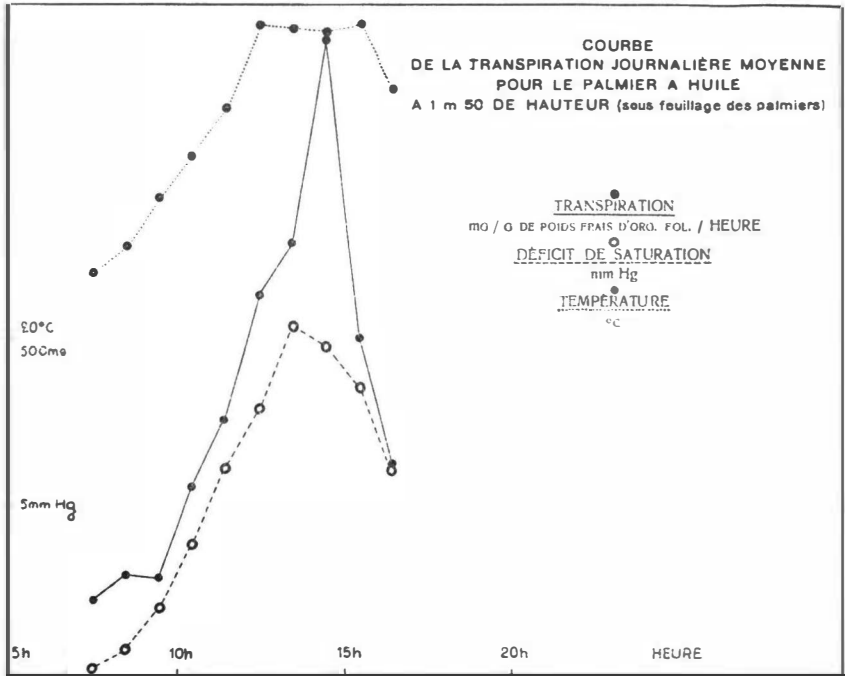


FIG. 5.

Dans une autre expérience sur plantules de palmier, les récipients étaient constitués par des boîtes en zinc de deux modèles $5 \times 5 \times 20$ cm et $10 \times 10 \times 40$ cm avec couvercle en zinc.

Les balances utilisées sont du type dit « automatique » avec cadran (portée 20 kg, sensibilité 1 g, cadran de 200 g ou bien portée 25 kg, sensibilité 5 g et cadran de 1 kg).

Pour l'expérience réalisée avec des fûts de 100 litres, nous avons utilisé une bascule (portée 500 kg, sensibilité 50 g).

4. Méthode.

a) ESTIMATION DE LA PERTE D'EAU PAR ÉVAPORATION DE LA SURFACE DU SOL.

1. La plupart des auteurs qui ont utilisé cette méthode ont essayé d'éviter l'erreur qui provient de l'évaporation par la surface du sol, en couvrant le pot d'observation par un couvercle aussi étanche que possible, voire en empêchant toute évaporation par le dépôt d'une couche de mercure. Cette façon de faire présente les inconvénients suivants : l'étanchéité n'est jamais complète, surtout autour de la

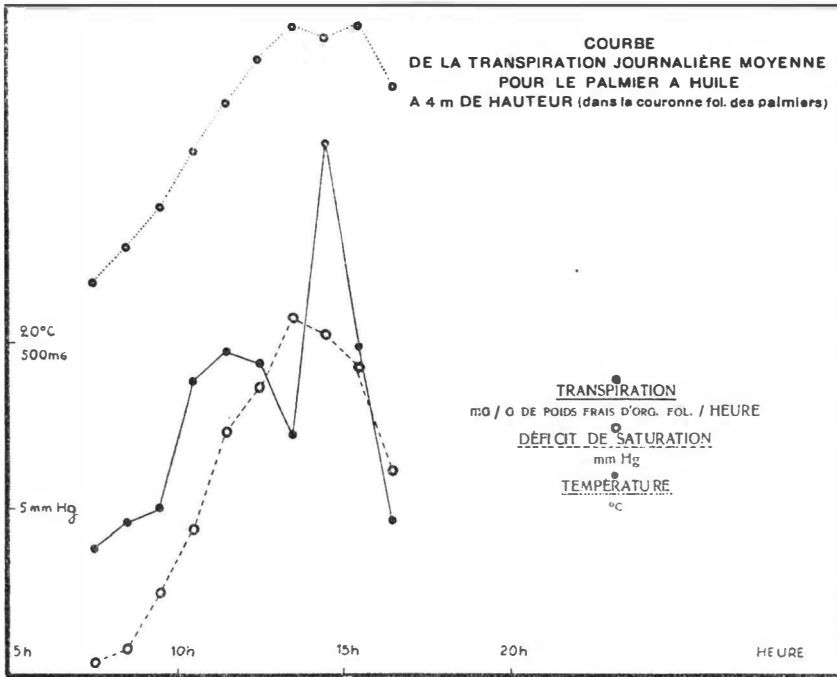


FIG. 6.

tige de la plante en observation. Il y a donc une certaine perte incontrôlée par évaporation directe du substrat. Ce couvercle, ou moyen de protection, empêche, en même temps qu'une évaporation par la surface du sol, une aération convenable des racines et, par là même, altère les conditions physiologiques requises par l'expérimentation. La couche de mercure présente encore l'inconvénient d'une augmentation considérable du poids.

Si certaines précautions ne sont pas prises, la température du substrat s'élève à l'intérieur du récipient fermé.

2. Une autre méthode consiste en l'emploi de seaux témoins non plantés, mais contenant une quantité de substrat équivalente aux

réipients expérimentaux proprement dits, qui permettent de calculer l'évaporation par la surface du sol et de la déduire de la perte d'eau du plant étudié.

Cette manière de procéder présente aussi ses inconvénients. L'évaporation par la surface du sol dans les seaux témoins n'est certainement pas identique aux pertes par évaporation dans les réipients contenant des plantes. Dans ces derniers, les végétaux provoquent un certain ombrage qui diminue l'évaporation à la surface du sol. On peut remédier à cet inconvénient en intercalant les pots témoins entre les réipients, de façon à réaliser un ombrage sensiblement équivalent partout.

Le sol, dans les seaux à faible humidité, tend à former une croûte dure à la surface, qui est de nature à fausser les valeurs d'évaporation. Afin d'empêcher la formation de cette croûte indurée, on couvre la surface du sol d'une couche de gravier ou d'une toile goudronnée qui ne constitue pas un revêtement complètement imperméable.

3. Dans une épreuve « à blanc », nous avons comparé ces différents modèles de seaux témoins.

Modèle A : seau noir rempli de terre couverte d'une couche de gravier;

Modèle B : seau noir rempli de terre;

Modèle C : seau noir rempli de terre couverte d'une toile goudronnée;

Modèle D : seau *blanc* rempli de terre couverte d'une couche de gravier.

Les réipients, placés sur une table sous un abri vitré, étaient disposés en quatre rangées parallèles, à raison d'une rangée par modèle. Chaque rangée est changée de place chaque jour : si les seaux se trouvent le premier jour dans l'ordre suivant de l'Est à l'Ouest : A, B, C, D, ils se trouvent le deuxième jour dans l'ordre B, C, D, A, le troisième C, D, A, B, le quatrième D, A, B, C, le cinquième de nouveau A, B, C, D, et ainsi de suite.

L'expérience a été poursuivie pendant 28 jours et chaque modalité de disposition s'est donc présentée 7 fois. Les résultats sont fournis dans le tableau VIII, d'abord pour la période complète de 28 jours et ensuite pour les 7 jours correspondant à une même modalité de disposition (B, C, D, A).

Les valeurs d'évaporation sont données pour chaque période importante de la journée : nuit, matinée, soirée et journée totale de 24 heures. La terre dans ces seaux a été maintenue à une humidité moyenne de 16 % du poids sec.

TABLEAU VIII.

Perte d'eau par évaporation pour 4 modèles de seaux témoins.

Perte d'eau en g par période d'observation.

Moyenne 28 jours	Mod. A	Mod. B	Mod. C	Mod. D
Nuit (17h30 à 7h)	74	26	40	25
Matinée (7h à 12h30)	141	50	70	46
Soirée (12h30 à 17h30)	170	66	85	60
Journée 24 h	385	142	195	131
Modalité B.C.D.A. 7 jours				
Nuit (17h30 à 7h)	64	25	32	24
Matinée (7h à 12h30)	149	44	67	44
Soirée (12h30 à 17h30)	145	68	82	55
Journée 24 h	358	137	181	123

Les données obtenues montrent que la disposition des récipients n'a pas eu beaucoup d'influence sur l'évaporation : les résultats sont pratiquement les mêmes après 28 jours d'observation, en changeant les seaux de place de jour en jour, et après 7 jours d'observation, en conservant le même dispositif. Le classement, selon la valeur décroissante de l'évaporation, est le suivant : modèle A, modèle C, modèle B, modèle D.

La terre, dans les seaux noirs, couverte d'une couche de gravier (A), évapore deux fois plus que dans les seaux noirs avec toile goudronnée (C) et presque trois fois plus que dans les deux autres modèles (B-D). On peut supposer que la couleur blanche des seaux du modèle D diminue l'absorption de la radiation (voir plus loin) et par conséquent la terre s'échauffe moins et dégage moins de vapeur d'eau.

Cette explication ne peut être invoquée pour justifier les différences obtenues entre les autres modèles. Il est probable que la croûte dure formée à la surface de la terre dans les seaux du modèle B empêche une évaporation normale. La terre garde dans les deux autres modèles sa structure superficielle; ceci expliquerait l'évaporation plus élevée dans ces deux derniers cas. La couche de gravier, qui représente une surface d'évaporation beaucoup plus grande que celle de la toile goudronnée, serait la cause de la perte d'eau plus considérable dans le modèle A de seaux témoins.

Dans toutes les expériences réalisées à Yangambi, nous avons utilisé la méthode des seaux témoins d'après un des modèles décrits plus haut. L'analyse des résultats est probablement plus délicate, mais elle permet d'obtenir des données comparativement fort intéressantes.

b) INFLUENCE DE LA RADIATION SUR LA TEMPÉRATURE DU SOL. — La méthode par pesée de la plante entière se heurte encore à d'autres difficultés, surtout dans les régions tropicales. Une de celles-ci est la température du sol.

Un petit essai nous a permis de nous rendre compte de la température atteinte dans les pots de culture des expériences transpiratoires.

Le tableau IX donne les résultats moyens journaliers pour 10 jours d'observation. Ces résultats proviennent de la lecture de 12 thermomètres 5 fois par jour : à 6 h 30, 9 h 30, 12 h, 14 h 30 et 17 h.

Ces 12 thermomètres sont placés dans 4 seaux à trois endroits différents : un thermomètre contre la paroi *Est*, un autre contre la paroi *Ouest*, l'un et l'autre à 7 cm de profondeur, et un thermomètre à la base du stipe du jeune palmier en observation, à 3 cm de profondeur.

Les résultats obtenus permettent de remarquer que les températures moyennes journalières sont parfois très élevées (3 juillet 1949 : 33°8 C).

TABLEAU IX.

Température (°C) moyenne journalière dans les seaux des expériences de transpiration.

		1949				
Date :	30 juin	1 ^{er} juillet	2 juillet	3 juillet	4 juillet	
T °C :	31,2	30,3	26,2	33,8	30,6	
		1949				
Date :	5 juillet	6 juillet	7 juillet	8 juillet	9 juillet	
T °C :	25,4	31,4	30,5	31,6	32,7	

Une comparaison des températures sur les faces *Est* et *Ouest* et au milieu du pot nous fournit les données incluses dans le tableau X. Chaque partie de paroi de seau subit donc au cours de la journée moyenne des variations de température allant de 20° à plus de 35° C. Ces températures extrêmes sont certainement nuisibles à la croissance et au fonctionnement normal des racines.

TABLEAU X.

Evolution de la température (°C) au cours de la journée, en fonction de l'emplacement des thermomètres, dans les seaux des expériences de transpiration.

Heure locale	6h30	9h30	12h	14h30	17h
<i>Emplacement du thermomètre.</i>					
Thermomètre Est	22,6	27,3	34,6	35,4	34,4
Thermomètre Ouest	22,5	24,8	31,2	36,6	37,6
Thermomètre médian . . .	22,1	25,2	32,0	34,3	35,0

Nous avons cru pouvoir éviter l'inconvénient des températures excessives atteintes dans les récipients en les enduisant extérieurement d'une peinture blanche, capable de réfléchir une bonne part de la radiation et de diminuer, par le fait même, l'absorption calorifique.

TABLEAU XI.

Température (°C) moyenne du sol dans les seaux peints en blanc et en noir.

Heure locale	6h30	9h30	12h	14h30	17h
<i>Modèles de seaux.</i>					
Seaux noirs	21,3	24,8	31,0	36,0	33,3
Seaux blancs	21,5	23,8	28,4	32,8	31,0

Les résultats obtenus et rapportés dans le tableau XI montrent qu'il en est réellement ainsi durant les heures les plus chaudes de la journée. Une protection des parois des seaux contre le rayonnement direct du soleil serait encore plus efficace, parce que la température du sol, même dans les seaux peints en blanc, doit être encore plus élevée que la température du sol en place, comme le permet d'inférer la comparaison des tableaux XI et XII.

Dans nos expériences, la température du sol en place n'a pas dépassé 30°. La température maximum moyenne du sol dans les seaux blancs varie entre 30° et 35°. La température maximum dans les seaux noirs dépasse 35° et atteint facilement 40°.

TABLEAU XII.

Température (°C) moyenne dans un sol en place et dans le sol d'un seau témoin (peint en noir).

Heure locale	6h30	9h30	12h	14h30	17h
<i>Milieu.</i>					
Sol en place	22,8	23,8	26,2	27,6	28,2
Sol dans seaux noirs ...	20,7	23,9	30,2	36,0	36,2

Pendant le temps de reprise, après le repiquage ou après le semis, et avant le début de l'expérience, il importe de ne pas soumettre les plantes aux températures élevées du sol ou au rayonnement direct trop intense. La concomitance de ces deux conditions excessives entraîne souvent des phénomènes de nécrose.

c) DÉTERMINATION ET MAINTIEN DU TAUX CONSTANT D'HUMIDITÉ DU SOL. — A ce point de vue diverses précautions doivent être prises.

C'est ainsi qu'il n'est pas possible de mesurer chaque jour et pour chaque récipient l'humidité du sol.

Au début d'une expérience le poids de la terre de chaque seau est calculé par la différence entre le poids total, d'une part, le poids du seau et le plant utilisé, d'autre part. Ce dernier est estimé par la pesée d'un lot de plants assez semblables.

Un échantillon de terre est prélevé dans chaque seau pour déterminer l'humidité du sol.

Il est possible, dès lors, de recalculer le poids total que doit avoir chaque récipient pour que la terre atteigne le taux d'humidité désiré. Cette méthode permet de maintenir une humidité suffisamment voisine du taux désiré et, en tout cas, de réaliser un palier d'humectation du sol relativement constant au point de vue biologique.

Dans le cours de l'expérience, le taux d'humidité du substrat est contrôlé régulièrement par le prélèvement d'échantillons. L'humidité est rétablie au taux désiré par l'adjonction de quantités d'eau appropriées.

Les différences de pesée d'une observation à l'autre correspondent à l'évapotranspiration (THORNTHWAITE, 1948), laquelle comprend la transpiration du sujet et l'évaporation de la surface du sol. Cette dernière est connue par les pertes de poids fournies par les récipients témoins. La valeur de la transpiration est donc égale à la différence de poids entre les récipients plantés, d'une part, et les récipients témoins, d'autre part.

d) CALCUL DU POIDS FRAIS DES PLANTS EXPÉRIMENTAUX. — Au cours d'une expérience, la croissance des sujets entraîne une variation régulière du poids frais.

Au début de chaque essai, nous avons planté un groupe de neuf plants semblables aux sujets expérimentaux dont nous connaissons le poids moyen.

A la fin de l'expérience le poids frais de chaque sujet est individuellement déterminé. Nous disposons par le fait même du poids moyen de tous les plants d'une série expérimentale.

La comparaison de ce poids moyen final avec le poids moyen initial nous permet de déterminer un « facteur du développement » qui varie d'ailleurs d'une série expérimentale à l'autre (poids moyen final/poids moyen initial).

L'utilisation de ce facteur de développement pour chaque sujet d'une même série nous permet de recalculer son poids frais initial.

Il va de soi que cette manière de procéder est basée sur l'hypothèse que la croissance représente une fonction linéaire du temps, ce qui n'est évidemment admissible que pour des observations d'assez courte durée (2 à 4 mois).

Cette méthode nous permet aussi de calculer le poids frais de la partie aérienne de chaque sujet à un moment quelconque de la durée totale de l'expérience.

Le tableau XIII donne un exemple de l'ensemble des calculs ainsi effectués.

5. Valeur de la méthode.

Grâce à l'emploi correct de cette méthode, on obtient certainement des résultats d'une grande sécurité. Malgré sa complexité et ses déficiences, elle constitue vraisemblablement le processus de mesure de transpiration le plus exact, pour la raison qu'on fait appel à des plantes entières et en place.

Nous verrons ultérieurement quel est son intérêt pour dresser un bilan d'eau à l'échelle synécologique, c'est-à-dire pour définir les besoins et les disponibilités hydriques d'un groupement végétal envisagé dans son ensemble.

TABLEAU XIII.

Poids frais en g de la partie aérienne des plantes d'une expérience de transpiration sur caféiers.

Poids frais moyen au début de l'expérience : 23,39 g.

Poids frais moyen des plantes de la série A (11 % humidité du sol) à la fin de l'expérience : 89,50 g.

Poids frais moyen des plantes de la série B (15 % humidité du sol) à la fin de l'expérience : 147,00 g.

Poids frais moyen des plantes de la série C (19 % humidité du sol) à la fin de l'expérience : 178,50 g.

Facteur de développement de la série A : 0,261.

Facteur de développement de la série B : 0,159.

Facteur de développement de la série C : 0,131.

N°	Série A (11 %) F = 0,261		Série B (15 %) F = 0,159		Série C (19 %) F = 0,131	
	Poids final g	Poids initial g	Poids final g	Poids initial g	Poids final g	Poids initial g
1	165	43	130	21	165	22
2	35	9	145	23	215	28
3	45	12	150	24	160	21
4	100	25	140	22	170	22
5	80	21	155	25	225	29
6	125	33	165	26	165	22
7	115	30	225	36	105	14
8	105	27	140	22	245	32
9	75	20	140	22	175	23
10	50	13	80	13	160	21

Poids frais total de la partie aérienne par série aux dates :

1949

	30 août g	12 septembre g	23 octobre g	5 novembre g
Série A (11 %) .	528	574	733	787
Série B (15 %) .	789	881	1.165	1.256
Série C (19 %) .	928	1.043	1.404	1.516

6. Résultats obtenus.

Toutes les expériences de transpiration réalisées au moyen de cette méthode ont eu comme but principal l'étude de l'influence du milieu sur la transpiration. Dans la seconde partie de ce mémoire, nous fournirons des résultats divers obtenus grâce à son emploi.

CHAPITRE V.

VALEUR COMPARATIVE DES DIFFÉRENTES MÉTHODES.

Dans les chapitres précédents, nous avons exposé les avantages et les inconvénients de chacune des méthodes de mesure de la transpiration. Comme dit auparavant, nous avons choisi les méthodes par potométrie et par pesée de fragments de plantes pour nos recherches sur le terrain. Par contre, pour la détermination plus précise de l'influence des divers facteurs de milieu, nous nous sommes adressé surtout à la méthode par pesée de plantes en pots, qui, comme nous venons de le dire, présente une sécurité plus grande quant aux valeurs absolues qu'elle fournit.

La question se pose donc de savoir dans quelle mesure il est possible de raccorder les résultats obtenus par cette dernière méthode avec les données acquises au départ des deux premières. Cette question, en réalité, présente un double aspect.

En premier lieu, quelle est la valeur *absolue et réelle* des chiffres dont nous disposons ? Dans le cas d'un écart par rapport aux résultats exacts, existe-t-il un *rapport constant* entre ces deux groupes de données ?

En second lieu, et quelle que soit la réponse donnée à la première question, les données obtenues par potométrie ou pesée de fragments ont-elles une signification relative, c'est-à-dire expriment-elles adéquatement une variation de la transpiration globale qui soit en proportion constante avec les variations du milieu ?

Il faut résoudre encore la question de savoir quelles sont les différences éventuellement obtenues entre la méthode potométrique, d'une part, et la méthode par pesée de fragments, d'autre part, et existe-t-il une relation constante entre ces divergences ?

Nous allons tenter de répondre successivement à ces diverses questions en comparant entre eux les résultats acquis simultanément ou dans des conditions suffisamment analogues par les deux méthodes dites « écologiques », puis en les confrontant avec les données obtenues dans le même temps par la pesée des plantes en pots.

§ 1. COMPARAISON ENTRE LES MÉTHODES PAR POTOMÉTRIE ET PAR PESÉE DE FRAGMENTS DE PLANTE.

1. Rapport moyen.

Une expérience a été organisée en vue de mesurer simultanément la transpiration de folioles de palmier à huile par potométrie et par la méthode de pesée selon STOCKER.

Nous avons utilisé des extrémités de feuilles (rachis plus 6 ou 8 folioles), au lieu de folioles isolées, pour la mesure de transpiration par potométrie. Ces extrémités se fixent plus facilement dans le potomètre.

La complexité des manipulations nécessaires limite le choix du matériel à un endroit donné, qui doit demeurer autant que possible toujours le même. Ainsi, avons-nous fait des observations pendant 2 à 3 heures, à diverses périodes de la journée, à trois dates différentes.

Le tableau XIV donne les rapports moyens entre les résultats des deux méthodes, obtenus pendant ces expériences.

TABLEAU XIV.

Rapport entre transpiration mesurée par potométrie et par pesée de fragments de plante.

Date	Rapport	Potométrie
		Pesée fragments
24 décembre 1946		0,24
26 décembre 1946		0,25
27 décembre 1946		0,32
Moyenne		0,27

2. Variation de ce rapport en fonction des facteurs du milieu.

Les résultats globaux signalés ci-dessus montrent déjà une variabilité de ce rapport. On devait se poser la question de savoir dans quelle mesure la variation des facteurs du milieu entraîne une modification de ce rapport.

C'est pourquoi nous avons comparé les résultats d'observation de deux journées (4 janvier 1947 et 15 janvier 1947) respectivement effectuées par potométrie et par pesée de fragments de plante. Ces données ont déjà été relatées aux tableaux II et III. Le rapport moyen potométrie/pesée de fragments de plante est ici de 0,45, donc assez différent déjà de celui que nous venons d'obtenir.

Comme, d'une manière générale, les conditions climatiques ont favorisé la transpiration le 15 janvier 1947, il est intéressant d'analyser de plus près la variation journalière de ces rapports en même temps que la variation des rapports entre les principaux facteurs climatiques : température, déficit de saturation et évaporation. Tel est l'objet du tableau XV.

Remarquons que dans ce tableau, lorsqu'un des rapports entre les valeurs horaires d'un facteur du milieu est inférieur à l'unité, le pouvoir évaporant de l'air a été globalement plus faible le premier jour que le second et inversement.

On soulignera d'abord l'amplitude très élevée que peut atteindre le rapport potométrie/pesée de fragments.

On constate ensuite que lorsque le milieu climatique tend à favoriser la transpiration, la potométrie tend à en exagérer la valeur par rapport à la pesée de fragments, alors que si l'influence du climat diminue, la situation inverse semble être de règle.

3. Conclusion.

Dans la mesure où cette comparaison, portant en fait sur des journées différentes, nous permet de conclure, on dira que le rapport entre les intensités de la transpiration mesurées par les deux méthodes est très variable d'après les conditions climatiques. D'autres observa-

tions nous permettent d'ajouter que le temps écoulé après l'ablation des organes utilisés dans la mesure de potométrie est, à son tour, un facteur agissant sur la variabilité de ce rapport.

Ces conclusions rencontrent celles que nous avons émises touchant le rapport perte d'eau par transpiration : absorption d'eau par l'organe coupé (voir chap. II, 4).

TABLEAU XV.

Rapports entre quelques éléments climatiques et transpiration (mesurée par potométrie et pesée de fragments de plante) au cours de deux journées d'observations (4 : 15 janvier 1947).

Heure locale	Rapport des températures	Rapport des déficits de saturation	Rapport des évaporations	Rapports des transpirations	
				Potométrie	Pesée fragments
7h30	0,98	2,80	1,00		0,40
8h30	1,13	8,88	—		1,26
9h30	1,11	2,82	2,00		1,93
10h30	1,00	0,88	1,43		0,74
11h30	0,93	0,79	0,91		0,26
12h30	0,92	0,65	1,17		0,39
13h30	0,97	0,90	0,58		0,21
14h30	0,96	0,71	0,73		0,24
15h30	0,93	0,59	0,69		0,26
16h30	0,89	0,25	0,30		0,40
Moyenne ...	0,97	0,83	0,77		0,45

**§ 2. COMPARAISON ENTRE LES MÉTHODES
PAR PESÉE DE FRAGMENTS DE PLANTE OU DE PLANTES ENTIÈRES.**

1. Données bibliographiques.

Une comparaison entre ces deux méthodes a déjà été faite par PFEIDERER (1933). Pour ses expériences, cet auteur a utilisé des plantes herbacées et des arbustes, pesés dans de petits pots de culture remplis de terre (poids 500 g).

Après plusieurs pesées, il coupe la partie aérienne et en mesure la perte de poids dans le temps. PFEIDERER constate que pendant les 5 premières minutes après l'ablation, l'écart moyen de 24 observations est inférieur à 1,1 % de la valeur de transpiration initiale. Cet auteur prétend n'avoir presque jamais constaté une augmentation de la transpiration après le sectionnement. Il en conclut que cette mutilation de la plante ne joue aucun rôle pendant ce laps de temps de 5 minutes. D'après PFEIDERER, la chute de transpiration

après les 5 minutes initiales dépend de l'intensité de la transpiration avant le sectionnement et de la vitesse avec laquelle les stomates se ferment.

Deux autres auteurs (WEINMANN et LE ROUX, 1945) ont également fait une étude critique de la méthode par pesée de fragments de plante. Ils ont calculé les corrélations entre l'intensité transpiratoire avant et après ablation. Leurs résultats sont repris dans le tableau XVI. Aucune corrélation valable (valeur moyenne : 0,319) n'apparaît entre les résultats fournis par les deux procédés.

TABLEAU XVI.

Coefficients de corrélation entre l'intensité transpiratoire avant et après ablation.

[D'après WEINMANN et LE ROUX (1945, p. 150).]

	Coefficient de corrélation
Orge	— 0,236
Maïs	+ 0,355
Avoine	— 0,185
Froment	+ 0,572
Fétuque	+ 0,052
L'ensemble des espèces	+ 0,319

Ces auteurs font remarquer, de plus, que l'examen des chiffres détaillés avancés par PFEIDERER montre en réalité des écarts non exceptionnels de 20 %.

2. Données expérimentales sur la variation du rapport des valeurs transpiratoires obtenues par l'emploi des deux méthodes.

Nous avons réalisé deux expériences comparatives entre les méthodes par pesée de fragments et de plantes en pots. L'une a porté sur le palmier à huile, l'autre sur *Palisota thyrsoiflora*.

a) EXPÉRIENCE SUR *Elaeis guineensis*. — Cette expérience comportait trois séries (A, B et C), composées chacune de 15 plantes de trois ans (± 1 m de hauteur) repiquées dans les récipients habituels. Le substrat était d'humidité différente dans les trois séries, selon les teneurs suivantes :

série A : 15-20 % (% du poids sec);

série B : 20-25 %;

série C : 25-35 %.

1. *Rapport moyen.* — La transpiration des plantes en pots s'est révélée inférieure à la perte d'eau mesurée par la méthode de

STOCKER. Dans le milieu spécifique du palmier à huile ce rapport moyen peut être estimé égal à $\pm 2,5$ (pesée de fragments : pesée de la plante entière).

2. *Variation de ce rapport en fonction des facteurs du milieu.*

a) Humidité du sol. — Le tableau XVII fournit les rapports obtenus entre les résultats des deux méthodes à différentes humidités du sol.

L'expérience a été réalisée dans le milieu normal du palmier à huile, en plein soleil. Les rapports varient de 1,2 à 2,1 pendant la matinée et de 1,5 à 6,5 pendant l'après-midi. On remarque que ce rapport diminue en fonction de l'augmentation de l'humidité du sol dans les différentes séries de cette expérience.

TABLEAU XVII.

*Rapports entre les résultats de transpiration
obtenus par la méthode de pesée de fragments de plante
et par pesée de plantes entières.*

Elaeis guineensis. Expérience 7 mars 1948. Trois humidités du sol différentes :

Série A : 15-20 %.

Série B : 20-25 %.

Série C : 25-35 %.

Deux périodes de la journée : matinée-soirée

Période de la journée	Série A 15-20 %	Série B 20-25 %	Série C 25-35 %
Matinée	2,1	1,7	1,2
Soirée	6,5	1,9	1,5

Le tableau XVIII résume les rapports obtenus dans quelques essais réalisés à l'ombre. Nous constatons que les résultats varient beaucoup moins en fonction de l'humidité du sol.

TABLEAU XVIII.

*Rapports entre les résultats de transpiration
obtenus d'après les méthodes par pesée de fragments de plante
et par pesée de la plante entière.*

Humidité du sol	Expérience n° 1	Expérience n° 2	Expérience n° 3
Série A (15-20 %) .	1,70	2,27	1,30
Série B (20-25 %) .	1,26	1,70	1,40
Série C (25-35 %) .	—	—	1,30

b) Conditions climatiques. — Les tableaux XVII et XVIII font également apparaître l'influence des conditions climatiques : ombre et lumière, matinée et soirée. Nous ne sommes pas en mesure de suivre l'évolution de notre rapport au cours de la journée, puisque, comme nous l'avons précisé déjà, la méthode par pesée de plantes entières ne se prête pas à l'étude de la courbe journalière de transpiration.

Il est néanmoins possible de comparer la valeur du rapport entre les deux méthodes pendant les deux périodes les plus importantes de la journée.

Ainsi, pour la série A, ce rapport varie de 2,1 (matin) à 6,5 (après-midi); pour la série B, de 1,7 à 1,9, et pour la série C, de 1,2 à 1,5 (voir tableau XVII). La variation est donc plus large dans les séries à faible humidité du sol.

On constate aussi une variation d'une valeur moyenne de $\pm 1,6$ à l'ombre à $\pm 2,5$ en plein soleil.

b) EXPÉRIENCE SUR *Palisota thyrsiflora*. — Cette expérience comportait le même dispositif expérimental que la précédente, sauf que nous n'avions que deux séries : A et B, avec les mêmes caractéristiques que les rubriques correspondantes de l'essai relaté à propos du palmier à huile. Elle fut réalisée sous ombrage léger et en plein soleil.

Les résultats font l'objet du tableau XIX.

D'après la première partie de ce tableau, la transpiration mesurée selon la méthode par pesée de fragments de plantes est plus faible qu'au départ de la pesée de la plante entière.

Les résultats que nous fournissons doivent en réalité subir une certaine correction. En effet, l'expérience est conçue comme si la perte d'eau par le végétal ne s'effectuait que par les feuilles. Or, en réalité, tiges, rameaux et pétioles peuvent également intervenir dans le phénomène de transpiration. Cette remarque, qui s'applique également jusqu'à un certain point pour le palmier à huile, est surtout valable pour le *Palisota*, où tiges et rameaux sont chlorophylliens et stomatifères. C'est pourquoi il est généralement plus logique de rapporter la transpiration au poids frais de toute la partie aérienne. Les résultats ainsi corrigés pour *Palisota* font l'objet de la seconde partie du tableau XIX.

1. *Rapport moyen*. — D'après ces résultats, corrigés, la transpiration mesurée par la méthode de STOCKER est toujours plus élevée que la transpiration par pesée de la plante entière. Dans le milieu ambiant normal de *Palisota thyrsiflora*, ce rapport moyen peut être

estimé à $\pm 3,0$ (pesée de fragments : pesée de plante entière). D'après les résultats non corrigés, le rapport moyen atteint la valeur de $\pm 0,82$.

2. *Variation de ce rapport en fonction des facteurs du milieu.*

a) Humidité du sol. — Le tableau XIX fournit les rapports obtenus entre les résultats des deux méthodes pour différentes humidités du sol.

TABLEAU XIX.

*Rapport entre les résultats de transpiration
obtenus par la méthode de pesée de fragments de plante
et par pesée de plantes entières.*

Palisota thyrsiflora : Expérience 11 mars 1948 - 12 mars 1948.

Deux humidités du sol différentes (Série A : 15-20 %) (Série B : 20-25 %).

Deux milieux : soleil et ombre.

	1 ^{re} partie : Valeurs primaires		2 ^e partie : Valeurs corrigées	
	Série A 15-20 %	Série B 20-25 %	Série A 15-20 %	Série B 20-25 %
Milieu				
Soleil	1,2	0,87	4,54	2,93
Ombre	0,83	0,81	2,53	3,47

Les expériences ont été réalisées sous ombrage léger et en plein soleil (milieu anormal). Le rapport varie à l'ombre entre 2,53 et 3,47 et en plein soleil entre 4,54 et 2,93 d'après l'humidité du sol, qui ne paraît d'ailleurs pas le facteur déterminant. En effet, la valeur la plus élevée est obtenue à l'ombre dans la série B (20-25 %) et en plein soleil dans la série A (15-20 %).

L'influence de l'humidité du sol ne se marquerait donc pas sur le rapport des valeurs transpiratoires obtenues par les deux méthodes.

b) Conditions climatiques. — Nous arrivons à une conclusion semblable pour l'influence du climat, puisque dans la série A le rapport est plus élevé au soleil, tandis que dans la série B il est plus bas au soleil (tableau XIX).

3. **Écarts d'intensité transpiratoire sous l'influence des conditions du milieu.**

Si les conditions du milieu n'exerçaient aucune influence sur la transpiration, les résultats obtenus, d'une période à l'autre, pour un matériel végétal identique et constant dans son activité biologique, seraient semblables. En d'autres termes, le rapport des résultats obtenus au cours des deux périodes d'observation serait égal à l'unité.

En fait, le niveau et le rythme transpiratoires sont également influencés par des facteurs internes, parmi lesquels l'hydratation joue un rôle certain.

Si l'on fait abstraction de ces derniers, on peut poser en principe que l'écart entre le rapport obtenu et l'unité représente une mesure du jeu des facteurs écologiques.

Ces écarts peuvent plus aisément être exprimés en fractions centésimales.

Nonobstant l'importante réserve émise ci-dessus, nous allons essayer de saisir, par la variation de ces écarts, la sensibilité propre des deux méthodes d'étude de la transpiration, dans la mise en évidence de l'action des facteurs écologiques sur le niveau transpiratoire.

En réalité, notre hypothèse de base qui élimine le jeu des propriétés internes de la plante porte moins à critique qu'il ne paraît à première vue. En effet, ces propriétés, telles que l'hydratation, la pression osmotique, la régulation stomatique, dépendent elles-mêmes, indirectement, de la variation du milieu écologique, et ce selon un rythme et une intensité qui varient d'après les caractéristiques auto-écologiques de chaque espèce végétale.

a) **EXPÉRIENCE SUR *Elaeis guineensis*.** — Le tableau XX se rapporte à l'expérience décrite précédemment aux pages 34-36 (chap. V, § 2, 2, a).

1. *Influence de l'humidité du sol.*

Les constatations suivantes découlent de ces données :

1° Les écarts obtenus d'après la méthode par pesée de fragments de plante s'éloignent peu de l'unité selon les différentes conditions climatiques. L'influence de l'humidité du sol se marque à peine sur la transpiration mesurée selon STOCKER.

2° Cette même influence se marque fort peu, à son tour, lorsqu'on fait usage de la méthode de pesée de la plante entière pour des palmiers ombragés.

3° Par contre, les écarts obtenus en plein soleil par la méthode de pesée de la plante entière s'éloignent très fort de l'unité, surtout pendant l'après-midi. Cette conclusion est valable pour les comparaisons $\frac{S.A.}{S.B.}$ et $\frac{S.A.}{S.C.}$. Elle ne l'est plus pour le rapport $\frac{S.B.}{S.C.}$.

L'influence de l'humidité du sol se marque nettement sur la transpiration mesurée par la méthode de la pesée de la plante entière pour des palmiers ensoleillés. Elle va en diminuant avec l'augmentation de l'humidité du sol.

TABLEAU XX.

Influence de l'humidité variable du sol sur la transpiration mesurée d'après deux méthodes.

S.A. : 15 - 20 % du poids sec.

S.B. : 20 - 25 % du poids sec.

S.C. : 25 - 35 % du poids sec.

(Écarts par rapport à l'unité exprimés en %). *Elaeis guineensis*.

Méthode	Milieu	S.A./S.B.	S.A./S.C.	S.B./S.C.	Moyenne milieux édaphiques (1)
Méthode par pesée de fragments de plante	Matin, ombre.	—	—	—	13,0
	Matin, soleil.	—	—	—	17,8
	Après-midi, soleil	—	—	—	13,8
	Moyenne milieux climatiques (1) ...	16,5	13,8	14,3	14,9
	Matin, ombre.	—	—	—	14,0
Méthode par pesée de la plante entière.	Matin, soleil.	—	—	—	46,8
	Après-midi, soleil	—	—	—	154,0
	Moyenne milieux climatiques	84,0	108,0	22,8	71,6

2. *Influence des conditions climatiques.* — Nous avons étudié aussi l'influence des conditions climatiques sur chacune des mesures de transpiration. Les résultats en pourcentage font l'objet du tableau XXI. Les indications utilisées sont les mêmes que dans le tableau précédent.

Le tableau XXI, toujours relatif à la même expérience, nous permet d'émettre les constatations suivantes :

1° Les écarts de transpiration obtenus par la méthode de STOCKER dans différentes conditions climatiques, à des humidités variables du sol, sont assez élevés. L'influence des conditions climatiques se marque donc sur la transpiration.

2° Les écarts obtenus par la méthode de pesée de la plante entière sont du même ordre de grandeur, à l'exception du résultat obtenu pour une série à faible humidité du sol en plein soleil.

(1) Milieux édaphiques = valeurs obtenues en considérant globalement, pour la période correspondante, les résultats fournis par les trois séries d'humidité du sol différentes.

Milieux climatiques = valeurs obtenues globalement sans distinguer chaque période de la journée.

3° L'influence des conditions climatiques se marque manifestement sur la transpiration, mesurée d'après chacune des deux méthodes, à condition que le milieu ne réalise pas les conditions extrêmes suivantes en même temps : pouvoir évaporant de l'atmosphère élevé et humidité du sol faible. Dans ce cas, la méthode de STOCKER ne mesure pas exactement l'influence des conditions climatiques.

TABLEAU XXI.

Influence des conditions climatiques sur la transpiration mesurée d'après deux méthodes.

(Écarts par rapport à l'unité exprimés en %). *Elaeis guineensis*.

Série	S.M.O./S.M.S.	S.M.S./S.A.S.	P.M.O./P.M.S.	P.M.S./P.A.S.
S.A.	44,0	25,0	6,0	187,5
S.B.	83,5	36,5	59,0	41,5
S.C.	39,5	14,0	60,0	42,5
Moyenne .	55,7	41,7	25,2	90,5

S.M.O. = mesure de transpiration par pesée de fragments de plante le matin à l'ombre.

S.M.S. = la même mesure le matin au soleil.

S.A.S. = la même mesure l'après-midi au soleil.

P.M.O. = mesure de transpiration par pesée de la plante entière le matin à l'ombre.

P.M.S. = la même mesure le matin au soleil.

P.M.A. = la même mesure l'après-midi au soleil.

b) EXPÉRIENCE SUR *Palisota thyrsiflora*.

1. *Influence de l'humidité du sol.* — Le tableau XXII, établi en vue d'élucider cette question, est basé sur les données expérimentales relatives à l'essai rapporté à la page 36 (chap. V, § 2, 2 b).

TABLEAU XXII.

Influence de l'humidité variable du sol sur la transpiration mesurée d'après deux méthodes.

S.A. : 15 - 20 % du poids sec.

S.B. : 20 - 25 % du poids sec.

(Écarts par rapport à l'unité exprimés en %). *Palisota thyrsiflora*.

Méthode	Milieu	S.A./S.B.	Moyennes milieux édaphiques ⁽¹⁾
Méthode par pesée de fragments de plante.	Ombre	—	25,0
	Soleil	—	43,5
	Moyenne milieux climatiques ⁽¹⁾ .	34,2	34,2
Méthode par pesée de plante entière	Ombre	—	6,5
	Soleil	—	97,5
	Moyenne milieux climatiques ...	52,0	52,0

(1) Voir note infrapaginale p. 39.

Il permet d'établir ce qui suit :

1° L'influence de l'humidité du sol se marque le moins sur la transpiration à l'ombre mesurée par la pesée de la plante entière.

2° L'influence de l'humidité du sol sur la transpiration à l'ombre et au soleil mesurée d'après la méthode de STOCKER est plus marquée, surtout dans le second cas.

3° Au soleil, l'influence de l'humidité du sol se marque fortement sur la transpiration par pesée de la plante entière et même nettement sur la transpiration mesurée par la méthode de STOCKER. Or, *Palisota thyrsiflora* croît normalement sous un ombrage léger. Nous pouvons donc conclure que l'influence de l'humidité du sol ne se marque que très légèrement sur la transpiration de *Palisota* mesurée d'après chacune des deux méthodes, dans un milieu normal.

4° En plein soleil, l'influence de l'humidité du sol se marque très nettement sur la transpiration mesurée d'après la pesée de la plante entière.

2. *Influence des conditions climatiques.* — Le tableau XXIII est également basé sur l'expérience mentionnée ci-dessus.

TABLEAU XXIII.

Influence des conditions climatiques sur la transpiration mesurée d'après deux méthodes.

(Écart par rapport à l'unité exprimés en %). *Palisota thyrsiflora*.

Série	S.O./S.S.	P.O./P.S.
S.A.	30,5	114,5
S.B.	49,5	5,0
Moyenne	40,0	60,0

S.O. = mesure de transpiration par pesée de fragments de plantes à l'ombre.

S.S. = même mesure en plein soleil.

P.O. = mesure de transpiration par pesée de plantes entières à l'ombre.

P.S. = même mesure en plein soleil.

Il appelle les commentaires suivants :

1° La méthode de STOCKER montre une influence des conditions climatiques sur la transpiration, et celle-ci va en augmentant avec l'humidité du sol.

2° Les conditions climatiques marquent leur influence sur la transpiration mesurée par la pesée de plantes entières, surtout pour une faible réserve d'eau du sol. Cette influence est faible pour une

humidité du sol élevée. Ce dernier résultat paraît indiquer que le phénomène de la transpiration a été plus ou moins faussé par les conditions anormales du milieu.

3° Dans des conditions extrêmes (faible humidité du sol et soleil), qui représentent d'ailleurs un milieu anormal pour *Palisota*, la méthode de pesée de fragments de plante ne permettrait donc pas de mesurer l'influence des conditions climatiques. Sous un ombrage léger la mesure de transpiration de STOCKER donne une estimation légèrement exagérée de l'influence des conditions climatiques sur la transpiration.

4. Conclusions.

a) Ces diverses expériences nous permettent de conclure que la méthode de mesure de la transpiration par pesée de fragments fournit toujours des résultats notoirement exagérés. En ce sens nos conclusions diffèrent de l'opinion émise par WEINMANN et LE ROUX (1945).

Cette divergence peut d'ailleurs provenir en partie de la manière de noter le taux transpiratoire par rapport au poids frais total ou au poids des feuilles seulement (voir le cas du *Palisota*).

b) Chez les plantes héliophiles (type Palmier) les deux méthodes mettent en évidence une variation de la transpiration en fonction de l'humidité variable du sol. Il en va de même pour le pouvoir évaporant de l'air.

Par contre, chez les plantes à besoin en lumière atténué (type *Palisota*), les deux méthodes de mesure de la transpiration montrent une variation beaucoup plus faible de l'intensité transpiratoire.

c) La méthode par pesée de plantes entières met beaucoup mieux en évidence l'influence de l'humidité du sol sur la transpiration que la méthode de STOCKER.

d) Cette dernière, sauf dans les conditions de milieu extrêmes, montre des variations de la transpiration beaucoup plus intenses en fonction de la variabilité climatique. La valeur réelle de ces fluctuations reste douteuse.

e) Globalement les choses se passent comme si la méthode de STOCKER mesurait surtout la part purement physique, correspondant à l'évaporation, qui intervient dans le phénomène total de la transpiration, tandis que la méthode de pesée de plantes entières intègre mieux la somme des influences physiques et biotiques.

f) Dès lors, au point de vue méthodologique, on doit conclure que la méthode de STOCKER, au moins pour les plantes héliophiles tropicales, fournit des résultats nettement exagérés par rapport à la perte d'eau réelle.

§ 3. LA MÉTHODE POTOMÉTRIQUE ET LA PESÉE DE PLANTES EN POTS.

Nous ne disposons pas d'expériences comparatives et simultanées touchant les résultats obtenus par potométrie et pesée de plantes en pots. Toutefois, diverses considérations théoriques, mais bien établies, nous permettent de conclure quant à la signification des résultats globaux fournis par la méthode potométrique.

Rappelons d'abord l'essentiel du passif de la méthode potométrique. Absorption et transpiration manifestent effectivement un lien de relation, mais leur intensité ne traduit ni égalité, ni rapport constant. Il y a plus : même un rapport variable en fonction du temps est inconcevable, à cause des courbes de réaction différentes que manifeste chacun de ces phénomènes à l'égard des éléments du milieu.

C'est souvent à cause de ces inégalités fondamentales de réaction que surviennent, au contraire, les phénomènes de la régulation de la transpiration. Il est dès lors évident, sans qu'il soit besoin de recourir à l'expérimentation, qu'il ne saurait y avoir de rapport constant entre la potométrie et la pesée en pots, puisque la première mesure essentiellement une absorption d'eau.

§ 4. CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

La comparaison des méthodes potométrique et de STOCKER montre l'absence de tout rapport constant ou variable d'après une certaine loi. Il est donc impossible de comparer les résultats obtenus par les deux mesures.

La comparaison de la méthode par pesée de fragments de plante et par pesée de la plante entière fait ressortir les résultats exagérés obtenus par la méthode de STOCKER.

Pour les plantes héliophiles, le rapport entre les méthodes varie en fonction de l'humidité du substrat et du pouvoir évaporant de l'air. La variation du rapport est beaucoup moins marquée pour les plantes à faible besoin en lumière.

La comparaison de la potométrie et de la méthode par pesée de la plante entière s'est faite sur une base théorique. Il n'existe pas de rapport constant ou régulier entre l'absorption et la transpiration. La potométrie est une mesure de l'absorption d'eau par l'organe coupé. Il est donc impossible de trouver un rapport valable entre les deux méthodes.

Aucune des deux méthodes écologiques ne permet d'obtenir des résultats absolus.

DEUXIÈME PARTIE

Étude écologique de la transpiration.

Les recherches relatées dans la deuxième partie de ce mémoire ont pour but de mettre en lumière l'action des facteurs du milieu, compris dans un sens large, sur le rythme et l'intensité transpiratoires.

Nous allons envisager cette étude au point de vue autoécologique d'abord, en nous adressant à une gamme de végétaux susceptibles de réagir à priori d'une manière différente.

Dans le complexe des facteurs du milieu, nous détacherons deux groupes essentiels, parce qu'ils exercent des effets directs sur la transpiration : les agents climatiques, d'une part, les facteurs édaphiques, d'autre part.

CHAPITRE PREMIER.

CONDITIONS EXPÉRIMENTALES.

§ 1. LES FACTEURS DU MILIEU ÉTUDIÉS.

1. Le sol.

a) Le mécanisme de rétention de l'eau par le sol dépend de ses propriétés physico-chimiques. Il a été démontré que pour un type de sol donné, une relation existe entre chaque degré d'humidité et l'intensité de rétention d'eau.

Notre excellent collègue J. FRIPIAT a bien voulu déterminer la force de rétention d'eau du sol en fonction de l'humidité pour les deux types de substrat que nous avons utilisés dans nos expériences de transpiration. Les résultats qu'il a obtenus font l'objet du tableau XXIV.

Rappelons le principe de la détermination de cette force de rétention qui s'effectue au moyen de « tensiomètres » (FRIPIAT, 1949) :

« Dans un sol d'humidité connue, on plonge une sphère poreuse, en porcelaine, remplie d'eau, qui communique avec un manomètre à mercure. La terre absorbe l'eau de la boule et ce mouvement entraîne le mercure du manomètre. Au moment où le poids de la colonne de mercure compense la « force de succion » (terme pédologique) l'échange s'arrête, le niveau du mercure se stabilise, tandis que la hauteur h à laquelle il est monté fournit une mesure de cette force. D'où l'on obtient les relations suivantes :

» Force de succion = poids de la colonne de mercure.
 = h (hauteur de la colonne de mercure) \times 1 cm².
 = h .

» On peut donc exprimer la « force de succion » en cm de mercure. Si l'on multiplie ce chiffre par 13,6 (13,6 = densité du mercure) on obtient la valeur correspondante en cm d'eau :

» Force de succion : pression exercée par une colonne d'eau de ($13,6 \times h$) cm de hauteur. C'est ce qu'on a appelé encore le potentiel capillaire ψ de la terre. »

TABLEAU XXIV.

Potentiel capillaire en fonction de l'humidité du sol pour 2 types de terre de Yangambi.

Sol 1			Sol 2		
Ts	Ψ	H	Ts	Ψ	H
0	0	22	0,3	4,08	23
0,5	6,80	21	0,9	12,24	22
1,0	13,60	20	1,5	20,40	21
1,5	20,40	19	2,2	29,92	20
2,1	28,56	18	2,8	38,08	19
2,6	35,36	17	3,4	46,24	18
3,2	43,52	16	4,0	54,40	17
3,7	50,32	15	4,6	62,56	16
4,2	57,12	14	5,2	70,72	15
4,7	63,92	13	5,8	78,88	14
5,3	72,08	12	6,5	88,40	13
11,0	149,60	11	10,4	141,44	12,5
28,0	380,80	10,5	18,0	244,80	12,0
43,0	584,80	10	26,0	353,60	11,5
			34,0	472,40	11
			42,0	571,20	10,5
			50,0	680,00	10

Ts : potentiel capillaire en cm de Hg.

ψ : en cm d'eau.

H : humidité rapportée au poids sec.

En fait, dans le courant de cette étude, nous utiliserons les taux d'humidité du sol (H) correspondant à divers potentiels capillaires.

b) Les pertes d'eau du sol découlent de divers phénomènes dont la transpiration par les végétaux qui le recouvrent n'est qu'un aspect. Nous aurons d'ailleurs l'occasion de fournir quelques indications à ce sujet dans la quatrième partie de ce mémoire.

2. Le climat.

a) *Caractéristiques essentielles du climat local.*

BERNARD (1945) spécifie le climat de la région de Yangambi de la façon suivante :

« Le climat de la Cuvette centrale congolaise offre un exemple type d'un climat équatorial continental ayant comme végétation climax la forêt ombrophile. Ce climat jouit d'une grande autonomie, atténuée seulement par la pénétration, au-dessus du territoire, de courants atmosphériques généraux, parmi lesquels la mousson Sud-Ouest atlantique exerce l'influence prépondérante. Cependant ces influences extérieures restent secondaires et ne parviennent pas, comme pour beaucoup d'autres régions équatoriales, à constituer la note climatologique dominante. C'est pourquoi les caractères essentiels du climat équatorial continental, considéré dans la forme idéale, s'y manifestent nettement tant dans les variations diurnes que dans les régimes annuels des principaux éléments climatologiques. »

Le tableau XXV fournit, d'après BERNARD (1950), les éléments caractéristiques du climat de Yangambi :

1. « Le régime moyen des précipitations reproduit bien la double périodicité propre aux régions équatoriales. Ce régime se caractérise ici par une nette dissymétrie entre chacun des deux minima solsticiaux ou des deux maxima équinoxiaux. Ainsi, la saison de janvier-février est nettement la plus sèche de l'année, alors que le second minimum en juin est à peine esquissé. La petite saison des pluies est bien marquée en mai. La grande saison des pluies se produit de septembre à novembre avec un maximum principal en octobre. D'après ce régime moyen, les pluies semblent assez bien réparties sur toute l'année. Une lame d'eau annuelle de 1875 mm se distribue en lames mensuelles de 94 mm (février) à 241 mm (octobre) (fig. 7).

» Mais ces moyennes dissimulent la haute variabilité des régimes annuels successifs. Des périodes de grande sécheresse plus ou moins interrompues par quelques petites pluies se réalisent fréquemment de mi-décembre à fin mars. »

TABLEAU XXV.

*Régime normal de quelques éléments éoclimatiques
observés à Yangambi Km 5.*

(BERNARD, 1950.)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Moyenne :													
Insolation en heures													
1940-1949	190	177	190	167	169	160	133	139	142	171	159	174	1.972
Maxima journaliers moyens de la température M (therm. à maxima)													
1940-1949	29,9	30,7	30,8	30,4	29,7	29,2	28,1	28,4	29,2	29,5	29,2	29,3	29,5
Minima journaliers moyens de la température m (therm. à minima)													
1940-1949	19,4	19,8	20,2	20,2	20,0	19,8	19,2	19,2	19,4	19,4	19,7	19,6	19,7
Température moyenne journalière (M+m)/2													
1940-1949	24,7	25,3	25,6	25,3	24,9	24,5	23,7	23,8	24,3	24,5	24,5	24,4	24,6
Amplitude diurne moyenne de la température (M—m)													
1940-1949	10,5	10,9	10,7	10,2	9,7	9,4	8,9	9,2	8,7	10,1	9,5	9,6	9,9
Précipitations en mm (P)													
1929-1949	100	94	154	151	184	129	162	171	178	241	189	129	1.875
Evaporation en mm (Ev.) (Piche sous abri)													
1940-1949	49,1	55,2	61,9	51,0	44,8	41,4	25,3	38,7	43,5	48,1	42,3	42,9	554,2
Quotient hygrométrique (P/Ev.)													
1940-1949	2,0	1,6	2,7	3,2	4,8	3,4	4,7	4,1	4,5	4,5	4,9	2,2	3,6

En ce qui concerne le régime moyen de jours à précipitations atteignant une hauteur donnée, nous extrayons de BERNARD (1945) et VANDENPLAS (1943) le tableau XXVI qui fournit le nombre moyen de jours à précipitations atteignant une hauteur donnée.

TABLEAU XXVI.

*Régime du nombre moyen de jours à précipitations
atteignant une hauteur donnée (1930-1939).*

(BERNARD, 1945 et VANDENPLAS, 1943.)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
0,1 mm ...	7,2	8,1	12,0	13,0	12,9	11,3	9,6	11,5	13,9	15,2	14,5	11,6	141
1,0 mm ...	5,6	7,1	10,0	11,0	10,8	8,9	8,0	9,4	11,4	13,1	12,5	9,4	117
5,0 mm ...	3,6	4,8	7,2	7,7	7,4	5,9	5,4	6,4	7,9	9,3	8,7	6,6	81
10,0 mm ...	2,7	3,7	5,4	5,4	4,9	4,2	3,9	4,7	5,4	6,6	6,1	4,6	58
20,0 mm ...	1,3	2,3	3,1	2,9	2,6	2,2	2,1	2,9	3,3	3,5	3,4	2,1	32

TABLEAU XXVII.

Marche diurne de la température, de l'humidité relative, de la tension de vapeur et du déficit de saturation à Yangambi (moyennes 1946-1949).

Temps local (BERNARD, 1950).

Heures	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	M
Mars														
Température	21,0	21,7	23,1	24,8	26,4	27,8	28,8	29,5	30,0	30,1	29,5	28,4	26,6	27,0
Humidité relative	95	94	89	82	76	71	68	65	63	62	64	69	76	74
Tension de vapeur	17,7	18,3	18,9	19,3	19,6	19,9	20,2	20,1	20,0	19,8	19,8	20,0	19,9	19,5
Déficit de saturation . . .	0,9	1,2	2,3	4,2	6,2	8,1	9,5	10,8	11,8	12,2	11,1	9,0	6,3	7,5
Juillet														
Température	20,4	20,9	22	23,1	24,4	25,4	26,3	26,8	27,0	26,9	26,5	25,6	24,3	24,8
Humidité relative	96	95	93	89	84	80	78	75	74	75	77	81	86	82,7
Tension de vapeur	17,3	17,6	18,4	18,9	19,3	19,5	20,0	19,8	19,8	19,9	20,0	19,9	19,6	19,3
Déficit de saturation . . .	0,7	0,9	1,4	2,3	3,7	4,9	5,7	6,6	7,0	6,7	6,0	4,7	3,2	4,3

Mois de mars et juillet, extrêmes de l'année, 1^{re} partie, de 6 h à 18 h

Heures	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	M
Mars														
Température	26,6	25,0	24,1	23,4	23,0	22,5	22,2	21,8	21,6	21,3	21,1	21,0	21,0	22,6
Humidité relative	76	82	85	88	90	91	92	93	94	95	95	95	95	90,5
Tension de vapeur	19,9	19,5	19,1	19,0	19,0	18,6	18,5	18,2	18,2	18,1	17,8	17,7	17,7	18,5
Déficit de saturation . . .	6,3	4,3	3,4	2,6	2,1	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,9	0,9	0,9	2,1
Juillet														
Température	24,3	23,1	22,5	22,1	21,7	21,4	21,2	20,9	20,7	20,6	20,5	20,4	20,4	21,5
Humidité relative	86	91	93	94	95	95	95	95	96	96	96	96	96	94,4
Tension de vapeur	19,6	19,3	19,0	18,7	18,5	18,1	17,9	17,6	17,6	17,6	17,5	17,4	17,3	18,1
Déficit de saturation . . .	3,2	1,9	1,4	1,2	1,0	1,0	0,9	0,9	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1,1

Mois de mars et juillet, extrêmes de l'année, 2^e partie, de 18 h à 6 h

2. « Par ailleurs, la seule considération du régime pluviométrique ne peut fournir qu'une image fautive des fluctuations réelles de l'équilibre du bilan d'eau en climat tropical. Malgré la position équatoriale de Yangambi, les importants facteurs de la puissance évaporante de l'atmosphère, température et déficit de saturation de l'air, ainsi que cette puissance évaporante elle-même, y manifestent des régimes à amplitude fort nette. La période de février à mars est toute différente sous ce rapport de la période juillet-août.

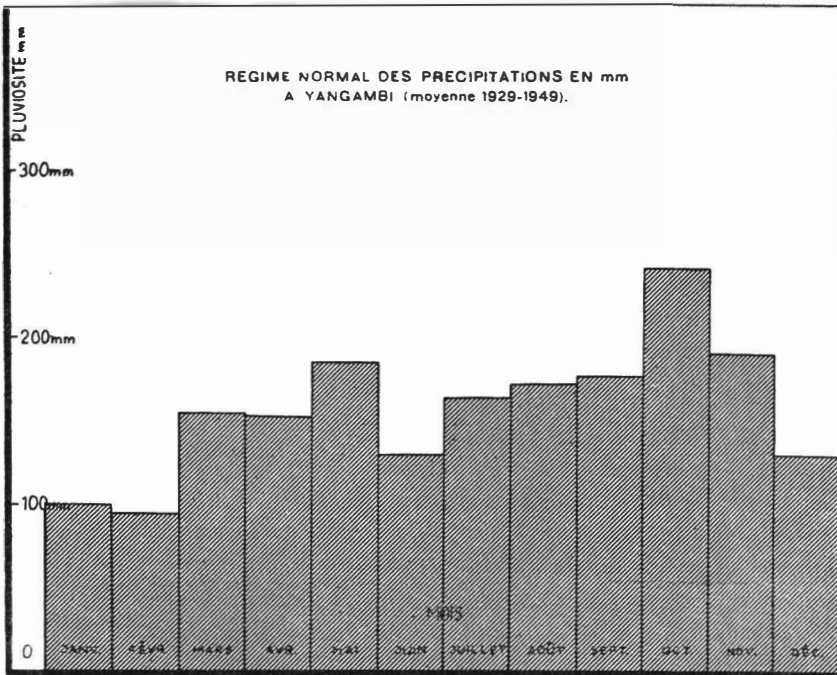


FIG. 7.

» Le tableau XXVII, qui donne la marche diurne moyenne de la température et de l'humidité de l'air à Yangambi, au cours des mois extrêmes de l'année, mars et juillet, explique bien ces différences. On notera de mars à juillet la chute du maximum journalier moyen de la température de 30° C à 27° C et surtout la variation de 12 à 7 mm — quasi du double au simple — du maximum journalier moyen du déficit de saturation. L'évaporation varie de 61,9 à 35,3 mm entre les mêmes mois. Il résulte de ces considérations que le bilan d'eau subit à Yangambi des fluctuations d'équilibre beaucoup plus notables que celles que semble refléter le seul régime pluviométrique.

C'est ainsi que le quotient hygrométrique, défini comme le rapport entre les précipitations et l'évaporation mensuelles, varie autour d'une valeur annuelle moyenne de 1,6 en février à 4,9 en novembre, c'est-à-dire du simple au triple. »

3. Une autre donnée, toujours empruntée à BERNARD (1950), est relative au nombre de jours de rosée : en 153 jours d'observation, on a constaté à Yangambi 126 jours de rosée ou 82 %.

b) *Méthode de mesure des facteurs étudiés.*

1. La mesure de la *température* a été effectuée, soit au moyen de thermomètres-frondes, soit en tenant compte des indications fournies par le thermomètre sec d'un psychromètre d'ASSMAN.

2. Le déficit de saturation a été calculé au départ des indications fournies par ce dernier instrument au moyen des tables : « Aspirations-Psychrometer Tafeln » (REICHSAMT FÜR WETTERDIENST, 1940).

3. L'évaporation dans quelques cas a été suivie au moyen de l'évaporomètre de PICHE ou de l'atmomètre de LIVINGSTON.

4. La radiation a été mesurée, dans quelques-unes de nos expériences au moins, par le lucimètre à distillation d'alcool de BELLANI (à boule bleue).

Dans d'autres cas la radiation a été mesurée par l'emploi simultané de deux atmomètres, l'un à boule noire, l'autre à boule blanche. Le rapport entre la valeur de l'évaporation mesurée dans les deux instruments constitue une image grossière de l'intensité lumineuse. On sait en effet que la couleur noire d'un corps récepteur favorise considérablement l'absorption de la radiation. D'une manière globale on peut dire que plus la radiation est intense, plus la différence entre les deux mesures est grande.

On trouvera des renseignements relatifs à ces divers instruments dans les traités classiques de climatologie, auxquels nous renvoyons (ANGOT, 1928). Nous nous sommes conformé aux conditions usuelles de leur emploi.

Signalons que le lucimètre de BELLANI et l'évaporomètre de PICHE sont des appareils totalisateurs qui fournissent des valeurs d'enregistrement globales (1).

(1) On s'étonnera sans doute de constater la pauvreté et la disparité de notre instrumentation. Nos recherches ont débuté dans l'immédiate après-guerre, à une époque où les réserves instrumentales du Centre de Yangambi étaient épuisées et avant qu'elles aient pu être reconstituées par l'acquisition d'appareils modernes.

§ 2. MÉTHODOLOGIE DES RECHERCHES.

1. Analyse statistique des résultats.

Les résultats fournis par tous nos dispositifs expérimentaux ont été analysés selon les méthodes du calcul statistique. On consultera à ce sujet les ouvrages classiques de FISHER et SNEDECOR, auxquels nous nous sommes référé.

Nous avons adopté comme la plus adéquate à nos recherches la méthode des variances de FISHER.

Nous avons comparé nos résultats en utilisant des moyennes. On pourrait risquer dès lors de fausser les conclusions, car le calcul tend à oblitérer, en fait, la variabilité due au hasard, c'est-à-dire l'erreur expérimentale. Celle-ci, dans nos essais, peut provenir de causes diverses. Citons, par exemple, la variation de l'humidité du sol en cours d'expérience, les différences dans le rapport folioles/stipe plus pétioles ou encore feuilles/tiges dans les individus de chaque traitement (nécrose de feuilles lors de la reprise au début de l'expérience), etc.

A priori, l'usage des moyennes peut augmenter les chances d'obtenir un résultat significatif. C'est pourquoi il nous a paru indispensable de procéder à l'analyse complète d'une expérience prise à titre d'exemple, en nous basant sur les données individuelles. Nous avons fait choix d'un essai sur palmier à huile, d'une durée de 28 jours (7 août 1949 au 3 septembre 1949), dont les résultats sont utilisés notamment dans les §§ 1 et 2 du chapitre II. Dans ce but nous comparons entre elles les données de transpiration de 10 plantes des séries A (11 % d'humidité du sol), B (15 %) et C (19 %) pendant l'après-midi.

Nous avons choisi cette expérience et cette période de la journée, parce que les différences de jour en jour ne sont pas très importantes.

Si nous obtenons donc un résultat positif, nous pouvons être certain de ne pas fausser les conclusions par l'emploi des moyennes dans d'autres expériences.

Le tableau XXVIII résume les données primaires de transpiration pour une série de 10 plantes à une humidité moyenne du sol de 15 % (en % du poids sec). La transpiration dans ce tableau s'exprime en mg de perte d'eau par g de poids frais de la partie aérienne dans le courant de chaque après-midi. On lit, d'après les lignes horizontales, la transpiration postméridienne par jour; d'après les lignes verticales, la transpiration de chaque plante de jour en jour.

TABLEAU XXVIII.

Données primaires de transpiration en mg/g de poids frais de la partie aérienne, pour une série de 10 palmiers pendant 28 jours d'observation (après-midi) dans un sol à humidité de 15 % (7 août au 3 septembre 1949).

Jours	Numéros des plants										Moyenne par jour
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	642	186	670	480	550	763	465	531	690	744	572
2	608	186	619	502	366	537	581	443	647	642	513
3	710	247	606	335	411	424	504	597	733	642	521
4	878	309	503	550	388	452	659	575	776	642	573
5	372	62	284	239	206	283	271	243	130	203	229
6	203	309	296	287	251	283	349	354	345	304	298
7	710	247	593	527	342	593	543	553	733	777	562
8	777	247	554	455	320	424	543	553	906	709	549
9	743	371	735	527	388	452	504	507	862	744	592
10	203	62	142	120	114	113	155	243	215	68	143
11	777	124	670	598	342	509	581	553	906	679	574
12	574	0	567	480	320	424	426	464	733	642	463
13	642	186	632	575	366	569	581	597	906	777	583
14	574	371	541	480	251	396	504	487	733	744	508
15	125	173	95	132	63	0	35	204	80	125	103
16	781	403	575	573	379	729	572	469	920	750	615
17	563	173	385	330	253	365	357	367	760	563	412
18	813	173	479	462	274	442	429	469	840	656	504
19	531	173	385	308	253	390	322	347	600	469	378
20	125	173	48	110	105	104	107	102	40	62	98
21	531	115	454	308	274	312	357	387	720	531	399
22	656	0	634	506	316	547	393	489	960	719	522
23	781	230	586	616	400	573	464	551	920	750	587
24	31	0	36	88	63	52	107	82	160	94	71
25	625	230	490	418	295	338	357	429	800	719	470
26	687	288	526	440	337	390	429	489	960	750	530
27	687	115	550	573	337	521	429	489	1.080	813	559
28	719	288	479	352	253	234	429	347	840	625	457
Moyenne par plante	571	194	469	406	293	401	409	429	678	569	442,3

Le tableau XXIX, à son tour, donne les résultats de l'analyse statistique.

Les rapports des variances calculés montrent que les résultats sont très significatifs, malgré l'erreur expérimentale nécessairement grande dans un dispositif tel qu'adopté.

Ces résultats montrent que la transpiration du palmier à huile varie significativement d'un jour à l'autre pendant la période étudiée.

Cet exemple de calcul statistique justifie donc la validité de l'usage des moyennes. C'est pourquoi, dans le corps de ce mémoire,

nous ne fournirons plus les données primaires qu'à titre exceptionnel. Leur publication eût alourdi considérablement notre texte sans ajouter à la sécurité de nos conclusions.

2. Durée minimum des expériences.

Dans le cas de nos expériences réalisées par la méthode de pesée des plants en pot, il faut se poser la question de savoir sur quel laps de temps il suffit de faire porter les mesures en vue d'obtenir des résultats valables.

Les expériences réalisées dans le cadre de nos recherches ont eu, en général, une durée prolongée en vue d'obtenir des résultats moyens aussi proches que possible de la réalité. Il n'est cependant pas nécessaire d'utiliser toute la période d'observation pour obtenir des résultats statistiquement valides.

Dans la plupart des cas, on peut admettre que l'analyse statistique porte sur une période de 15 jours. Il en est ainsi même pour des expériences du genre de celle qui vient d'être réalisée, puisque les différences de transpiration journalière apparaissent suffisamment au cours d'un laps de temps de 15 jours.

La comparaison de la transpiration pendant les différentes saisons de l'année requiert le choix d'une période bien typique au cours de chacune d'entre elles, et ce en fonction des limites de temps les plus probables d'après les enregistrements poursuivis au cours de plusieurs années.

TABLEAU XXIX.

Analyse statistique des différences individuelles journalières de transpiration pendant l'après-midi pour les séries A (11 %), B (15 %) et C (19 %) d'humidité du sol, d'une expérience sur le palmier à huile du 7 août au 3 septembre 1949.

Série	Transpiration moyenne mg/g poids frais de la partie aérienne	F	
		Calculé	Des tables
Série A (11 %)	88	4,69	P = 0,05
Série B (15 %)	442	9,46	1,37
Série C (19 %)	494	18,63	P = 0,01 1,88

F est le facteur introduit par SNEDECOR, qui mesure la signification des différences obtenues entre les moyennes des traitements.

Variance du traitement.

$$F \text{ calculé} = \frac{\text{Variance du traitement.}}{\text{Variance de l'erreur expérimentale.}}$$

F des tables = la valeur minimum de F pour que, avec une probabilité de 95 % (P = 0,05) ou de 99 % (P = 0,01) de chances, on puisse dire qu'il existe une différence entre les valeurs moyennes des traitements. Cette valeur de F dépend aussi du nombre de degrés indépendants de la variation, due au traitement, d'une part, et à l'erreur expérimentale, d'autre part.

Signalons également que dans les expériences prolongées, où nous avons fait usage de plantes fraîchement repiquées, le premier mois a toujours été éliminé de nos calculs. Nous avons en effet considéré cette période comme un temps de reprise après la replantation.

Dans nos recherches sur la transpiration saisonnière des végétaux, nous avons basé l'analyse statistique sur des périodes continues de 4 semaines, c'est-à-dire 28 jours. Par souci d'uniformité, nous avons adopté le même laps de temps pour les autres essais chaque fois que la chose était possible.

3. Choix des périodes expérimentales à analyser.

Nous venons d'établir qu'il est superflu de procéder à l'analyse d'une expérience tout au long de sa durée complète.

Une période de 28 jours est suffisamment longue pour couvrir toute la gamme de fluctuations non saisonnières des facteurs climatiques. Il reste toutefois à déterminer la manière dont il importe de choisir ce laps de temps suffisamment significatif dans une expérience de longue durée. En effet, divers facteurs extrinsèques au dispositif expérimental sont susceptibles de modifier les résultats au cours du temps. Signalons notamment la croissance inégale du système racinaire chez les plants observés. Il peut en résulter pour certains d'entre eux une activation de leur absorption racinaire. Ce cas a le plus de chances de se produire dans une expérience où l'on compare des plants vivant dans des substrats à taux d'humidité différents.

Il est possible que la transpiration varie au cours d'une expérience rien que par le fait de cette adaptation.

Afin d'éclairer la question du choix de la période de référence, nous allons comparer, dans un essai de durée prolongée (4 mois), deux intervalles de 28 jours, le premier choisi au début, le second à la fin de l'expérience.

Le tableau XXX fournit les résultats globaux résultant de l'analyse des données obtenues pour les 2 périodes. Ces chiffres sont relatifs aux plants cultivés dans un sol à 19 % d'humidité.

Les conditions de l'ambiance atmosphérique ont concouru à favoriser la transpiration durant le premier intervalle de référence choisi. En effet, le rapport des évaporations enregistrées pendant les deux périodes est de 1,08, ce qui veut dire que l'évaporation fut de 8 % plus élevée au début qu'à la fin.

Or, on constate que l'intensité de la transpiration est différente; elle est significativement supérieure pour la « probabilité de 95 % » en faveur de la première période envisagée, c'est-à-dire celle durant

laquelle les facteurs du milieu ont été les plus favorables à la transpiration. On voit donc par ceci que les conditions de croissance ne faussent pas la réaction du phénomène de transpiration à l'égard du milieu écologique. Il s'ensuit que le choix d'une période de référence est indifférent. Néanmoins, comme nous l'avons dit, les périodes du début, immédiatement après le repiquage, ont toujours été exclues.

TABLEAU XXX.

*Transpiration du palmier à huile pendant l'après-midi
à une humidité du sol de 19 %.*

*Comparaison de 2 périodes de 28 jours (15 mai-11 juin/7 août-3 septembre 1949)
au cours d'une expérience prolongée.*

La transpiration est exprimée en mg/g de poids frais de la partie aérienne.
Analyse statistique.

Période	Transpiration moyenne mg/g poids frais de la partie aérienne	F	
		Calculé	Des tables
1 ^o 15 mai-11 juin 1949 ...	647	5,97	P = 0,05
2 ^o 7 août-3 septembre 1949	494		P = 0,01
			7,12

CHAPITRE II.

RECHERCHES SUR LE PALMIER A HUILE.

(*Elaeis guineensis* JACQ.)

§ 1. RYTHME DE LA TRANSPIRATION JOURNALIÈRE.

1. Courbe journalière.

Toutes les expériences réalisées à cet égard se fondent sur la méthode de pesée de fragments de plantes selon STOCKER. Elle est en effet pratiquement la seule applicable pour des mesures répétées à courts intervalles, à l'exclusion de la méthode de pesée de plantes entières, et ce pour des raisons qui ont été développées antérieurement.

Ces recherches ont été effectuées autant que possible dans le milieu naturel de la plante.

Nous disposons ici de séries complètes d'observations effectuées de semaine en semaine pendant six mois.

La courbe journalière qui fait l'objet de la figure 8 est une courbe moyenne correspondant à 28 journées d'observations, réalisées dans des conditions atmosphériques très variables. Le tableau XXXI résume les valeurs moyennes horaires des facteurs climatiques mesurés et du niveau de la transpiration, correspondant au graphique précédent.

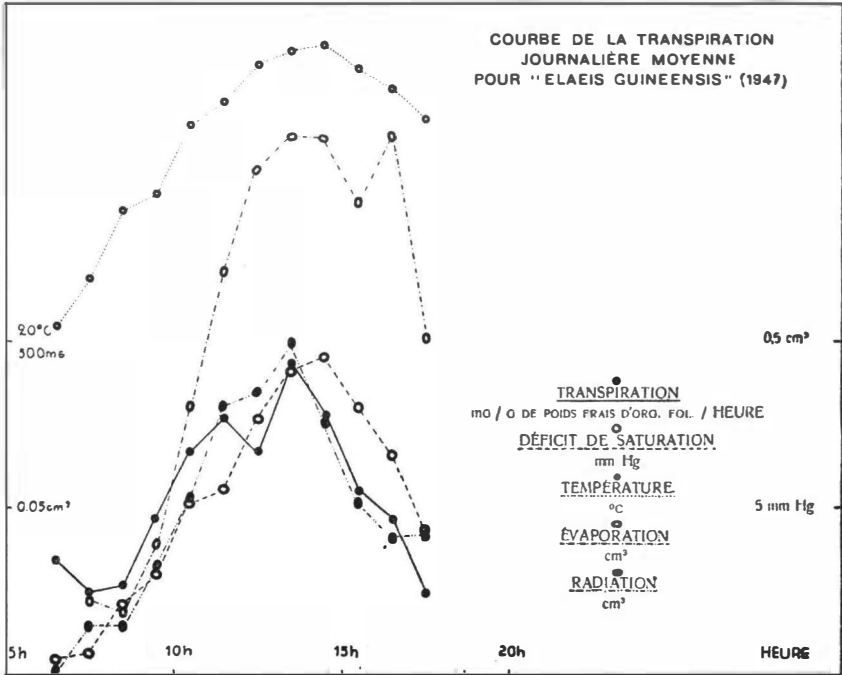


FIG. 8.

Le rythme de la transpiration du palmier à huile détermine une courbe à deux maxima, le premier à 11 h 30 et le second à 13 h 30.

La chute marquée qui se manifeste dans l'intervalle résulte du jeu stomatique, sur lequel nous reviendrons plus loin.

Les indications horaires (6 h 30, etc.) se rapportent à une période d'une heure (6 h à 7 h, etc.). Les valeurs de la température et du déficit de saturation sont des moyennes de plusieurs lectures par heure. La radiation, l'évaporation et la transpiration s'expriment par une valeur globale horaire. La transpiration se mesure en *mg/g de poids frais foliaire* par heure.

a) COMPARAISON ENTRE COURBES DE TRANSPIRATION ET D'ÉVOLUTION DES FACTEURS DU MILIEU. — L'allure générale de la courbe transpira-

toire est assez conforme à celle que dessine chacun des facteurs climatiques. Toutefois, on constate que c'est de la marche de la radiation qu'elle s'approche le plus.

Le maximum secondaire, tout au début de la journée, est suivi d'une rapide dépression aux premières heures de la matinée. Elle pourrait provenir de l'évaporation de la rosée nocturne.

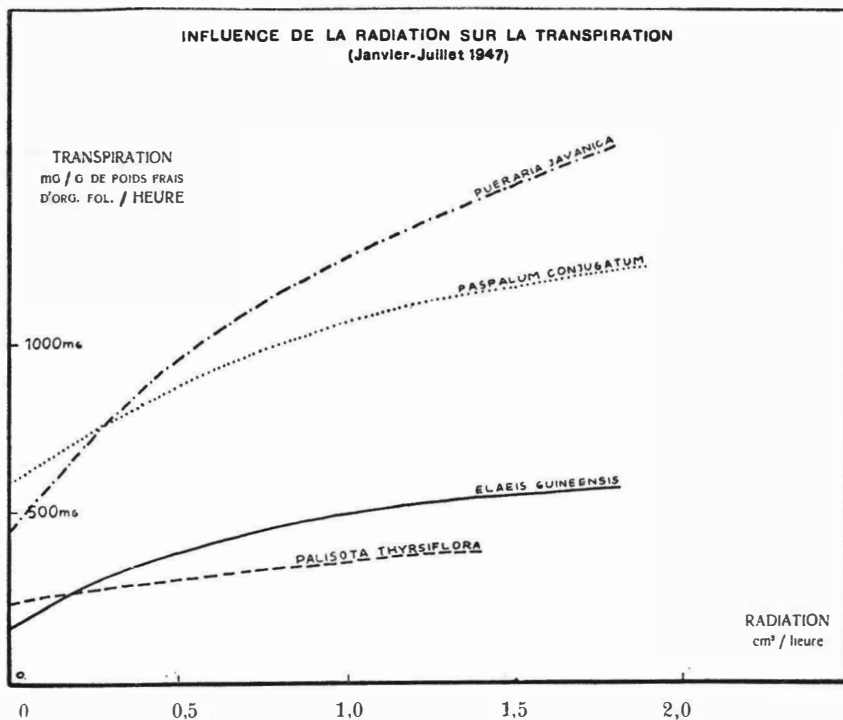


FIG. 9.

b) ACTION DE CHACUN DES FACTEURS CLIMATIQUES. — Il va de soi que le rythme transpiratoire tel qu'enregistré répond à la globalité de l'action du milieu et non pas d'un seul facteur en particulier. Nous savons toutefois que radiation, température et déficit de saturation sont des éléments essentiels et qui sont liés entre eux (cfr. tableau XXXV). C'est pourquoi nous avons tenté d'exprimer l'allure de la transpiration en fonction de chacun de ces facteurs dans les figures 9, 10, 11, correspondant aux tableaux XXXII, XXXIII, XXXIV. Ces graphiques ont été établis en portant en abscisses les valeurs croissantes de chacun des facteurs envisagés et en ordonnées les intensités transpiratoires. Les différents points obtenus correspondent à la moyenne des observations effectuées pour les valeurs correspondantes.

TABLEAU XXXI.

Transpiration moyenne journalière du palmier à huile en fonction de l'évolution des facteurs du milieu climatique.

Heure	T °C	D. S. mm Hg	Rad. cm ²	Evap. cm ³	Transpiration mg/g folioles
6h30	20,4	0,40	0,00	0,00	172
7h30	21,7	0,55	0,05	0,02	122
8h30	23,8	2,05	0,05	0,01	130
9h30	24,3	2,98	0,16	0,03	231
10h30	26,3	5,13	0,26	0,08	343
11h30	26,9	5,53	0,40	0,12	405
12h30	28,0	7,60	0,42	0,15	338
13h30	28,4	9,02	0,40	0,16	476
14h30	28,6	9,37	0,38	0,16	400
15h30	28,0	7,93	0,26	0,14	298
16h30	27,4	6,55	0,20	0,16	254
17h30	26,5	4,22	0,20	0,10	123

TABLEAU XXXII.

Transpiration moyenne horaire en fonction de la radiation (cm²).

La première colonne donne la radiation mesurée au Bellani à boule bleue; les colonnes suivantes, la transpiration horaire.

La transpiration s'exprime en mg par g de poids frais foliaire/heure.

Radiation cm ²	<i>Elaeis guineensis</i>	<i>Palisota thyrsiflora</i>	<i>Paspalum conjugatum</i>	<i>Pueraria javanica</i>
0	196	260	413	466
0,1	247	267	861	615
0,2	281	240	778	624
0,3	345	303	914	804
0,4	423	269	728	920
0,5	386	340	997	881
0,6	411	—	895	1.540
0,7	496	257	840	1.105
0,8	504	372	1.061	1.139
0,9	484	290	749	794
1,0	394	—	—	—
1,1	—	702	—	—
1,2	427	702	—	—
1,3	562	—	—	—
1,4	762	588	956	2.027
1,5	892	—	979	—
1,6	—	—	—	—
1,7	—	447	1.455	1.628
1,8	687	—	—	—
1,9	354	—	—	—

Il en résulte que certains points ainsi obtenus, notamment pour les valeurs extrêmes, rarement enregistrées, des facteurs climatiques, offrent relativement peu de sécurité par suite du nombre trop réduit d'observations.

D'une manière globale, on serait tenté de grouper ces valeurs moyennes en une fonction linéaire; tel est le cas surtout pour la

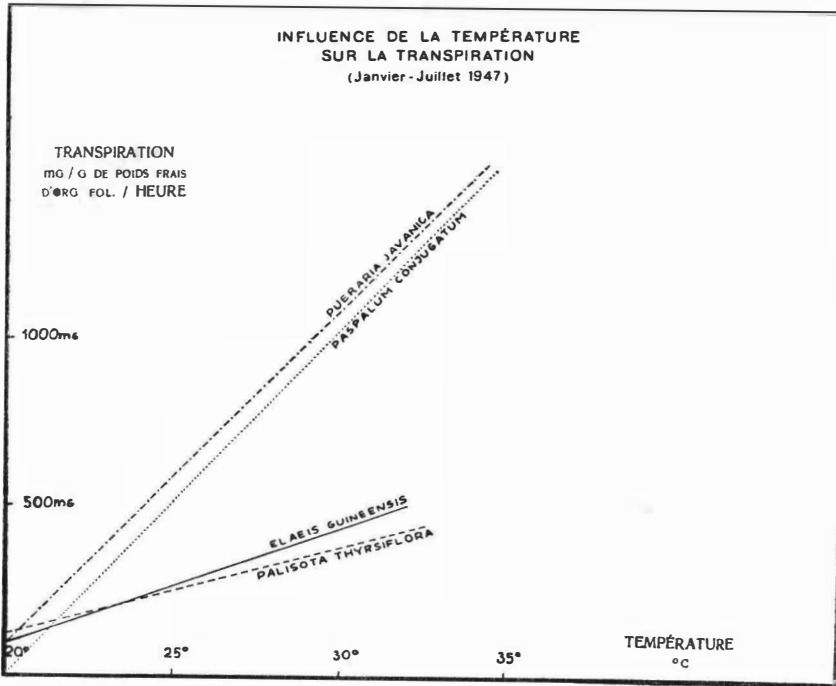


FIG. 10.

température. Toutefois, en examinant ces courbes de plus près, on pourrait émettre l'hypothèse d'un effet de saturation qui apparaît le mieux pour le déficit de saturation. On remarquera d'ailleurs que la gamme de variabilité pour la température est relativement fort étroite, tandis qu'elle est plus complète et plus continue pour le déficit de saturation et la radiation.

En d'autres termes, et compte tenu de cette remarque, on pourrait dire que des accroissements équivalents de l'intensité des facteurs produisent des effets d'autant moindres que ces facteurs se trouvent à un niveau élevé. Nous obtenons donc ici une certaine indication de la validité de la loi des effets relatifs (LUNDEGARDH, 1931) guidant la radiation et le déficit de saturation dans leur effet sur la transpiration.

TABLEAU XXXIII.

Transpiration (moyenne horaire) en fonction du déficit de saturation de l'air (mm Hg).

Voir tableau précédent.

D. S. mm Hg	<i>Elaeis guineensis</i>	<i>Palisota thyrsoflora</i>	<i>Paspalum conjugatum</i>	<i>Pueraria javanica</i>
0	134	175	578	289
1	136	178	481	335
2	155	277	640	385
3	169	174	435	318
4	268	167	754	607
5	283	352	617	713
6	308	317	876	771
7	339	357	1.344	1.321
8	531	280	867	888
9	435	376	1.117	1.232
10	644	372	957	990
11	512	392	907	1.153
12	429	307	598	1.012
13	413	321	888	827
14	502	—	—	—
15	434	447	1.455	1.628
16	—	315	968	802
17	—	—	—	1.694

TABLEAU XXXIV.

Transpiration moyenne horaire en fonction de la température (°C).

Voir tableau XXXII.

T °C	<i>Elaeis guineensis</i>	<i>Palisota thyrsoflora</i>	<i>Paspalum conjugatum</i>	<i>Pueraria javanica</i>
20	132	50	310	221
21	120	202	—	—
22	145	155	923	345
23	141	217	547	426
24	166	250	318	313
25	203	185	773	370
26	306	282	692	607
27	339	354	986	915
28	415	315	875	777
29	539	318	851	967
30	496	320	902	1.081
31	472	447	1.455	1.628
32	502	315	968	735

c) CORRÉLATION ENTRE LES FACTEURS DU MILIEU ET LA TRANSPIRATION.

— Au départ des nombreuses données d'observations recueillies, nous avons tenté d'appliquer le calcul des corrélations entre la transpiration et chacun des principaux facteurs climatiques.

Les calculs des corrélations ont été utilisés dans ce domaine par plusieurs auteurs avant nous (NUTMAN, 1941; MANZONI et PUPPO, 1947).

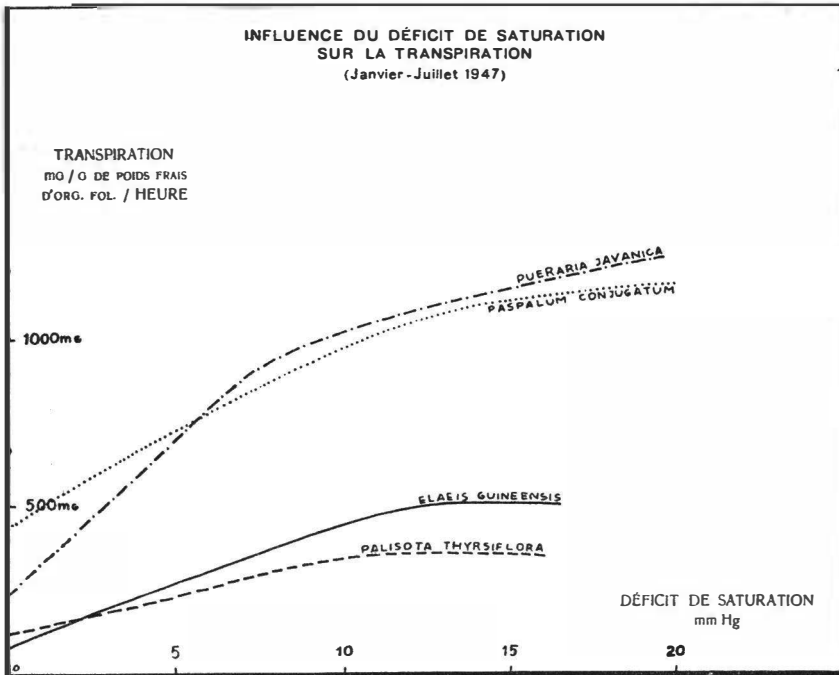


FIG. 11.

L'application reste assez délicate et l'interprétation peut être facilement faussée si l'on ne se tient pas strictement dans les limites posées par la méthode. Le point faible de cette analyse est certainement le suivant : les calculs des corrélations postulent l'existence d'une « régression linéaire » entre les variables indépendantes et la variable dépendante. Le point précédent de ce paragraphe rend l'existence de cette régression linéaire très douteuse.

Dans le tableau XXXV nous avons calculé les corrélations simples et partielles entre la transpiration et chacun des facteurs climatiques.

La conclusion que l'on peut tirer des données reprises dans le tableau XXXV touchant le palmier à huile est que, quelle que soit

la valeur des divers chiffres obtenus, la transpiration manifeste, vis-à-vis de la radiation seulement, une corrélation positive et nettement étroite.

TABLEAU XXXV.

Corrélation entre l'évolution de la transpiration (A) au cours de la journée et les facteurs climatiques :
Radiation (B), déficit de saturation (C) et température (D).

Corrélation	<i>Elaeis guineensis</i>	<i>Palisota thyrsiflora</i>	<i>Pueraria javanica</i>	<i>Paspalum conjugatum</i>
r. AB	0,90	0,89	0,95	0,96
r. AC	0,73	0,72	0,79	0,72
r. AD	0,82	0,65	0,84	0,77
r. BC	0,87	0,78	0,82	0,78
r. BD	0,88	0,78	0,83	0,84
r. CD	0,96	0,94	0,93	0,93
r. AB.C	0,79	0,77	0,86	0,93
r. AD.C	-0,24	-0,12	0,46	0,38
r. BD.C	0,14	0,23	0,32	0,46
r. AC.B	0,63	0,10	0,06	-0,18
r. AD.B	0,29	-0,14	0,28	-0,27
r. CD.B	0,79	0,87	0,78	0,82
r. AB.CD ...	0,82	0,82	0,84	0,92
r. AC.BD ...	-0,57	0,45	-0,27	0,07
r. AD.BC ...	0,55	-0,47	0,37	-0,21

2. Comparaison entre les différentes périodes de la journée.

Les observations réalisées touchant ce point particulier ont été effectuées par la méthode de pesée de plantes entières. Elles ont porté sur une période continue de 28 jours au départ de jeunes plants d'environ 2 ½ ans.

a) MATINÉE ET SOIRÉE. — Nous avons procédé à trois pesées journalières : à 6 h 30, 12 h et 17 h, et avons comparé les valeurs horaires calculées entre 6 h 30 et 12 h, d'une part, et entre 12 h et 17 h, d'autre part. Rappelons ici que l'eau transpirée est rapportée au poids frais de l'ensemble de la partie aérienne.

A titre d'exemple, nous reproduisons ici les données complètes relatives à la transpiration moyenne horaire au cours de chaque période de la journée (tableau XXXVI).

TABLEAU XXXVI.

Transpiration moyenne horaire en mg de perte d'eau par g de poids frais de la partie aérienne au cours des différentes périodes de la journée.

Expérience du 7 août 1949 - 3 septembre 1949 sur palmier à huile.

Transpiration N° de jour	Transpiration matinale	Transpiration postméridienne	Transpiration nocturne
1	57	101	3
2	60	87	3
3	44	102	3
4	87	102	7
5	70	46	6
6	55	50	4
7	61	97	7
8	71	97	5
9	79	104	5
10	76	19	5
11	79	107	2
12	65	100	6
13	89	112	5
14	70	91	4
15	31	15	5
16	72	98	3
17	71	92	3
18	80	64	4
19	13	17	1
20	80	70	2
21	64	91	2
22	29	104	2
23	78	11	3
24	66	82	1
25	64	97	2
26	49	94	3
27	71	78	4
28	74	55	1
Moyenne	64.5	78.0	3.5

L'analyse statistique qui fait l'objet du tableau XXXVII montre une différence significative en faveur de la transpiration postméridienne.

Ce tableau fournit aussi les résultats moyens par période. La transpiration matinale représente 44,2 % et la transpiration postméridienne 53,5 % de la perte totale d'eau au cours de la journée. L'explication de cette répartition doit être recherchée dans les conditions d'humidité atmosphérique très élevée qui règnent dans les premières heures de la matinée et qui limitent l'activité transpiratoire. D'autre part, la rosée nocturne déposée à la surface des feuilles exerce le même effet.

TABLEAU XXXVII.

Transpiration moyenne horaire du palmier à huile en mg de perte d'eau par g de poids frais de la partie aérienne au cours des différentes périodes de la journée.

Expérience du 7 août - 3 septembre 1949.

Analyse statistique.

Période	Transpiration moyenne horaire en mg/g de poids frais de la partie aérienne	Transp. en % Transp. journal.	F		d		Différ.	Différ. horaire en mg
			calculé	des tables	P=0,05	P=0,01		
Matinée	64,5	44,2		P=0,05 3,11			Soirée- matinée	13,5
Soirée	78,0	53,5	102,5	P=0,01 4,88	11,0	14,5	Matinée- nuit	61,0
Nuit	3,5	2,3					Soirée- nuit	74,5

En annexe du tableau XXIX nous avons donné l'explication de la valeur F. La valeur *d* indique l'écart qui doit exister entre la transpiration des différentes périodes de la journée pour que, avec une probabilité de 95 % (P = 0,05) ou de 99 % (P = 0,01), on puisse dire que les deux périodes diffèrent significativement ($d = t \times \sigma d$; *t* se trouve dans les tables de FISHER, et σd est l'écart type de la moyenne).

On observera, de plus, que la première pesée au matin porte sur des feuilles souvent couvertes de rosée qui s'évapore ultérieurement. Il en résulte que les chiffres de transpiration pour la première période de la journée sont nécessairement forcés et que, dans la réalité, la différence est plus accusée encore que ne l'indiquent les valeurs rapportées ci-dessus.

Les résultats que nous fournissons sur le point envisagé ici n'indiquent pas que le niveau momentané le plus élevé de la transpiration doive nécessairement se situer dans le cours de l'après-midi. Il arrive parfois, au contraire, que ce maximum soit atteint avant midi. Nous verrons d'ailleurs que l'ouverture maximum des stomates est généralement atteinte vers 10-11 h.

b) NUIT ET JOUR. — Le même tableau XXXVII indique aussi la valeur très faible de la transpiration nocturne, qui n'atteint en moyenne que 2,3 % de la transpiration totale. En fait, la valeur mesurée est encore supérieure à la réalité, puisque, selon notre technique expérimentale, elle se voit créditer de 1 à 2 h de lumière (6 h à 6 h 30 et 17 h à 18 h).

§ 2. VARIATION SAISONNIÈRE DE LA TRANSPIRATION.

Nous nous sommes posé la question de savoir si, à côté d'un rythme journalier caractéristique, il n'existe pas un rythme saisonnier. En effet, les différences du rythme transpiratoire sont très sensibles chez les végétaux sempervirents des régions tempérées. A Yangambi, comme nous l'avons vu ci-dessus, on peut reconnaître au moins deux saisons bien tranchées, dont le facteur déterminant est essentiellement la pluviosité. Rappelons ici que, contrairement à ce qui se passe dans les régions tempérées, la durée saisonnière de l'éclairement journalier demeure pratiquement constante.

Les premières recherches que nous avons effectuées à ce sujet l'ont été par la méthode de STOCKER. Ultérieurement nous avons utilisé la méthode de pesée de plantes en pots. Comme les résultats des secondes séries d'observation sont de nature à corriger ceux des premières, nous partageons ce paragraphe en deux parties selon la méthode de mesure employée.

1. Résultats obtenus par la méthode de STOCKER.

Nous disposons d'une série d'observations ayant porté sur six mois avec 4 mesures journalières complètes mensuelles. Les journées ont été, en principe, régulièrement réparties dans le courant du mois, pour autant qu'aucune pluie ne survint. Les mesures ont été effectuées dans une palmeraie de 11 ans. Le tableau XXXVIII résume les résultats moyens par journée d'observation au cours de chacun des mois considérés, tant pour la transpiration que pour les principaux facteurs du milieu. On constatera immédiatement les valeurs particulièrement élevées au mois de janvier et très basses au mois de juin. Nous avons exprimé les résultats en mg par g de poids frais de folioles par jour.

TABLEAU XXXVIII.

*Rythme saisonnier de la transpiration (moyenne journalière)
du palmier à huile
en fonction de l'évolution des facteurs du milieu climatique.*

Mois	Pluviosité totale mensuelle (mm)	T °C	D.S. mm Hg	Evap. cm ³	Rad. en cm ³	Transpiration en mg/g poids frais folioles/jour
Janvier	142	26,20	5,88	1,45	5,08	4.183
Février	87	26,40	5,84	1,47	5,67	3.379
Mars	217	26,94	6,46	0,79	5,40	3.185
Avril	183	26,95	6,54	1,62	3,31	3.307
Mai	292	25,40	3,99	1,26	1,87	2.614
Juin	147	22,30	1,40	0,48	0,94	1.763

La constatation d'un rythme transpiratoire plus accentué pendant la saison sèche que pendant la saison humide semble découler de ces observations. L'action accélératrice des facteurs du climat, tels que la température, le déficit de saturation et la radiation élevée, paraît justifier cette manière de voir.

2. Résultats obtenus par la méthode de pesée de plantes entières.

a) Deux périodes d'observation de 28 jours, portant chaque fois sur de jeunes plantes de 3 ans, sensiblement au même stade de croissance, nous ont permis de comparer les valeurs de transpiration relatives à octobre-novembre, d'une part, et janvier-février, d'autre part. Remarquons, en effet, que le trimestre de septembre à novembre est nettement plus humide, tandis que celui de décembre à février est manifestement le plus sec. Les résultats globaux obtenus font l'objet du tableau XXXIX.

On constate que la transpiration en période sèche est significativement plus élevée qu'en période humide, ce qui confirme la présomption établie ci-avant.

TABLEAU XXXIX.

*Transpiration moyenne journalière
du palmier à huile, en mg de perte d'eau par g de poids frais
de la partie aérienne au cours de deux saisons,
une période humide de septembre à novembre et une période sèche
de décembre à février.*

Expérience du 9 octobre - 6 novembre 1948 et du 12 janvier - 9 février 1949.

Période	Transpiration moyenne mg/g poids frais de la partie aérienne	F Calculé	Des tables
Humide	183		P = 0,05
		42,3	4,02
Sèche	225		P = 0,01
			7,12

b) Les résultats que nous venons d'énoncer ont été obtenus globalement pour un dispositif expérimental qui comportait en réalité trois séries de récipients à taux d'humidité du substrat différents. En effet, l'observation même de la végétation, durant la période sèche, montre manifestement que les plantes souffrent d'une carence d'eau dans le sol. Dès lors nous avons établi dans notre dispositif expérimental trois variantes d'humidité édaphique en vue de dissocier éventuellement les actions des sécheresses climatique ou édaphique.

Le problème peut encore se poser de la manière suivante : la saison sèche étant une période pendant laquelle les facteurs climatiques sont susceptibles d'exalter la transpiration, et aussi une période durant laquelle l'absorption de l'eau du sol est le plus difficile, quelles sont les modalités de réaction réelles des végétaux ?

Les résultats obtenus par cette comparaison font l'objet du tableau XL. Nous constatons ici que, contrairement aux résultats globaux obtenus précédemment, *la transpiration dans ces conditions devient significativement plus élevée en période humide qu'en saison sèche* (1).

TABLEAU XL.

*Transpiration moyenne journalière
du palmier à huile, en mg de perte d'eau par g de poids frais
de la partie aérienne en fonction de l'humidité du sol (% P.S.)
pendant la saison sèche et la saison humide à Yangambi.*

Expérience du 9 octobre - 6 novembre 1948 et du 12 janvier - 9 février 1949.

Analyse statistique.

Période	Humidité du sol (% P.S.)	Transpiration mg/g de poids frais de la partie aérienne/jour	F	
			Calculé	Des tables
Humide	18	185	24,7	P = 0,05 4,02
Sèche	14	117		P = 0,01 7,12

On soulignera donc que *l'humidité édaphique exerce un effet plus important sur le niveau de la transpiration que les facteurs de l'ambiance atmosphérique*. Cette conclusion nous paraît valable aussi pour la végétation *in situ*.

§ 3. INFLUENCE DE L'OMBRAGE SUR LA TRANSPIRATION.

Le palmier à huile est réputé comme plante héliophile caractéristique. Ses conditions d'habitat et les méthodes culturales qui lui sont appliquées avec succès le prouvent à suffisance.

L'expérience que nous avons réalisée à ce sujet ne saurait donc avoir une portée pratique, mais elle présente un intérêt incontestable en vue de déterminer d'une manière plus précise l'influence de la radiation, mesurée par deux niveaux très distincts, sur le rythme transpiratoire de l'*Elaeis*.

(1) Cette conclusion ne se rapporte pas à la perte totale d'eau par les végétaux pendant les deux saisons considérées.

Le dispositif expérimental réalisé pour cette étude comportait l'observation pendant 28 jours de deux séries de jeunes plantes de 3 ans, la première maintenue exposée à la pleine radiation solaire, la seconde modérément ombragée par un abri ouvert de trois côtés.

Il importe de remarquer que le dispositif ainsi réalisé n'est pas à l'abri de toute critique touchant l'objectif que nous nous étions assigné. En effet, l'abri incomplet, créant une lumière atténuée, est certainement de nature à modifier quelque peu les autres facteurs climatiques. Il n'empêche cependant que les différences observées doivent être attribuées, pour leur majeure partie, à la différence d'intensité lumineuse. Précisons tout de suite que nous croyons surtout à l'effet d'échauffement de la radiation dans son action sur la transpiration. Ajoutons encore que des dispositions avaient été prises en vue d'uniformiser de part et d'autre le taux d'humidité du sol dans les récipients.

Le tableau XLI résume les résultats obtenus et montre que la transpiration est significativement beaucoup plus élevée pour des plants situés en plein soleil que pour des plants placés à l'ombre.

Le rapport entre les deux valeurs obtenues est particulièrement important, puisqu'un palmier ensoleillé transpire 1,53 fois plus activement qu'un palmier ombragé.

TABLEAU XLI.

Transpiration moyenne journalière du palmier à huile en mg de perte d'eau par g de poids frais de la partie aérienne en fonction de l'intensité lumineuse.

Expérience : 12 janvier - 9 février 1949.

Analyse statistique.

Milieu	Transpiration moyenne mg/g poids frais de la partie aérienne	F	
		Calculé	Des tables
Ombre	168		P = 0,05
		48,9	4,02
Soleil	257		P = 0,01
			7,12

§ 4. INFLUENCE DE L'HUMIDITÉ DU SOL SUR LA TRANSPIRATION.

Nous avons déjà abordé cette question à propos de la variation saisonnière de la transpiration. Nous nous proposons de relater ici diverses expériences réalisées dans le but de mettre en évidence l'action de l'humidité du substrat sur le rythme et le niveau transpiratoires.

1. Transpiration en fonction d'un sol humide ou sec.

La première expérience touchant le point qui nous intéresse ici a été réalisée dans des conditions naturelles par la méthode de STOCKER. Sur un même palmier, âgé de 11 ans, des mesures ont été effectuées après une période sèche, d'une part, et après une chute d'eau assez importante, d'autre part.

Le tableau XLII comporte quatre colonnes. La colonne (a) concerne des observations réalisées après 15 jours de sécheresse consécutifs; la colonne (b) fournit des valeurs obtenues le lendemain d'une pluie de 26 mm; la colonne (c) est relative à des observations effectuées après deux jours pluvieux ayant amené au sol 32,7 mm d'eau; la colonne (d) fournit des résultats après 6 jours de sécheresse consécutifs.

Les observations (a) et (b), d'une part, et (c) et (d), d'autre part, ont été prises à la même époque de l'année.

Le tableau fournit également les valeurs journalières moyennes pour quelques facteurs climatiques.

Ces résultats paraissent indiquer une évidente influence des conditions climatiques qui oblitéreraient l'effet de l'humidité du sol. Il semble que 15 journées consécutives de sécheresse climatique n'entraînent point pour le palmier en pleine terre une sécheresse écologique.

TABLEAU XLII.

*Influence de l'humidité du sol sur la transpiration mesurée
d'après la méthode par pesée
de fragments de plante (Palmier à huile).*

	14 février 1947 (a)	16 février 1947 (b)	18 juin 1947 (c)	23 juin 1947 (d)
Transp. mg/g de poids frais de fol.	3.806	2.792	1.715	1.814
Temp. moyenne	28,2	25,0	24,8	25,7
D.S. mm Hg	7,49	3,96	1,40	2,00
Rad. cm ²	4,2	3,4	1,2	0,9

2. Influence de la valeur d'hydratation précise du sol.

a) La constatation qui précède nous a amené à organiser de nouveaux essais plus précis parmi lesquels nous mentionnons l'expérience comparative entre la méthode par pesée de fragments et la méthode par pesée de plantes en pots, relatée à la page 34 de la première partie, qui faisait l'objet des tableaux XVII et XVIII. Rappelons que cette expérience comportait 3 séries de récipients à

trois degrés différents d'hydratation du sol. Les jeunes plants de 3 ans se sont trouvés, dans ces essais, dans des conditions climatiques rigoureusement identiques. Cette expérience nous ayant permis de mettre au point la méthodologie de ces différents essais, nous en avons entrepris un nouveau, basé sur les mêmes principes (pesée de plantes en pots).

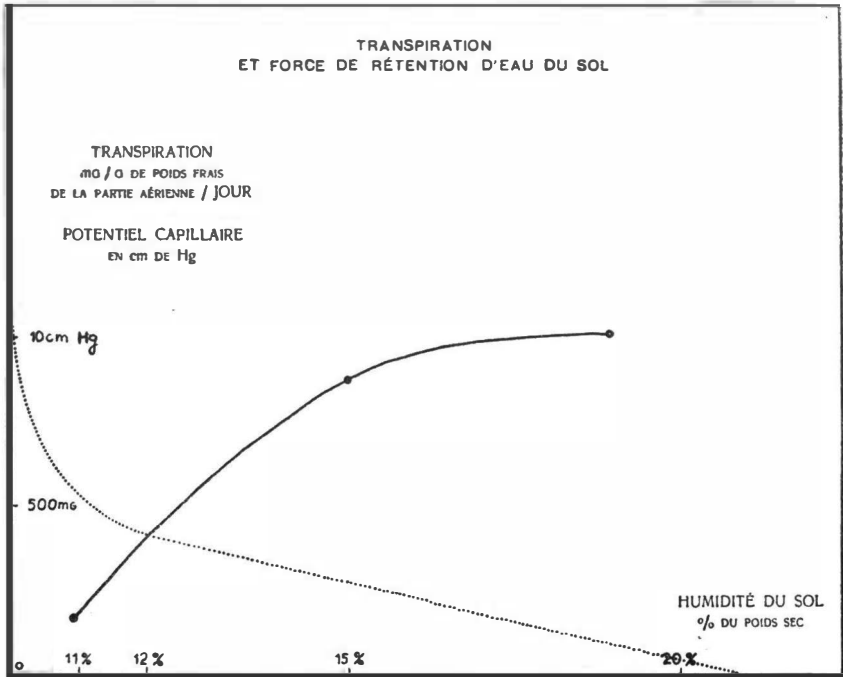


FIG. 12.

b) Rappelons qu'au cours de l'année, l'humidité du sol dans la région de Yangambi varie entre 11 % et 19 %. C'est pourquoi nous avons comparé la transpiration pendant une période de 28 jours de trois séries de jeunes plants de 2 ½ ans. La première dans un sol à ± 11 %; la deuxième à ± 15 % et la troisième à ± 19 % d'humidité. Le tableau XLIII fournit les résultats journaliers pour chaque série de palmiers. Les résultats moyens obtenus, ainsi que leur analyse statistique, sont rapportés dans le tableau XLIV.

On constate que les différences de transpiration d'une série à l'autre sont statistiquement significatives. L'humidité du sol exerce une influence très nette sur la transpiration. *Celle-ci est d'autant plus active que le sol est plus humide.* On constatera néanmoins qu'entre 11 % et 15 %, la transpiration moyenne augmente 5,8 fois,

tandis qu'elle n'augmente que 1,1 fois entre 15 % et 19 %. *La courbe qui traduit l'intensité de la transpiration en fonction de l'humidité du substrat confirme, à cet égard, la loi des effets relatifs.* Il est néanmoins difficile de tracer correctement la courbe de saturation correspondante.

TABLEAU XLIII.

Transpiration moyenne journalière du palmier à huile en mg de perte d'eau par g de poids frais de la partie aérienne en fonction de trois humidités du sol différentes.

Série A (11 %), Série B (15 %) et Série C (19 %).

Expérience du 7 août - 3 septembre 1949.

Transpiration N° jour	Série A (11 %)	Série B (15 %)	Série C (19 %)
1	169	1.024	1.065
2	31	999	1.015
3	125	858	1.058
4	258	1.198	1.373
5	227	785	831
6	254	682	710
7	254	1.021	1.137
8	0	1.070	1.292
9	0	1.200	1.375
10	0	714	779
11	285	1.054	1.290
12	236	983	1.234
13	249	1.206	1.456
14	214	1.016	1.131
15	0	419	392
16	236	1.075	1.116
17	262	937	1.143
18	99	952	1.015
19	0	196	223
20	150	892	1.047
21	137	972	1.028
22	227	806	854
23	17	640	668
24	202	789	1.032
25	180	954	1.107
26	296	902	914
27	240	952	1.013
28	51	819	895
Moyenne	157	897	1.007

c) Dans sept autres expériences organisées selon le même protocole, ayant mis en comparaison des humidités variables, comprises entre 11 % et 19 %, *le fait d'une action positive de l'humidité croissante sur la transpiration a été mis clairement en évidence.* L'allure de la courbe s'est également vérifiée d'une manière parfaite dans trois expériences sur quatre qui comportaient un nombre suffisant de palmiers.

d) Comme nous l'avons dit antérieurement, l'humidité du sol n'est qu'une façon d'exprimer sa réserve en eau. La quantité d'eau disponible pour les racines dépend surtout de la force de succion de ces dernières et de la force de rétention d'eau de la terre. Une comparaison de la courbe qui exprime la force de rétention et de la courbe de transpiration en fonction de l'humidité du sol nous montre

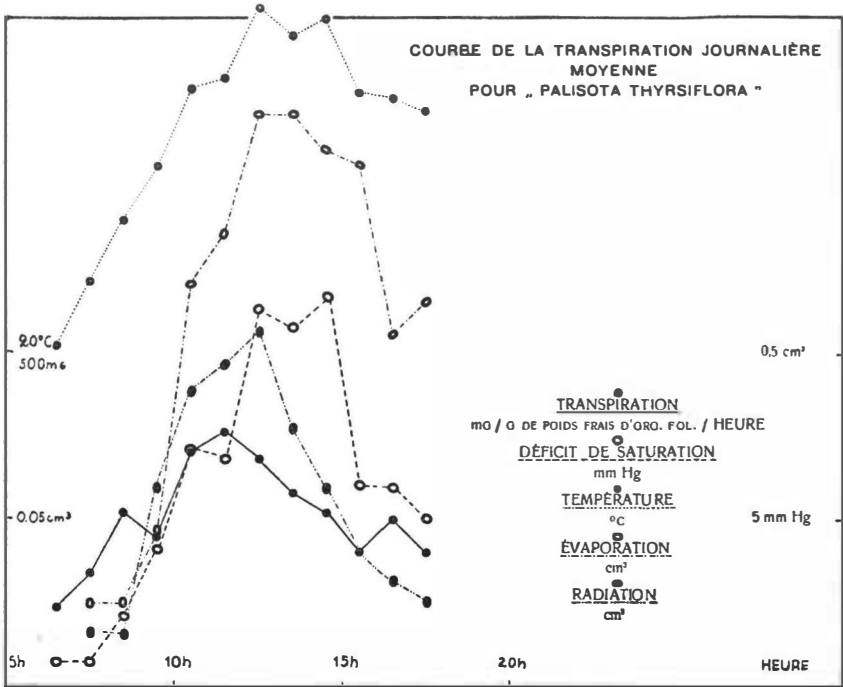


FIG. 13.

le rapport qui existe entre les deux phénomènes (voir figure 12 et tableau XXIV). Ces deux courbes évoluent dans un sens nettement opposé. Le potentiel capillaire varie beaucoup plus intensément à des humidités plus faibles que 11 %. D'après nos expériences, l'activité transpiratoire de nos plantes est très faible à 11 % d'humidité du sol. A partir de ce taux, la valeur du potentiel diminue presque linéairement en fonction de l'augmentation de l'humidité du sol jusqu'au moment où elle atteint sa valeur minimale 0 (19-20 %). Entre 11 % et 15 % la transpiration du palmier à huile augmente presque linéairement en fonction de l'humidité du sol jusqu'à une valeur maximum qu'elle atteint entre 15 et 19 %. A partir de ce point, la transpiration n'augmente plus en fonction de l'humidité du sol. L'étude de ce rapport a déjà fait l'objet d'une note préliminaire (RINGOET, 1948).

TABLEAU XLIV.

Transpiration moyenne journalière du palmier à huile en mg de perte d'eau par g de poids frais de la partie aérienne en fonction de l'humidité du sol.

Trois séries : Série A à 11 %, série B à 15 % et série C à 19 % (% P.S.).

Expérience du 7 août - 3 septembre 1949.

Série	Transpiration en mg/g de poids frais de la partie aérienne	F		d		Différences	Différ. en mg
		calculé	des tables	P=0,01	P=0,05		
Série A (11 %)	157		P=0,05 3,11			Transp. (15-11 %)	740
Série B (15 %)	897	129,8	P=0,01 4,88	149	112	Transp. (19-11 %)	850
Série C (19 %)	1007					Transp. (19-15 %)	110

CHAPITRE III.

RECHERCHES SUR *PALISOTA THYRSIFLORA* BENTH.

§ 1. RYTHME DE LA TRANSPIRATION JOURNALIÈRE.

Courbe journalière.

Les expériences ont été réalisées par la méthode de STOCKER. La courbe journalière (figure 13) a été établie au départ de 22 journées d'observation, dont le tableau XLV fournit les valeurs globales horaires, ainsi que la variation moyenne des principaux facteurs climatiques. L'allure générale de la courbe est fortement aplatie. Elle manifeste un maximum vers 11 h 30. L'intensité totale est notablement inférieure à celle du palmier à huile. Rappelons ici que *Palisota thyrsoflora* est une plante hémi-héliophile qui croît spontanément dans les sous-bois des forêts secondaires et qu'on retrouve dans les palmeraies de plantation.

Si l'allure générale de la courbe coïncide d'une manière globale avec la marche diurne des plus importants facteurs du climat, il n'est guère possible de trouver une relation étroite qu'avec la radiation.

On trouvera dans les tableaux XXXII, XXXIII, XXXIV quelques indications touchant l'action des valeurs croissantes des divers éléments du climat sur l'intensité transpiratoire.

Dans le tableau XXXV on constatera une fois de plus que la corrélation la plus apparente paraît être celle qui existe entre la radiation et la transpiration.

TABLEAU XLV.

Transpiration moyenne journalière de Palisota thyrsiflora en fonction de l'évolution des facteurs du milieu climatique.

Heure	T °C	D. S. mm Hg	Rad. cm ³	Evap. cm ³	Transpiration mg/g de poids frais de folioles
6h30	20,2	0,70	0,00	0,00	116
7h30	22,1	0,70	0,08	0,05	175
8h30	23,9	2,12	0,08	0,05	261
9h30	25,5	4,07	0,29	0,09	227
10h30	27,8	7,15	0,44	0,24	347
11h30	28,1	6,76	0,48	0,27	376
12h30	30,2	11,29	0,53	0,34	341
13h30	29,3	10,68	0,39	0,34	286
14h30	29,8	11,58	0,29	0,32	259
15h30	27,6	6,05	0,20	0,31	200
16h30	27,4	5,88	0,15	0,21	248
17h30	27,1	4,98	0,12	0,23	197

§ 2. VARIATION SAISONNIÈRE DE LA TRANSPIRATION.

1. Résultats obtenus par la méthode de STOCKER.

Nous disposons pour *Palisota* d'une série discontinue de mesures échelonnées entre les mois de janvier et de juin. En moyenne quatre observations mensuelles ont été réalisées. Le tableau XLVI fournit les résultats moyens mensuels relatifs à la transpiration et à quelques facteurs du milieu. Conformément à ce qui a été observé chez l'*Elaeis guineensis*, les valeurs les plus élevées se situent en janvier et les plus basses en juin. Le rapport entre le niveau transpiratoire le plus fort, au mois de janvier, et le plus faible, au mois de juin, est de 2,4, rigoureusement identique au rapport correspondant pour le palmier à huile. Il en résulte donc que si la courbe journalière montre des oscillations assez faibles, la courbe saisonnière présente une amplitude de variation relative aussi élevée que celle d'une plante héliophile comme l'*Elaeis*.

TABLEAU XLVI.

*Rythme saisonnier de la transpiration moyenne journalière
chez Palisota thyrsoflora
en fonction de l'évolution des facteurs du milieu climatique.*

Mois	T °C	D. S. mm Hg	Rad. cm ³	Evap. cm ³	Transpiration mg/g Org. fol./jour
Janvier ...	26,7	5,47	5,60	1,5	3.234
Mars	27,9	7,41	4,62	1,6	2.325
Avril	26,4	5,39	3,21	1,3	2.161
Mai	26,4	6,77	3,24	2,1	1.996
Juin	26,8	4,37	1,74	1,1	1.306

2. Résultats obtenus par la méthode de pesée de plantes entières.

Tenant compte des résultats obtenus avec *Elaeis guineensis*, nous avons réalisé sur *Palisota thyrsoflora* une expérience qui comportait deux degrés d'humidité du substrat contenu dans les récipients. Une première série à 18 % d'humidité a été étudiée pendant la saison humide dans le courant des mois de septembre à novembre et une seconde série à 14 % d'humidité pendant la saison sèche durant les mois de janvier et de février. On réunit ainsi dans ces expériences les conditions de sécheresse ou d'humidité qui caractérisent la saison à la fois dans l'atmosphère et dans le sol. Les résultats bruts obtenus et leur analyse statistique font l'objet du tableau XLVII.

Ici également le niveau de la transpiration s'est révélé significativement supérieur durant la saison humide et ce dans une proportion bien plus notable que chez le palmier à huile, puisque le rapport entre la transpiration journalière en saison sèche et en saison humide est égal à 2,0 contre 1,5 seulement chez l'*Elaeis*. Nous retrouvons ici encore l'influence de l'humidité du sol sur le rythme de la transpiration.

TABLEAU XLVII.

*Transpiration moyenne journalière de Palisota thyrsoflora
en mg de perte d'eau par g de poids frais de la partie aérienne
en fonction de l'humidité du sol (% P.S.)
pendant la saison sèche et la saison humide à Yangambi.*

Analyse statistique.

Période	Humidité du sol (% P.S.)	Transpiration mg/g de poids frais de la partie aérienne/jour		F
		Calculé	Des tables	
Humide	18	362	P = 0,05 4,02	
Sèche	14	185	63,4 P = 0,01 7,12	

§ 3. INFLUENCE DE L'HUMIDITÉ DU SOL SUR LA TRANSPIRATION.

a) Dans la première partie de ce travail, nous avons eu l'occasion de mentionner une expérience réalisée sur *Palisota* touchant l'humidité du sol. Il nous suffira d'y renvoyer.

b) Une série expérimentale par la méthode de pesée de plantes en pots a été réalisée pendant 28 jours à 2 degrés d'humidité du sol différents : 14 % et 18 %. Les résultats globaux font l'objet du tableau XLIX.

TABLEAU XLVIII.

Transpiration moyenne journalière de Palisota thyrsiflora en mg de perte d'eau par g de poids frais de la partie aérienne en fonction de deux humidités du sol différentes : Série A à 14 % et série B à 18 % (% P.S.).

Expérience du 9 janvier - 6 février 1948.

Transpiration N° jour	Série A à 14 %	Série B à 18 %
1	115	208
2	123	238
3	167	344
4	136	231
5	186	305
6	139	270
7	167	291
8	196	254
9	163	248
10	215	332
11	136	220
12	76	81
13	140	272
14	203	258
15	187	377
16	199	308
17	208	229
18	249	236
19	153	199
20	212	284
21	172	317
22	243	304
23	228	298
24	255	325
25	235	281
26	179	181
27	201	203
28	299	310
Moyenne	185	264

L'intensité de la transpiration à 18 % d'humidité est significativement supérieure par rapport à 14 % d'humidité. Entre 14 % et 18 % la transpiration augmente 1,4 fois. Ces résultats expérimentaux sont en accord avec ce qui a été établi pour le palmier à huile. Le résultat peut être admis avec beaucoup de sécurité, car il a été confirmé à plusieurs reprises par d'autres essais non relatés dans ce mémoire.

TABLEAU XLIX.

Transpiration moyenne journalière de Palisota thyrsoflora en mg de perte d'eau par g de poids frais de la partie aérienne en fonction de l'humidité du sol.

Deux séries : série A à 14 % et série B à 18 % (% P.S.).

Expérience du 9 janvier - 6 février 1948.

Analyse statistique.

Série	Transpiration moyenne mg/g poids frais de la partie aérienne	F	
		Calculé	Des tables
Série A (14 %)	185	29,3	O = 0,05
			4,02
Série B (18 %)	264		P = 0,01
			7,12

CHAPITRE IV.

RECHERCHES SUR LE CAFÉIER ROBUSTA

(*Coffea Canephora* PIERRE.)

§ 1. RYTHME DE LA TRANSPIRATION JOURNALIÈRE.

Comparaison entre les différentes périodes de la journée.

Les observations réalisées à ce propos proviennent de résultats obtenus par la méthode de pesée de plantes entières. Elles ont porté sur de jeunes plants de 1 an et demi.

a) **MATINÉE ET SOIRÉE.** — Nous avons réalisé trois pesées journalières à 6 h 30, 12 h et 17 h.

Les comparaisons exprimées en pertes d'eau horaires portent sur les différences entre 6 h 30 et 12 h, d'une part, et entre 12 h et 17 h, d'autre part. Le tableau L fournit les résultats obtenus ainsi que leur analyse statistique. Celle-ci montre une différence presque significative (19 au lieu de 22,6) en faveur de l'après-midi. La transpiration pendant la matinée atteint 45,5 % et durant l'après-midi 52,6 % de la perte d'eau totale au cours de la journée. Comme pour

le palmier et quoique la différence constatée ne soit pas tout à fait significative, l'explication de ce fait réside dans l'humidité atmosphérique, très élevée pendant les premières heures de la matinée, qui entrave la transpiration. La rosée nocturne déposée à la surface foliaire exerce le même effet et fausse en même temps les résultats de la première pesée du matin. Par la suite, la perte de poids enregistrée est, pour une part, attribuable à l'évaporation de la rosée et non pas seulement à la transpiration. En réalité, la différence entre la transpiration matinale et postméridienne est donc plus accusée et, de ce fait, certainement significative. Ce résultat ne nous permet nullement, toutefois, de situer la transpiration horaire maximum au cours de l'après-midi.

TABLEAU L.

*Transpiration moyenne horaire du caféier,
en mg de perte d'eau par g de poids frais de la partie aérienne,
au cours des différentes périodes de la journée.*

Expérience du 23 août - 19 septembre 1949.

Période	Transpiration moyenne horaire en mg/g de poids frais de la partie aérienne	Transp. en % Transp. journal.	F		d		Différ.	Différ. horaire en mg
			calculé	des tables	P=0,05	P=0,01		
Matinée	122	45,5		P=0,05 3,11			Soirée- matinée	19
Soirée	141	52,6	85,5	P=0,01 4,88	22,6	30,0	Matinée- nuit	117
Nuit	5	1,9					Soirée- nuit	136

b) NUIT ET JOUR. — Le tableau L fournit aussi la valeur de la transpiration nocturne; elle n'atteint que 1,9 % de la transpiration globale journalière. Cette estimation est probablement trop favorable encore, puisque la répartition des pesées au cours de la journée introduit dans la période nocturne 1 à 2 h de luminosité.

§ 2. INFLUENCE DE L'HUMIDITÉ DU SOL SUR LA TRANSPIRATION.

Le caféier robusta, dans la région de Yangambi, se cultive sous un ombrage très léger d'*Albizzia moluccana* ou d'autres essences à cime claire. Nous avons donc réalisé une expérience sous un abri vitré, ombragé très légèrement, en comparant la transpiration de trois séries de plants de 1 an et demi, à trois humidités du sol différentes : ± 11 %, ± 15 % et ± 19 %.

Le tableau LI résume les valeurs de la transpiration journalière des trois séries à humidité du sol différentes.

Les résultats moyens obtenus et leur analyse statistique font l'objet du tableau LII.

TABLEAU LI.

*Transpiration moyenne journalière du caféier
en mg de perte d'eau par g de poids frais de la partie aérienne
en fonction de trois humidités du sol différentes :*

Série A à 11 %, série B à 15 % et série C à 19 %.

Expérience du 23 août - 19 septembre 1949.

Transpiration N° jour	Série A (11 %)	Série B (15 %)	Série C (19 %)
1	1.176	1.728	1.752
2	1.176	1.680	1.752
3	1.128	1.416	1.632
4	168	336	696
5	1.104	1.392	1.560
6	960	1.656	1.680
7	672	1.248	1.152
8	840	1.152	1.200
9	1.080	1.416	1.416
10	1.296	1.728	1.848
11	720	1.080	960
12	1.032	1.416	1.200
13	1.296	2.112	2.160
14	960	1.368	1.512
15	1.320	1.896	1.992
16	1.536	2.184	2.352
17	1.272	1.608	1.872
18	672	720	888
19	1.176	1.512	1.608
20	960	1.656	1.992
21	768	1.464	1.608
22	792	1.080	1.224
23	624	960	1.104
24	240	528	552
25	1.392	2.040	2.256
26	1.248	1.704	1.752
27	1.200	2.016	2.232
28	1.032	1.464	1.488
Moyenne	994	1.449	1.551

Les différences de transpiration sont significatives entre la série à 11 % et celles à 15 et 19 %. Elles ne sont pas significatives entre la série à 15 % et celle à 19 % d'humidité.

Comme pour le palmier à huile et *Palisota thyrsiflora*, l'humidité du sol exerce une influence très marquée sur la transpiration.

Nous constatons qu'une augmentation de la réserve en eau du sol entraîne une hausse de la transpiration beaucoup plus importante si l'humidité initiale est basse. Ainsi, la transpiration moyenne du caféier entre 11 % et 15 % augmente 1,46 fois, tandis qu'elle n'augmente que 1,07 fois entre 15 % et 19 %. La courbe qui exprime la transpiration en fonction de l'humidité du sol prend l'allure d'une courbe de saturation, mais elle est beaucoup plus aplatie que celle du palmier à huile et atteint plus vite son palier.

TABLEAU LII.

*Transpiration moyenne journalière du caféier
en mg de perte d'eau par g de poids frais de la partie aérienne
en fonction de l'humidité du sol.*

Trois séries : série A à 11 %, série B à 15 % et série C à 19 % (% P.S.).

Expérience du 23 août - 19 septembre 1949.

Analyse statistique.

Série	Transpiration en mg/g de poids frais de la partie aérienne	F		d		Différences	Différ. en mg
		calculé	des tables	P = 0,01	P = 0,05		
Série A (11 %)	994		P = 0,05 3,11			Transp. (15-11 %)	455
Série B (15 %)	1449	13,9	P = 0,01 4,88	288	216	Transp. (19-11 %)	557
Série C (19 %)	1551					Transp. (19-15 %)	102

CHAPITRE V.

RECHERCHES SUR LE CACAOYER.

(Theobroma Cacao L.)

§ 1. RYTHME DE LA TRANSPIRATION JOURNALIÈRE.

Comparaison entre les différentes périodes de la journée.

Les résultats obtenus à ce point de vue proviennent d'expériences de transpiration par la méthode de pesée de plantes entières au départ de jeunes plants d'environ 1 an.

a) **MATINÉE ET SOIRÉE.** — Nous avons effectué trois pesées journalières : à 6 h 30, 12 h et 17 h.

Le tableau LIII résume les résultats de la comparaison des valeurs horaires calculées entre 6 h 30 et 12 h, d'une part, et 12 h et 17 h, d'autre part. L'analyse statistique indique une différence significative entre la transpiration matinale et postméridienne : elle est nettement en faveur de cette dernière.

La transpiration matinale représente 40 %; la transpiration post-méridienne 57,5 % de la transpiration globale au cours de la journée. Nous trouvons, comme signalé ci-dessus, l'explication de ce fait dans les conditions d'humidité atmosphérique très élevées qui règnent pendant les premières heures de la matinée et dans l'effet comparable de la rosée nocturne, déposée à la surface foliaire des végétaux. Ce film d'eau, qui couvre les feuilles au début de la journée, fausse d'ailleurs les résultats de la première pesée par excès. La différence entre la transpiration des deux périodes journalières est donc plus marquée encore que ne l'indiquent les valeurs rapportées ci-dessous.

TABLEAU LIII.

*Transpiration moyenne horaire du cacaoyer
en mg de perte d'eau par g de poids frais de la partie aérienne
au cours des différentes périodes de la journée.*

Expérience du 16 octobre - 12 novembre 1949.

Analyse statistique.

Période	Transpiration moyenne horaire en mg/g de poids frais de la partie aérienne	Transp. en % Transp. journal.	F		d		Différ.	Différ. en mg
			calculé	des tables	P=0,05	P=0,01		
Matinée	58	40		P=0,05 3,11			Soirée- matinée	26
Soirée	84	57,5	115,5	P=0,01 4,88	11,0	14,6	Matinée- nuit	54
Nuit	4	2,5					Soirée- nuit	80

b) NUIT ET JOUR. — Le tableau LIII indique la valeur très réduite de la transpiration nocturne, qui ne représente que 2,5 % de la transpiration globale. Cette valeur est en réalité exagérée, comme nous l'avons déjà montré.

§ 2. INFLUENCE DE L'HUMIDITÉ DU SOL SUR LA TRANSPIRATION.

La culture du cacaoyer exige un ombrage assez dense. A cet effet, nous avons réalisé notre expérience sous un abri fermé de tous côtés par de la toile de jute.

Nous avons comparé la transpiration de trois séries de jeunes plants de cacaoyer de 1 an, à trois humidités du sol différentes : $\pm 11\%$, $\pm 15\%$ et $\pm 19\%$.

TABLEAU LIV.

*Transpiration moyenne journalière du cacaoyer
en mg de perte d'eau par g de poids frais de la partie aérienne
en fonction de trois humidités du sol différentes :*

Série A à 11 %, série B à 15 % et série C à 19 %.

Expérience du 16 octobre - 12 novembre 1949.

Transpiration N° jour	Série A (11 %)	Série B (15 %)	Série C (19 %)
1	1.200	1.128	1.416
2	696	864	744
3	696	672	600
4	816	864	672
5	624	720	528
6	1.128	1.032	792
7	1.248	912	912
8	792	1.152	696
9	672	696	600
10	1.296	1.152	1.008
11	1.272	1.248	984
12	600	720	672
13	768	1.008	792
14	768	432	624
15	936	840	336
16	792	912	600
17	576	672	672
18	672	936	744
19	312	408	384
20	840	912	864
21	960	960	864
22	744	960	960
23	552	648	384
24	888	888	840
25	1.320	1.272	888
26	888	912	720
27	72	264	312
28	1.056	1.032	1.176
Moyenne	828	864	744

Les valeurs moyennes de la transpiration font l'objet du tableau LIV, dont l'analyse statistique est reprise dans le tableau LV. Nous constatons que les différences d'une série à l'autre ne sont aucunement significatives. L'humidité du sol n'exerce guère d'influence sur la transpiration du cacaoyer. Ce résultat est d'autant plus

étonnant que le cacaoyer est connu comme très exigeant au point de vue du bilan hydrique et nutritif. Nous espérons trouver une confirmation de ces résultats dans des expériences ultérieures. En attendant, ne peut-on admettre que cette absence d'influence de l'humidité du sol entraîne la dépendance complète du cacaoyer des effets du milieu climatique ? La seule réaction possible de la plante, en cas de transpiration exagérée, est la fanaison et la perte des feuilles. On comprendra dès lors que la croissance normale du cacaoyer requiert un microclimat à humidité atmosphérique constamment élevée.

TABLEAU LV.

*Transpiration moyenne journalière du cacaoyer
en mg de perte d'eau par g de poids frais de la partie aérienne
en fonction de l'humidité du sol.*

Trois séries : série A à 11 %, série B à 15 % et série C à 19 % (% P.S.).
Expérience du 16 octobre - 12 novembre 1949.

Série	Transpiration moyenne mg/g poids frais de la partie aérienne	F	
		Calculé	Des tables
Série A (11 %)	828		P = 0,05
Série B (15 %)	864	1,6	3,11
Série C (19 %)	744		P = 0,01 4,88

CHAPITRE VI.

RECHERCHES SUR *PASPALUM CONJUGATUM* BERG ET *PUERARIA JAVANICA* BENTH.

La seule méthode applicable pour des pesées répétées à courts intervalles est la détermination du poids de fragments de plante. Tous les résultats relatés dans ce chapitre ont donc été obtenus par cette méthode. Les deux espèces étudiées font normalement partie de la strate herbacée couvrant le sol des palmeraies. *Paspalum conjugatum* est une graminée adventice spontanée; *Pueraria*, par contre, est une légumineuse introduite et utilisée comme plante de couverture. La première est nettement hémi-héliophile; la seconde est un peu plus exigeante à l'égard de la radiation. Les expériences relatives à ces deux espèces ont été réalisées dans le milieu naturel de chacune d'entre elles.

Nous disposons d'une série complète d'observations de semaine en semaine pendant six mois.

Les courbes journalières moyennes font l'objet des figures 14 et 15. Elles résultent de 22 journées d'observation, réalisées dans des conditions atmosphériques très variables. Les tableaux XLVI et XLVII fournissent les valeurs moyennes horaires des facteurs climatiques mesurés, de même que l'intensité transpiratoire correspondant aux graphiques précédents.

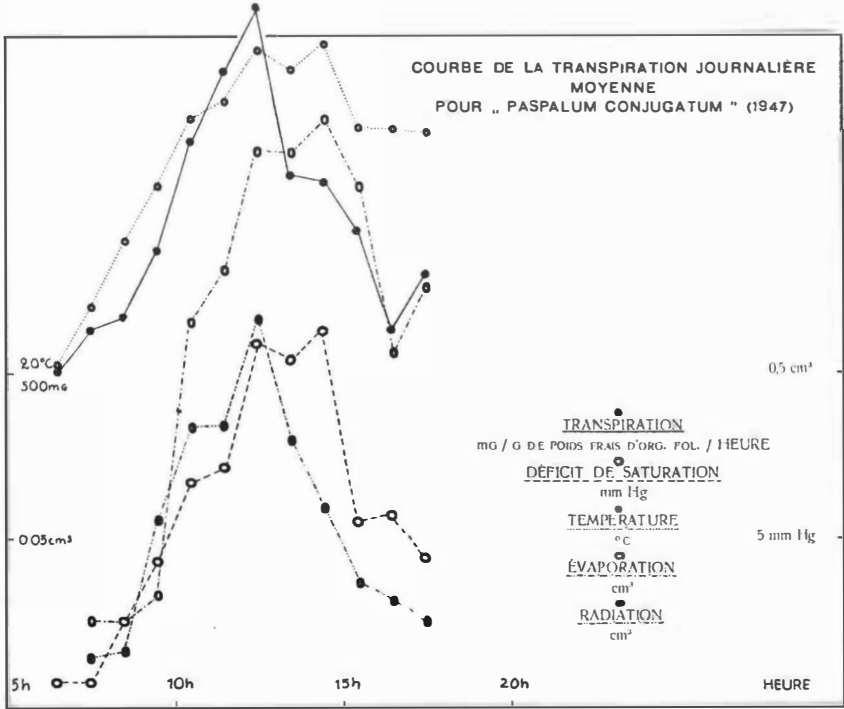


FIG. 14.

§ 1. PASPALUM CONJUGATUM (fig. 14 et tableau LVI).

Le rythme de la transpiration de *Paspalum conjugatum* montre une courbe à deux maxima, le premier à 12 h 30 et le second à 17 h 30. Le niveau général de la courbe est fortement élevé par rapport au niveau des courbes du palmier et de *Palisota*.

1. Comparaison entre courbes de transpiration et des facteurs du milieu.

L'allure générale de la courbe de transpiration est assez semblable à celle de chacun des facteurs climatiques, mais elle s'approche le plus de l'évolution de la radiation au cours de la journée. Le second

maximum, dans l'après-midi, correspond assez bien au relèvement du pouvoir évaporant de l'air en fin de journée. L'allure de la courbe de l'évaporation elle-même correspond sans doute à la fréquence de la formation d'une brise aux approches de la nuit.

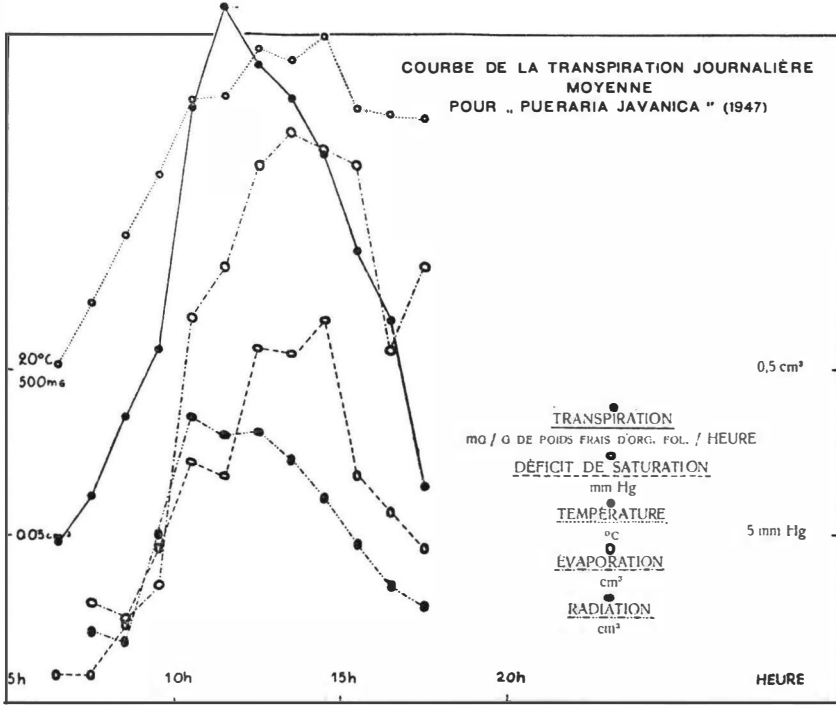


FIG. 15.

2. Action de chacun des facteurs climatiques.

Si le rythme transpiratoire répond à l'ensemble de l'action des facteurs du milieu, nous savons que radiation, température et déficit de saturation sont des éléments essentiels et qu'il est intéressant de connaître l'allure de la transpiration en fonction de chacun de ces facteurs climatiques (voir figures 9, 10 et 11).

Comme nous l'avons déjà précisé ci-dessus, ces graphiques portent en abscisse des valeurs croissantes de chacun des facteurs climatiques et en ordonnée les intensités transpiratoires correspondantes.

De nouveau nous pouvons y trouver une fonction linéaire entre la transpiration et la température et plutôt une courbe de saturation entre la transpiration et chacun des autres facteurs climatiques.

TABLEAU LVI.

Transpiration moyenne journalière de Paspalum conjugatum en fonction de l'évolution des facteurs du milieu climatique.

Heure	T °C	D. S. mm Hg	Rad. cm ³	Évap. cm ³	Transpiration mg/g de poids frais de folioles/heure
6h30	20,20	0,70	0,00	0,00	507
7h30	21,85	0,70	0,07	0,05	561
8h30	23,87	2,49	0,08	0,05	579
9h30	25,50	4,27	0,28	0,06	683
10h30	27,54	6,75	0,41	0,23	892
11h30	28,00	7,06	0,42	0,26	972
12h30	29,50	10,85	0,57	0,33	1.045
13h30	28,91	10,26	0,39	0,33	787
14h30	29,70	11,16	0,29	0,35	782
15h30	27,25	5,47	0,18	0,31	707
16h30	27,20	5,68	0,15	0,21	564
17h30	27,10	4,38	0,12	0,25	640

3. Corrélation entre les facteurs du milieu et la transpiration.

Comme dans le cas du palmier à huile et de *Palisota thyrsiflora*, seule la corrélation de la transpiration avec la radiation montre une valeur positive et nettement significative (tableau XXXV).

§ 2. PUERARIA JAVANICA (fig. 15 et tableau LVII).

TABLEAU LVII.

Transpiration moyenne journalière de Pueraria javanica en fonction de l'évolution des facteurs du milieu climatique.

Heure	T °C	D. S. mm Hg	Rad. cm ³	Évap. cm ³	Transpiration mg/g de poids frais de folioles/heure
6h30	20,2	0,70	0,00	0,00	242
7h30	22,0	0,75	0,11	0,06	363
8h30	24,0	2,29	0,09	0,05	431
9h30	25,8	4,64	0,25	0,07	534
10h30	28,0	7,25	0,43	0,23	889
11h30	28,1	6,88	0,40	0,26	1.051
12h30	29,5	10,59	0,41	0,32	953
13h30	29,2	10,36	0,36	0,34	900
14h30	29,9	11,43	0,30	0,33	816
15h30	27,7	6,70	0,24	0,32	668
16h30	27,4	5,64	0,17	0,21	569
17h30	27,4	4,52	0,14	0,26	321

Le tableau XLII fournit les valeurs moyennes horaires des facteurs climatiques et de l'intensité transpiratoire, correspondant à la figure 15. L'allure générale de la courbe de *Pueraria* ressemble à celle de *Paspalum conjugatum*; elle est fort élevée par rapport au niveau global des courbes du Palmier à huile et de *Palisota*.

Elle manifeste un maximum vers 11 h 30. Si, d'une manière générale, la courbe de transpiration suit l'allure des divers facteurs climatiques, le parallélisme avec la courbe de la radiation est certainement plus marqué.

Comme nous le constatons dans les tableaux XXXII, XXXIII et XXXIV, l'action de chacun des facteurs climatiques sur la transpiration est entièrement comparable au cas de *Paspalum*. Les coefficients de corrélation indiquent de nouveau une seule valeur valable avec la radiation (tableau XXXV).

CHAPITRE VII.

CONCLUSIONS.

§ 1. RYTHME DE LA TRANSPIRATION JOURNALIÈRE.

1. Courbe journalière.

a) COMPARAISON ENTRE COURBES TRANSPIRATOIRE ET DES FACTEURS DU MILIEU. — L'allure générale de la courbe transpiratoire montre un parallélisme assez marqué avec la courbe que dessine chacun des principaux facteurs climatiques. Nous constatons qu'elle se rapproche le plus de l'allure journalière de la radiation. Nous émettons une certaine réserve au sujet de cette conclusion, puisqu'elle se base sur des données obtenues par la méthode de STOCKER.

b) ACTION DE CHACUN DES FACTEURS CLIMATIQUES. — Nous avons exprimé l'intensité transpiratoire en fonction de chacun des facteurs climatiques en portant en abscisse des valeurs croissantes du facteur et en ordonnée la valeur correspondante de la transpiration.

L'examen de ces graphiques nous permet d'émettre l'hypothèse toute provisoire d'une courbe de saturation pour le déficit de saturation et la radiation et d'une fonction linéaire pour la température. La répartition des divers points de nature à préciser l'allure de ces courbes est trop irrégulière pour permettre une affirmation mathématique de leur allure.

On peut classer les espèces étudiées en deux groupes selon les effets moyens qu'entraînent sur la transpiration les facteurs climatiques. Cette mesure s'obtient par la lecture de l'angle formé par la courbe de transpiration et l'axe des abscisses (figure 16 a, b, c).

Dans le premier groupe (à angle petit), nous trouvons *Elaeis guineensis* et *Palisota thyrsiflora*; dans le second, *Paspalum conjugatum* et *Pueraria javanica*.

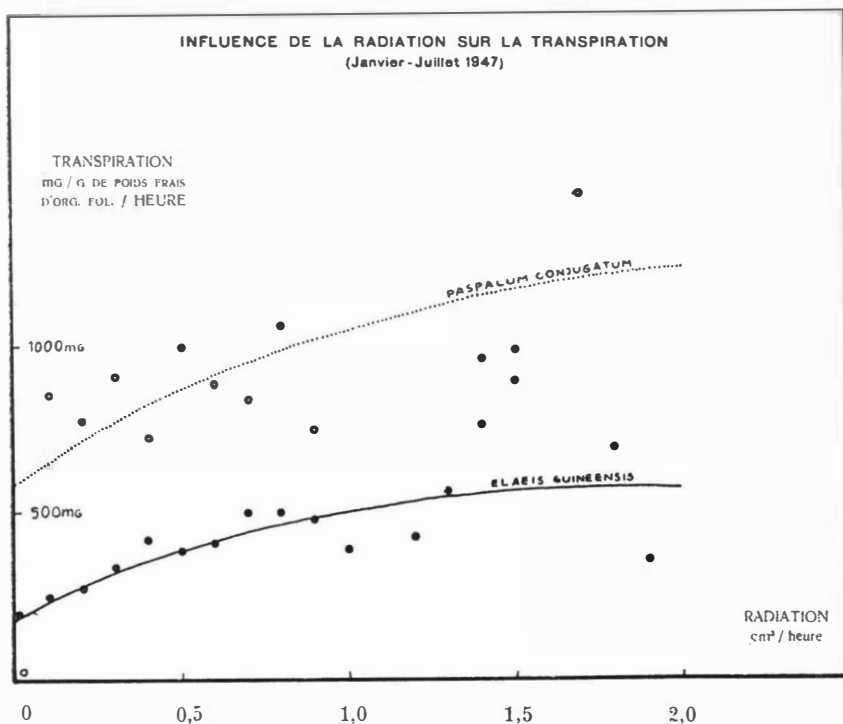


FIG. 16a.

La base de cette répartition ne correspond pas aux besoins en lumière des diverses espèces. Elle a plutôt pour base le degré d'adaptation à l'égard de l'humidité atmosphérique. En effet, les organes foliaires de *Palisota thyrsiflora* et *Elaeis guineensis* sont raides, durs et épais, longuement persistants et confèrent à ces végétaux un caractère plutôt sclérophylle; ceux de *Paspalum* et de *Pueraria*, au contraire, sont minces et lisses et ne durent pas au delà d'une saison.

Dès qu'ils sont détachés de la tige, les organes foliaires des plantes du second groupe se déshydratent beaucoup plus rapidement que ceux des plantes du premier groupe.

Il est vraisemblable de croire que ce même classement correspond à une réaction plus sensible du rythme transpiratoire sous l'influence du milieu climatique : *Paspalum* et *Pueraria* réagiraient davantage qu'*Elaeis* et *Palisota*.

c) CORRÉLATION ENTRE LES FACTEURS DU MILIEU ET LA TRANSPIRATION. — La valeur de corrélation positive qui apparaît assez nettement chez chacune des espèces étudiées est celle qui existe entre la transpiration et la radiation.

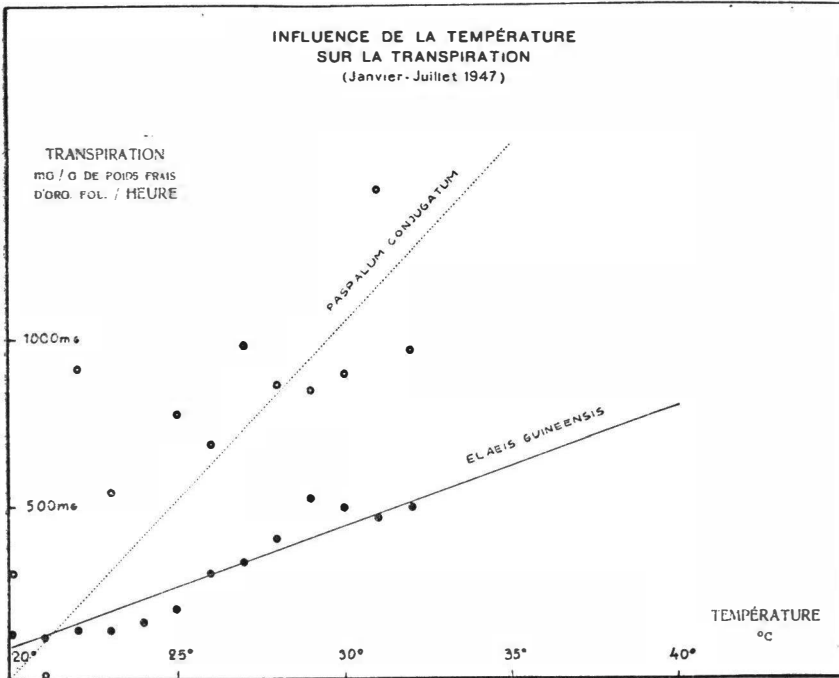


FIG. 16b.

2. Comparaison entre les différentes périodes de la journée.

a) MATINÉE ET SOIRÉE. — Si nous acceptons la base suivante de répartition de la journée en périodes : matinée de 6 h 30 à 12 h et soirée de 12 h à 17 h, nous constatons qu'il existe une différence significative en faveur de la transpiration postméridienne.

Pour les différentes espèces étudiées, la transpiration matinale varie entre 40 % et 45 %, la transpiration postméridienne entre 50 % et 55 % de la perte d'eau totale au cours de la journée. L'explication de ce fait doit être recherchée dans les conditions d'humidité

atmosphérique très élevée qui règnent dans les premières heures de la matinée et qui limitent l'activité transpiratoire. Rappelons ici l'influence déjà notée de la rosée matinale.

b) NUIT ET JOUR. — La transpiration nocturne n'atteint que 2 à 4 % de la valeur journalière globale.

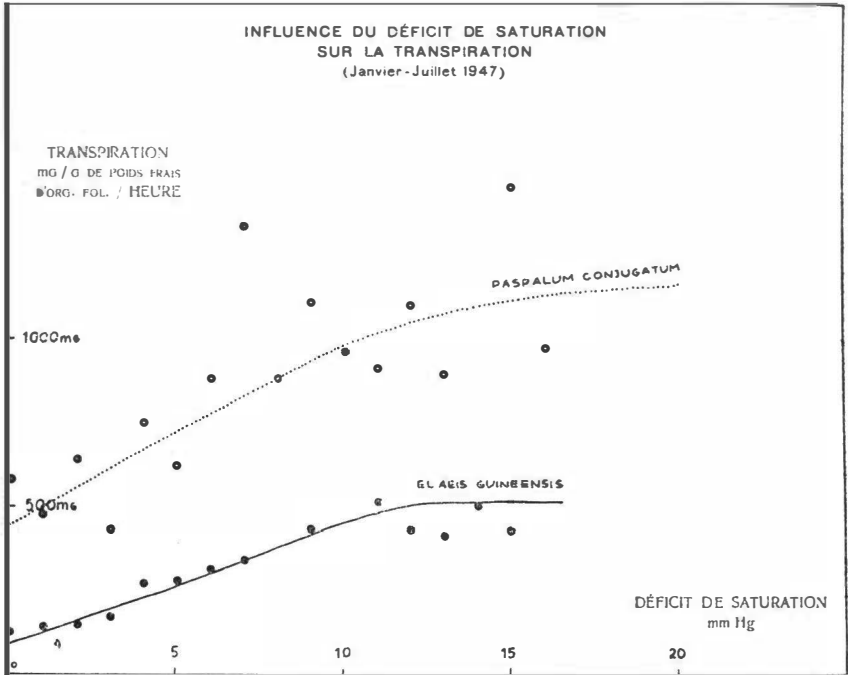


FIG. 16c.

§ 2. VARIATION SAISONNIÈRE DE LA TRANSPIRATION.

Au cours de l'année, dans la région de Yangambi, deux saisons bien tranchées se marquent : une de septembre à novembre, plus humide, et une de décembre à février, plus sèche. Les conditions climatiques sont certainement de nature à activer la transpiration pendant la période sèche.

En réalité, la végétation souffre pendant cette période d'une carence d'eau dans le sol. Cependant, *si l'on tient compte de la réserve d'eau disponible pour les plantes dans le substrat, on admettra que la transpiration au cours de la saison humide est supérieure à la transpiration pendant la période sèche.*

§ 3. INFLUENCE DE L'OMBRAGE SUR LA TRANSPIRATION.

Les résultats de cette expérience comparant la transpiration du palmier à huile à l'ombre et au soleil, toutes autres conditions restant égales, montrent qu'un palmier ensoleillé transpire $\pm 1,5$ fois plus activement qu'un palmier ombragé (par effet d'échauffement).

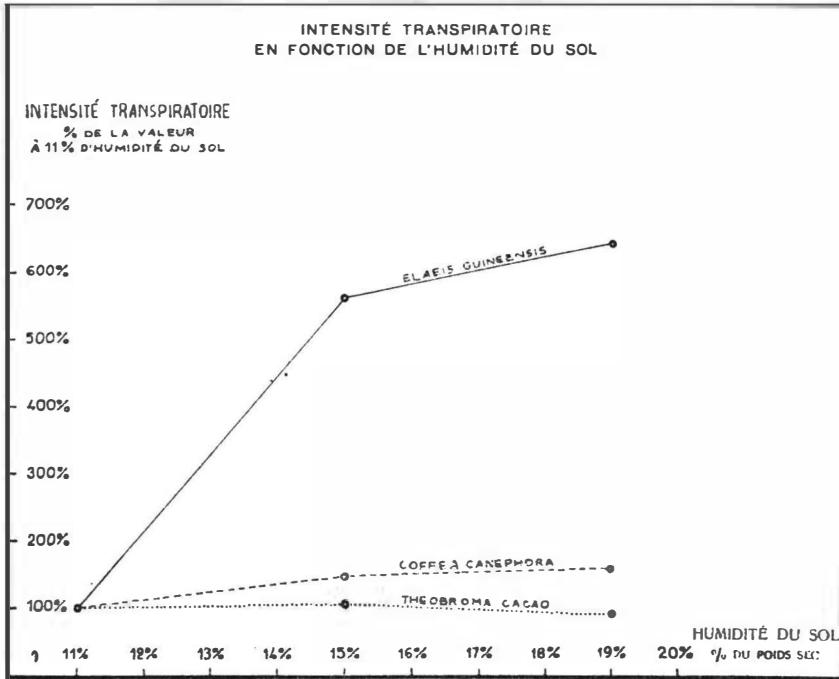


FIG. 17.

§ 4. INFLUENCE DE L'HUMIDITÉ DU SOL SUR LA TRANSPIRATION.

Au cours de l'année, l'humidité du sol, dans la région de Yanguambi, varie de 11 % à 19 % (exprimée en % du poids sec).

Nos expériences ont permis de conclure à une influence de l'humidité du sol sur la transpiration d'*Elaeis guineensis*, *Palisota thyrsiflora* et *Coffea Canephora* au moins. La courbe qui traduit l'intensité de la transpiration en fonction de l'humidité du substrat correspond vraisemblablement à la loi des effets relatifs, pour la première de

ces plantes au moins ⁽¹⁾. Si nous comparons la transpiration d'*Elaeis guineensis*, de *Coffea Canephora* et de *Theobroma Cacao*, trois plantes à besoin en lumière de plus en plus atténué, nous remarquons que la courbe de l'intensité transpiratoire en fonction de l'humidité du sol dans les limites de nos expériences qui reflètent

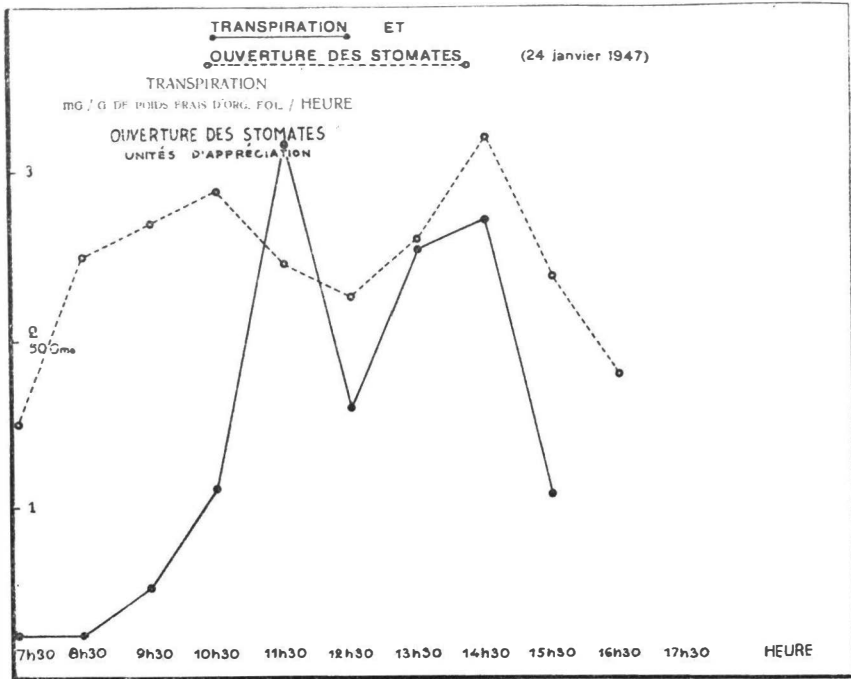


FIG. 18.

la variation normale *in situ* tend à s'aplatir (*Coffea Canephora*) pour revêtir quasi la forme d'une ligne horizontale qui ne marque plus aucun effet de l'humidité du sol sur la transpiration (*Theobroma Cacao*) (voir figure 17).

L'allure de la courbe de l'intensité transpiratoire en fonction de l'humidité du sol s'explique par l'allure exponentielle de la courbe de la force de rétention d'eau du substrat en fonction de son humidité.

⁽¹⁾ Malheureusement, nous ne disposons que de trois points sur cette courbe. Si l'allure exponentielle paraît donc bien probable, il reste pratiquement impossible de la tracer exactement.

TROISIÈME PARTIE

Le rôle et l'importance de l'eau dans la plante.

Nous avons jugé utile de grouper dans cette troisième partie un certain nombre de recherches connexes à la transpiration et qui touchent au problème du bilan de l'eau chez les végétaux étudiés. Parmi ces questions, nous signalerons :

- 1° le fonctionnement stomatique;
- 2° l'utilisation directe par les organes aériens de l'eau météorologique;
- 3° l'hydratation des tissus et son évolution dans le temps;
- 4° la croissance de nos plantes en fonction de l'humidité du sol.

Nous consacrerons un chapitre à chacune de ces questions.

CHAPITRE PREMIER.

LE FONCTIONNEMENT STOMATIQUE.

§ 1. BUT ET MÉTHODE DES RECHERCHES.

On sait que l'émission d'eau par la plante sous forme de vapeur peut s'effectuer soit par les stomates, organes normaux de la transpiration, soit à travers la cuticule. On admet dès lors une transpiration stomatique et une transpiration cuticulaire. D'après diverses recherches assez récentes (RUDOLPH, 1925), cette dernière forme de transpiration serait beaucoup moins négligeable qu'on ne l'admettait antérieurement. Nos propres expériences nous permettent de corroborer cette manière de voir.

Il s'imposait donc, à titre de corrolaire aux expériences entreprises sur la transpiration, d'étudier, au moins d'une manière approximative, la réaction des stomates aux variations des facteurs du milieu.

Nous avons eu l'occasion antérieurement de décrire la méthode que nous avons utilisée à ce point de vue (RINGOET, 1947). Celle-ci consiste en une adaptation de la méthode bien connue de MOIJSCH (1912) et de DIETRICH (1926) proposée par FIRBAS (1931).

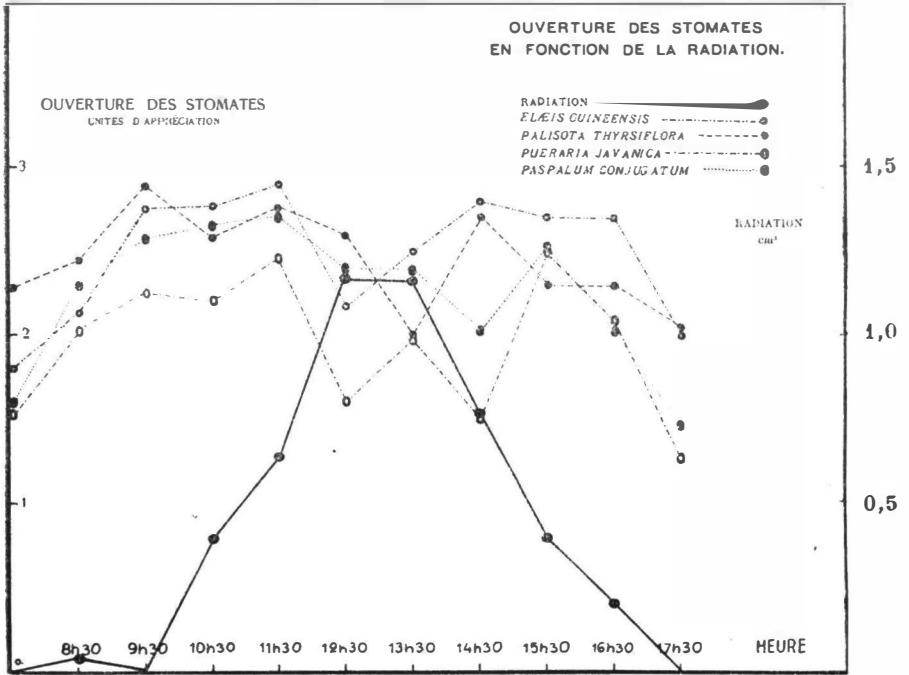


FIG. 19.

§ 2. EXPOSÉ ET DISCUSSION DES RÉSULTATS.

1. Courbe globale journalière chez *Elaeis guineensis*.

La courbe globale journalière (voir figure 18) d'ouverture des stomates montre clairement, ainsi qu'il a été dit antérieurement (RINGOET, 1947), une fermeture méridienne plus ou moins accusée entre 10 h 30 et 14 h 30. Cette courbe s'apparente à celle qui exprime la transpiration moyenne journalière. Toutefois son mouvement est plus ample et montre bien par là même qu'il en constitue l'origine.

2. Influence des facteurs du milieu sur la variation journalière d'ouverture des stomates.

Si la courbe précédente représente une moyenne de la variation journalière de l'ouverture des stomates, elle ne se réalise nullement

de jour en jour. Cette courbe varie selon l'influence du milieu climatique, et plus particulièrement de la radiation.

La réaction des stomates varie aussi d'après les espèces, comme le montre la figure 19, qui exprime la variation d'ouverture des

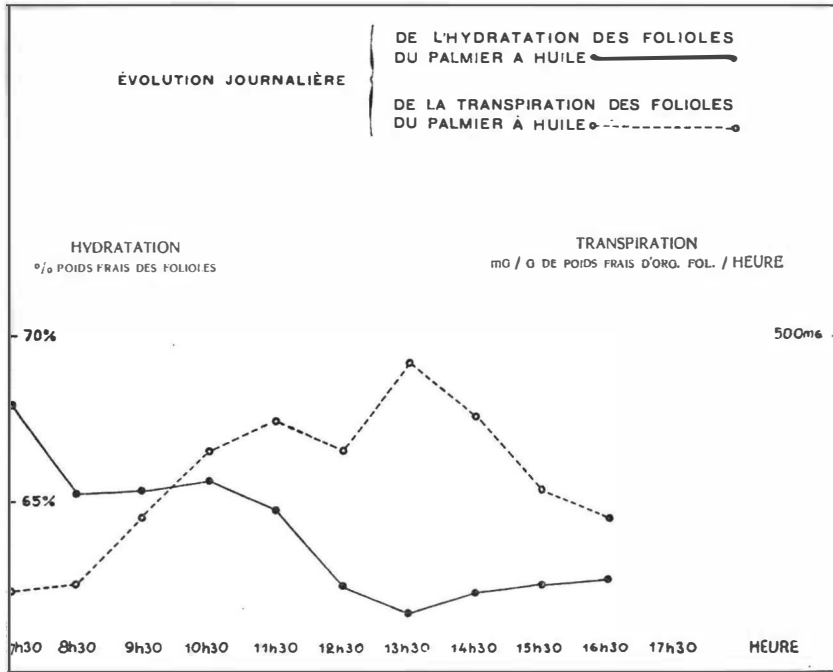


FIG. 20.

stomates d'*Elaeis guineensis*, *Palisota thyrsiflora*, *Pueraria javanica*, *Paspalum conjugatum* en fonction de la radiation. Dans l'ensemble, on peut conclure qu'une luminosité maximum correspond dans les différentes espèces à une fermeture des stomates. Cette réaction est beaucoup moins nette chez la plupart des plantes du recrû forestier ou des strates inférieures, que chez le palmier à huile lui-même.

Il ne semble point qu'il y ait coïncidence étroite entre le degré d'ouverture maximum des stomates et la valeur la plus élevée de la transpiration. Toutefois, il existe entre les deux phénomènes une corrélation positive assez satisfaisante. C'est d'ailleurs ce qu'admettent les physiologistes classiques tels que MAXIMOV (1937).

Or, dans la plupart des cas étudiés, nous constatons que l'ouverture stomatique la plus forte se situe entre 9 et 11 h. Il en résulte que l'intensité transpiratoire maximum peut parfaitement se placer

au cours de la matinée et n'est pas liée à l'après-midi, comme pourraient le faire supposer certains résultats relatés dans la 2^e partie de ce mémoire (p. 62) où nous avons constaté une corrélation positive et étroite entre la radiation et la transpiration.

CHAPITRE II.

UTILISATION DIRECTE DE L'EAU MÉTÉORIQUE PAR LES ORGANES AÉRIENS.

§ 1. BUT ET PORTÉE DES RECHERCHES.

On admet que les végétaux sont capables d'absorber une certaine quantité d'eau par leurs organes aériens et notamment par leurs feuilles. Le fait, qui est normal chez les végétaux aquatiques, est cependant considéré comme exceptionnel et d'une efficacité assez faible chez les plantes terrestres.

Toutefois, la capacité d'absorption par les organes aériens a été démontrée. Elle peut être de quelque importance pour les plantes des climats pluvieux et humides où l'évaporation est lente. Elle pourrait même être fondamentale dans les régions chaudes susceptibles de connaître des saisons d'aridité mais pendant lesquelles se produiraient des condensations nocturnes sous forme de brouillard et surtout de rosée. C'est dans ces dernières conditions et durant les périodes où le taux d'humidité du sol atteindrait des valeurs critiques, que l'absorption directe de l'eau de condensation constituerait un élément positif de première importance pour l'hydratation des végétaux.

Nous avons vu l'importance et la régularité de la rosée nocturne dans la région de Yangambi.

La constance de ce phénomène est induite par deux causes essentielles :

En premier lieu, la teneur en vapeur d'eau de l'air est toujours élevée, si bien qu'il suffit d'un abaissement nocturne assez faible de la température pour atteindre le point de rosée.

En second lieu, et il s'agit ici d'un phénomène d'ordre biologique qui nous intéresse directement, le pouvoir émissif des feuilles de la plupart de nos végétaux est fort grand, si bien qu'elles constituent des surfaces de condensation idéales.

C'est pourquoi il nous a semblé utile de mener à ce sujet diverses investigations. Elles ont été conduites par deux méthodes différentes : sur feuilles coupées et sur plantes entières.

§ 2. EXPÉRIENCE SUR FEUILLES COUPÉES (*ELAEIS GUINEENSIS*).

1. Méthode.

Dans une première expérience, nous avons coupé deux séries de folioles de palmier le soir, vers 18 h. Après pesée, une des séries de folioles coupées est déposée sur un treillis dans des conditions de milieu naturel; l'autre série est conservée en laboratoire à peu près dans les mêmes conditions d'humidité atmosphérique, mais sans possibilité de formation de rosée. Le lendemain matin à 6 heures, les folioles des deux séries sont repesées après que les feuilles exposées à l'extérieur aient été séchées au papier buvard.

La comparaison des poids permet de calculer la quantité d'eau absorbée par les folioles et la différence ne peut provenir ici que de l'eau de rosée absorbée par les surfaces foliaires.

Il va de soi que ces conditions expérimentales se heurtent à diverses objections et que nous n'en prétendons tirer qu'une valeur indicative.

2. Résultats et commentaires.

Deux séries analogues ont été établies, l'une portant sur des folioles âgées, l'autre sur des folioles normalement épanouies. La quantité d'eau absorbée par la série de jeunes folioles se mesure par 10,9 g par 100 g de matière fraîche; pour les folioles âgées, elle atteint une valeur de 17,9 g par 100 g de matière foliaire par nuit de rosée ou de brouillard.

Ces quantités d'eau absorbées revêtent une grande signification pour les végétaux durant les périodes de sécheresse prononcée.

§ 3. EXPÉRIENCE SUR PLANTES ENTIÈRES (*THEOBROMA CACAO*).

1. Méthode.

La méthode utilisée pour cette seconde expérience est fondée sur la pesée des plantes en pots, le soir et le matin. Les différences éventuellement obtenues en faveur de la seconde pesée correspondent à l'absorption de la rosée par les feuilles, d'une part, mais aussi à l'absorption de l'eau condensée à la surface du sol. Celle-ci est éliminée par la pesée des seaux-témoins remplis de terre, comme les autres, mais dépourvus de plantes. Une série expérimentale est placée à l'intérieur d'un local à l'abri de la rosée, une autre dans les conditions naturelles.

2. Résultats et commentaires.

D'une expérience qui a duré 14 jours, nous extrayons les données relatives à deux nuits de rosée. La pesée du matin montre un gain de poids très net par rapport à la pesée du soir qui précède. Une seconde pesée à 8 h du matin, après évaporation de l'eau de rosée, indique encore une différence en faveur de cette dernière. Elle s'établit à une moyenne de 6 g par 100 g de matière foliaire. Il résulte donc de cet essai que l'absorption de l'eau météorique de la rosée par les feuilles peut constituer une source minime mais non négligeable à priori d'alimentation hydrique de nos végétaux tropicaux, au moins dans nos conditions expérimentales.

Nous reviendrons d'ailleurs sur ce sujet, pour le préciser quantitativement et voir quelle est la part de cette absorption dans le bilan d'eau d'un végétal, dans le corps de la 4^e partie de ce mémoire.

CHAPITRE III.

L'HYDRATATION DES TISSUS ET SON ÉVOLUTION DANS LE TEMPS.

L'action fondamentale de l'eau en physiologie végétale est trop connue pour qu'il soit nécessaire de la développer. Entre l'absorption, d'une part, et la transpiration, d'autre part, se situe un moyen terme, établissant le rapport entre les fluctuations des deux phénomènes et qui constitue l'hydratation du végétal.

La détermination de l'hydratation a été effectuée par les différences entre poids frais et poids sec après séchage à 90°-105° C jusqu'à poids constant. Nous avons exprimé cette différence en % du poids frais, nous conformant ainsi aux recommandations récemment émises par HOMÈS et ANSIAUX (1945).

L'appareillage dont nous disposions ne nous a point permis de satisfaire entièrement aux prescriptions rigoureuses imposées pour la dessiccation. Il en résulte que les chiffres que nous fournissons ne peuvent être considérés comme affectés d'une valeur absolue certaine. Néanmoins, ils conservent toute leur valeur comparative.

§ 1. VARIATION JOURNALIÈRE DU POIDS FRAIS.

La figure 20 indique l'allure de l'évolution journalière de l'hydratation d'une foliole chez le palmier à huile comparativement à la courbe de la transpiration moyenne journalière.

La courbe obtenue indique nettement une décroissance diurne qui trouve son point le plus bas entre 13 et 14 h. Elle correspond donc globalement à l'évolution admise par MAXIMOV (KRASNOSELSKY-MAXIMOV, 1917), qui indique un minimum compris dans le cours de la période journalière entre 6 h et 18 h.

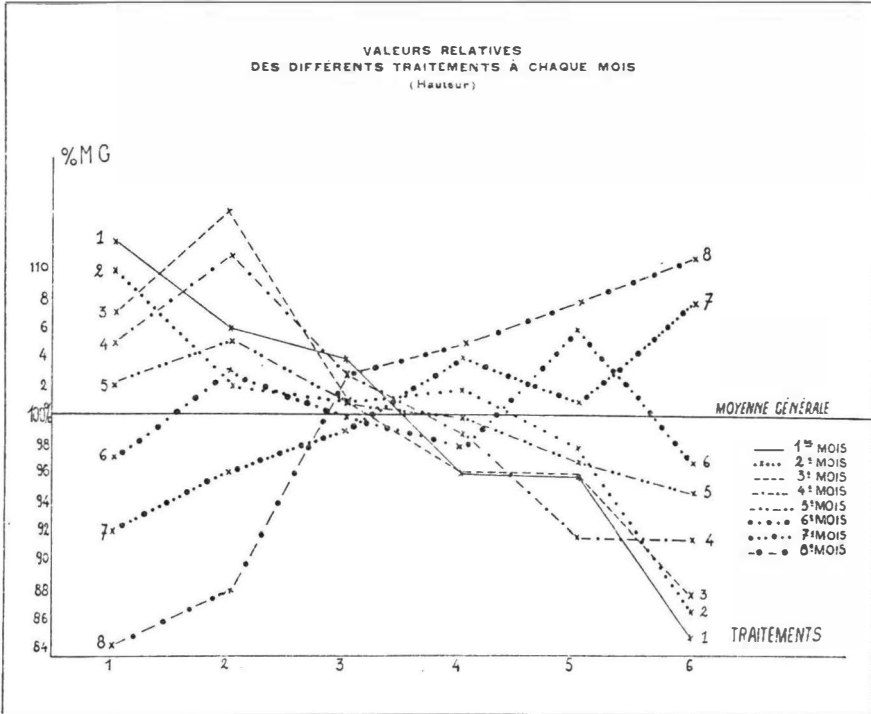


FIG. 21.

La différence entre l'hydratation maximum enregistrée à 7 h du matin et minimum, constatée à 14 h, est significative pour la probabilité $P = 0,05$. Toutefois, d'heure en heure, les différences ne sont pas significatives.

L'évolution de l'hydratation paraît réglée davantage par la transpiration que l'inverse.

Signalons enfin que l'évolution de l'hydratation ne paraît pas suivre les fluctuations régulières ou occasionnelles de faible amplitude manifestées par la transpiration au cours de la journée.

§ 2. VARIATION DE L'HYDRATATION MOYENNE JOURNALIÈRE.

L'amplitude de ces variations de l'hydratation des folioles du palmier à huile est relativement élevée, puisqu'elle est de 12 % en poids frais.

Le fait que notre palmier supporte sans aucun inconvénient des variations de telle importance *montre son caractère de haute résistance à l'égard de la fanaison et l'apparente aux xérophytes*, qui sont caractérisés, au premier chef, par l'aptitude à varier sans dommage leur hydratation dans de très larges limites.

Touchant l'éventuelle influence des facteurs climatiques sur ces variations, nous n'avons pu mettre en évidence aucune corrélation valable. Il est possible qu'une relation plus précise s'établisse avec les variations du taux d'humidité du sol. Nous n'avons malheureusement pas disposé d'observations précises de ce genre dans le cours de nos recherches sur le présent sujet.

CHAPITRE IV.

CROISSANCE DES VÉGÉTAUX EN FONCTION DE L'HUMIDITÉ DU SOL.

§ 1. PRINCIPES EXPÉRIMENTAUX.

Le but du présent chapitre est l'étude du rôle de la réserve d'eau du sol sur la croissance et le développement de quelques végétaux tropicaux. A cet effet, nous avons mesuré la croissance des plantes dans diverses expériences organisées selon les principes suivants :

1. Des plantes sont maintenues en bacs remplis de sable, à l'abri de la pluie, et reçoivent une alimentation minérale uniforme. Différents bacs étaient répartis en 6 groupes, qui recevaient chacun une dose journalière d'eau différente. Aucune entrave, dans les bacs, n'était apportée à la percolation.

2. Des plants en pots étanches, tenus à l'abri de la pluie, sont cultivés à 3 degrés d'humidité du sol normal.

3. Des plants en bacs de béton, tenus à l'abri de la pluie, sont cultivés en sol normal, à humidité constante, mais avec percolation.

4. Des plants sont cultivés en pleine terre, sans être tenus à l'abri de la pluie; le sol est maintenu à deux niveaux d'humidité par un arrosage supplémentaire en quantité différente.

Le tableau LVIII résume les éléments variables dans chacun de ces dispositifs.

TABLEAU LVIII.

Éléments variables dans les quatre dispositifs expérimentaux de l'étude de la croissance des végétaux en fonction de l'humidité du sol.

Dispositif	Substrat	Percolation	Apport d'eau variable dû à la pluie	Apport d'eau artificiel	Humidité du sol
1	Sable (avec alimentation minérale)	Libre	Nul	6 doses constantes	6 taux variables
2	Terre normale	Empêchée	Nul	3 doses variables	3 taux constants
3	Terre normale	Libre	Nul	3 doses variables	3 taux constants
4	Terre normale	Libre	Effectif	3 doses constantes	3 taux variables

§ 2. EXPÉRIENCE EN BAGS REMPLIS DE SABLE.

1. Protocole expérimental.

Cette première expérience a été entreprise dans le cadre de l'étude de l'alimentation minérale du palmier à huile, telle que réalisée à Yangambi par la Division de Physiologie.

Elle porte sur de jeunes palmiers de 6 mois cultivés dans des caisses en bois, d'un volume d'environ 0,25 m³, remplies de sable lavé et tamisé.

Les bacs étaient rangés sous abris vitrés du modèle utilisé dans toutes les expériences d'alimentation minérale (HOMÈS, 1949).

Pendant toute la durée des observations, les plantes ont reçu une nutrition minérale complète et uniforme. Celle-ci était toutefois augmentée en quantité au fur et à mesure du développement des jeunes palmiers.

L'expérience a mis en jeu 72 plants répartis en 6 lots de 12 sujets. Chaque lot recevait une dose différente d'eau; celle-ci a été calculée de telle sorte qu'elle représente pour chacun des 6 lots les quantités suivantes :

- Lot 1 : la moitié de la pluviosité moyenne actuelle ($\pm 2,5$ mm par jour).
- Lot 2 : 1 fois la pluviosité moyenne annuelle.
- Lot 3 : $1 \frac{1}{2}$ fois la pluviosité moyenne annuelle.
- Lot 4 : 2 fois la pluviosité moyenne annuelle.
- Lot 5 : 3 fois la pluviosité moyenne annuelle.
- Lot 6 : 4 fois la pluviosité moyenne annuelle.

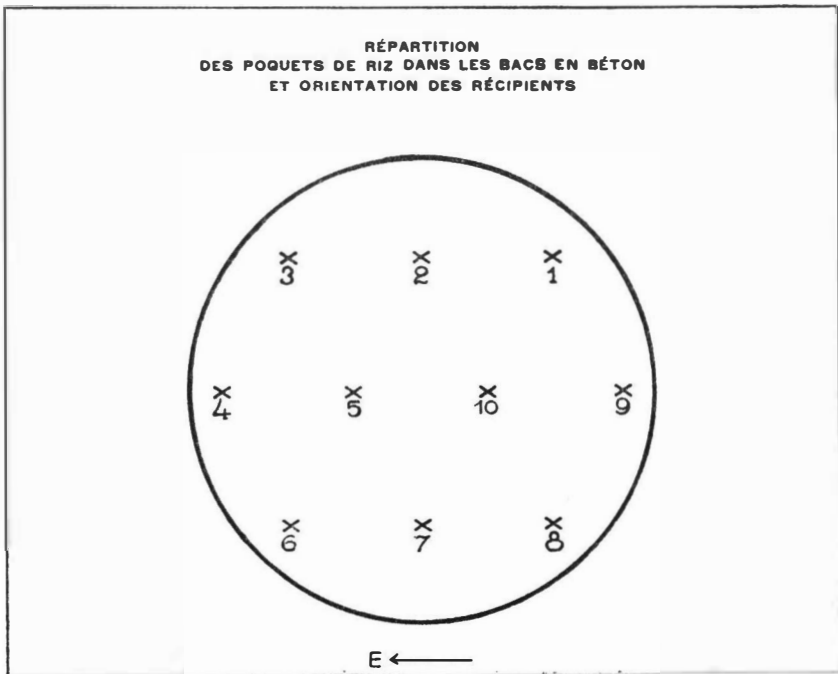


FIG. 22.

Le poids frais moyen des plants de chaque lot a été calculé au début de l'expérience par la pesée de 6 lots de 12 plants identiques aux sujets utilisés dans les bacs de culture. Le poids frais individuel a été pesé à la fin de l'expérience.

La croissance des palmiers a été suivie par des mensurations mensuelles portant sur la hauteur totale, la plus grande largeur du plant, le nombre de feuilles et le contour du stipe à sa base.

L'expérience a débuté le 30 mars 1948 et s'est terminée en deux étapes, une moitié ayant été prélevée le 8 janvier 1949 et l'autre

moitié le 23 février 1949. Ce prélèvement a été effectué en deux fois parce que la densité des plantes dans les bacs était telle que les palmiers avaient fini par se gêner mutuellement.

Au départ des mesures finales, il a été possible de recalculer les valeurs qu'auraient atteintes tous les plants s'ils étaient restés en place jusqu'au bout, et ce en utilisant les facteurs de développement applicables aux lots prélevés en premier lieu.

Les mesures de croissance ont été utilisées à partir du mois de juin 1948, c'est-à-dire après la période de reprise suivant le repiquage des jeunes palmiers.

Nous nous bornerons ici à relater les résultats relatifs au poids et à la hauteur.

2. Résultats expérimentaux.

a) DONNÉES PONDÉRALES. — Le poids moyen des plantes utilisées au départ étant le même, les différences pondérales constatées *in fine* proviennent donc de l'élément variable, c'est-à-dire des doses différentes d'eau fournies à chacun des sujets. Le tableau LIX donne les résultats primaires. L'analyse statistique de ces données fait l'objet du tableau LX. Il ne porte d'ailleurs que sur le poids de la partie aérienne. Les différences constatées sont hautement significatives, puisqu'il y a 99 % de chances pour qu'elles soient dues aux traitements variables.

TABLEAU LIX.

Développement (en g de poids frais de la partie aérienne du palmier à huile) en fonction de l'apport d'eau.

Données primaires.

6 doses différentes d'eau et 12 répétitions par dose.

Expérience du 30 mars - 23 février 1949.

N° répétition	1 ^e dose	2 ^e dose	3 ^e dose	4 ^e dose	5 ^e dose	6 ^e dose
1	154	396	459	559	410	596
2	160	241	347	377	586	507
3	159	297	376	119	533	389
4	260	268	389	351	464	602
5	265	271	370	192	634	388
6	289	319	342	442	526	525
7	125	190	341	383	558	756
8	200	238	440	393	409	287
9	256	362	280	404	563	526
10	145	381	502	456	563	561
11	228	323	422	504	551	482
12	137	319	375	462	459	506
Moyenne ...	198	300	387	387	521	510

Classés par ordre croissant, les résultats se présentent comme suit :

- 1^o la dose n^o 1 ($\frac{1}{2}$ pluviosité moyenne actuelle).
- 2^o la dose n^o 2 (pluviosité moyenne annuelle).
- 3^o la dose n^o 3 (1 $\frac{1}{2}$ pluviosité moyenne annuelle).
n^o 4 (2 pluviosité moyenne annuelle).
- 4^o la dose n^o 5 (3 pluviosité moyenne annuelle).
n^o 6 (4 pluviosité moyenne annuelle).

On constate donc que, dans les conditions expérimentales, le développement pondéral maximum est obtenu avec des quantités d'eau de l'ordre de 3 à 4 fois la lame de pluviosité annuelle.

TABLEAU LX.

Développement (en g de poids frais de la partie aérienne du palmier à huile) en fonction de l'apport d'eau.

Données moyennes.

Valeur statistique des différences.

Expérience du 30 mars - 23 février 1949.

Analyse statistique.

Dose	Dévelop. g de poids frais de la partie aérienne	F		d		Différence	Différ. en g
		calculé	des tables	P=0,05	P=0,01		
1 ^o dose..	198		P=0,05			d (2-1)	102
2 ^o dose..	300		2,36			d (3-2)	87
3 ^o dose..	387		P=0,01			d (4-3)	0
4 ^o dose..	387	24,07	3,31	71	94	d (5-4)	134
5 ^o dose..	521					d (6-5)	-11
6 ^o dose..	510						

b) DONNÉES SUR LA CROISSANCE EN HAUTEUR. — La hauteur des plants a été déterminée par la mesure de la verticale au sol de l'extrémité de la feuille la plus développée. Cette hauteur n'est en réalité pas une mesure exacte de la croissance du palmier, mais elle permet de comparer le développement de plants du même âge.

Le tableau LXI résume l'analyse statistique issue des résultats expérimentaux primaires. Pendant les 4 premiers mois on constate des différences significatives pour $P =$ ou $< 0,05$ entre les traitements. Ces différences s'atténuent ensuite, pour redevenir hautement significatives à partir du mois de janvier.

A titre d'exemple, nous ajoutons les résultats primaires de la mesure de la hauteur au mois de novembre 1948 (tableau LXII).

TABLEAU LXI.

Mesure de la hauteur du palmier.

Résumé de l'analyse statistique des mesures mensuelles
avec indication de la signification.

Mois	F calculé	F des tables	P < 0,05	P = 0,05	P = 0,01
Juin	4,48				
Juillet	2,94			×	×
Août	3,75	P = 0,05			
Septembre	3,24	2,36		×	×
Octobre	0,82	P = 0,01	×		
Novembre	0,90	3,31	×		
Décembre	2,00		×		
Janvier	9,50				×
Février	11,89				×

Dans les trois dernières colonnes, nous avons classé les mesures d'après les différences obtenues entre traitements.

TABLEAU LXII.

*Hauteur de la partie aérienne du palmier à huile en cm,
en fonction de l'apport d'eau.*

6 doses d'eau différentes et 12 répétitions par dose.

Données primaires.

Expérience du 30 mars - 23 février 1949.

Mois de novembre.

N° répétition	1 ^{re} dose	2 ^e dose	3 ^e dose	4 ^e dose	5 ^e dose	6 ^e dose
1	52	75	56	69	52	58
2	64	59	69	63	68	57
3	56	69	66	46	65	57
4	66	67	62	71	61	65
5	65	53	52	63	71	52
6	62	68	57	59	65	59
7	54	52	51	34	57	61
8	51	52	70	65	57	73
9	67	72	57	60	83	62
10	52	63	64	68	71	62
11	75	61	64	60	57	49
12	44	62	61	67	69	52
Moyenne ...	59,00	62,75	60,75	60,42	64,67	58,92

Le tableau LXIII résume les hauteurs moyennes mensuelles des divers traitements. Les chiffres en italiques indiquent une différence significative vis-à-vis du traitement le plus favorable; les

chiffres en grasses, dans la même ligne horizontale, montrent une différence significative vis-à-vis du traitement qui précède.

Ces résultats indiquent que :

1° Les traitements à dose élevée d'eau n'ont pas toujours été les plus favorables: l'optimum d'effet s'est déplacé de la dose n° 1 au mois de juillet vers la dose n° 2, de la dose n° 2 au n° 5 au mois de novembre et enfin, à partir de décembre-janvier, la dose n° 6 est la plus favorable.

TABLEAU LXIII

Hauteur moyenne de la partie aérienne du palmier à huile en cm, en fonction de l'apport d'eau (sable).

Moyennes mensuelles.
Différences significatives soulignées.

Mois	1 ^{re} dose	2 ^e dose	3 ^e dose	4 ^e dose	5 ^e dose	6 ^e dose
Juin	20,6	19,7	19,3	17,8	17,7	15,7
Juillet	28,8	26,8	26,5	26,7	25,8	22,7
Août	37,1	39,6	35,1	33,5	33,3	30,3
Septembre ..	45,2	47,8	44,7	42,7	39,6	39,5
Octobre	56,7	57,9	55,6	55,2	53,8	52,7
Novembre ...	59,0	62,7	60,7	60,4	64,7	58,9
Décembre ...	67,0	70,0	72,6	75,7	74,3	77,8
Janvier	73,1	76,3	86,6	89,2	95,7	95,7
Février	75,9	78,7	90,7	97,2	101,3	103,4

2° L'ordre d'effet favorable au mois de juin s'est renversé complètement au mois de février en passant par tous les stades intermédiaires et aussi par le stade où les effets des divers traitements se valent (mois d'octobre-novembre).

3° Les différences significatives qui existent au début de l'expérience entre les traitements à dose faible et ceux à dose élevée, en faveur des premiers, proviennent d'une disproportion entre la dose d'eau et la dose nutritive dans les traitements 4, 5 et 6.

Les plantes ne consomment que de petites quantités d'eau, à cause de leur faible développement. Par après, les différences s'atténuent, parce que la disproportion diminue (la dose nutritive augmente et la percolation des sels diminue); l'enracinement se développe et les plantes transpirent davantage.

4° Pendant les derniers mois de culture, les doses élevées sont les plus favorables, parce qu'il existe une disproportion entre le développement végétatif du palmier et les quantités d'eau à sa disposition dans les doses faibles.

Tandis que nous aurions pu conclure des résultats pondéraux finaux à un effet favorable de l'eau sans limite sur la croissance des végétaux, cette analyse des mesures de hauteur nous montre qu'un *équilibre entre la nutrition minérale et l'eau est nécessaire et que cet équilibre peut varier d'après le stade de développement de la plante*. La figure 21 nous fournit les valeurs relatives des différents traitements à chaque mois (hauteur). En ordonnée nous trouvons les valeurs relatives en % de la moyenne générale; en abscisse les différents traitements. Cette figure illustre très bien ce que nous venons d'exposer dans les quatre points précédents.

§ 3. EXPÉRIENCES EN RÉCIPIENTS REMPLIS DE TERRE SANS PERCOLATION.

1. Protocole expérimental.

Cette expérience a été réalisée dans des seaux, qui servaient à des mesures de transpiration, par rapport à diverses humidités du sol.

Le dispositif en a été décrit dans la première partie de cette étude, à la page 33 (1^{re} partie, chapitre V, § 2). Rappelons qu'elle porte sur diverses plantes : *Elaeis*, *Palisota*, Cacaoyer, Caféier.

Chacune de ces espèces a été étudiée dans son milieu caractéristique. Toutefois, pour le palmier à huile, une série a été installée à l'ombre, l'autre en plein soleil.

2. Résultats expérimentaux.

TABLEAU LXIV.

Croissance journalière du palmier à huile, du caféier, du cacaoyer et de Palisota
(mg par g de poids frais initial de la partie aérienne)
en fonction de l'humidité du sol (11 %, 15 % et 19 %).

	<i>Elaeis guineensis</i> 7 août au 3 septembre 1949	<i>Elaeis guineensis</i> 12 janvier au 9 février 1949	<i>Coffea Canephora</i> 23 août au 19 septembre 1949	<i>Theobroma Cacao</i> 16 octobre au 12 novembre 1949	<i>Palisota thyrsiflora</i> 9 janvier au 18 février 1948
11 %	3,5	1,9	15,4	0	0
15 %	12,3	1,9	28,9	4,6	1,4
19 %	19,1	1,9	36,2	1,1	1,8

Le tableau LXIV résume les résultats obtenus. Ceux-ci ont été exprimés en mg par g de matière fraîche au début de l'expérience par jour. Les différences de croissance pour les plantes héliophiles ou héli-héliophiles sont significatives pour des humidités du sol

différentes. Tel est le cas pour le palmier à huile et même le caféier. Par contre, pour les plantes à besoin en lumière plus faible, ces différences sont nulles ou très réduites et ne proviennent pas de l'influence des humidités différentes du sol.

On notera que ce point de vue est confirmé par le fait que l'*Elaeis*, plante héliophile, ne réagit plus à ces différences de traitement lorsqu'il est cultivé à l'ombre.

§ 4. EXPÉRIENCE EN BAGS REMPLIS DE TERRE AVEC PERCOLATION.

1. Protocole expérimental.

Cette expérience a été pour nous l'occasion d'utiliser une plante annuelle qui nous a permis de suivre un cycle de développement complet. L'espèce choisie a été le riz [riz de montagne : *Oryza sativa* (1)].

Les bacs utilisés ont une forme cylindrique et les dimensions suivantes : 0,80 m de hauteur et 0,85 m de diamètre.

L'humidité du sol a été contrôlée dans chaque récipient par un tensiomètre. Les apports d'eau ont été réglés de telle sorte que l'humidité a été maintenue à divers niveaux constants et déterminés d'avance, de 11 %, 15 % et 19 % du poids sec. Dans chaque bac, le riz a été semé en 10 poquets de 7 graines, en conservant ainsi des écartements habituellement utilisés dans la pratique culturale. Le nombre de plants obtenus constitue une somme suffisante de répétitions. La hauteur moyenne de chaque touffe, le contour de chaque poquet, l'époque de floraison et de fructification ont été déterminés. Les poids frais et sec de chaque touffe ont été calculés à la fin de l'expérience. Il en a été de même pour le poids et la longueur des panicules par poquet, la longueur des chaumes et le nombre des entre-nœuds.

L'expérience a porté sur tout le cycle de végétation, du semis à la récolte, du 15 avril 1949 jusqu'au 9 août 1949, c'est-à-dire durant 117 jours.

Afin de montrer clairement quel était le dispositif expérimental adopté, la figure 22 donne la répartition et la numérotation des 10 poquets dans chaque récipient.

2. Résultats expérimentaux.

On trouvera dans le tableau LXV les résultats moyens de toutes les observations réalisées. On constate une supériorité significative,

(1) Nous remercions vivement notre collègue M. le Dr J.-J. FRIPIAT, Assis- tant à la Division d'Agrologie à Yangambi, qui a étroitement collaboré avec nous à la réalisation de cette expérience.

presque à tous égards, des plants cultivés à 19 % d'humidité par rapport à ceux à 15 % et à 11 %. La même supériorité se présente pour les plants du bac à 15 % par rapport au récipient à 11 %. Si l'on fait appel à la matière verte, par exemple, on constate qu'à 15 % d'humidité celle-ci représente les $\frac{3}{4}$ du poids des plants à 19 % et à 11 % les $\frac{2}{5}$ seulement.

TABLEAU LXV.

Croissance du riz en fonction de l'humidité du sol.

Humidité du sol (% du poids sec).		19 %	15 %	11 %
Objet				
Hauteur moyenne en cm des poquets de plantes ...		127,6	104,9	92,5
C contour moyen en cm par poquet à la base (7 cm du sol)		15,1	12,55	9,85
Poids frais moyen par poquet en g		165,9	120,8	66,2
Poids frais moyen des panicules en g par poquet .		43,4	29,4	19,2
Poids sec moyen par poquet en g		30,9	21,15	15,1
Poids sec total des racines par bac en g		104,0	102,0	88,0
Nombre moyen de tiges par poquet		10,2	7,6	7,9
Nombre de tiges par bac en % du nombre du bac de 19 %		100,0	74,5	77,4
Nombre moyen de panicules par poquet		9,4	7,1	7,7
Nombre de panicules en % du nombre de tiges par bac		92,1	93,4	97,5
Longueur moyenne des plantes en cm (sans épis).		98,46	85,15	71,58
Longueur moyenne des panicules en cm		23,2	23,2	21,7
Nombre d'entre-nœuds par tige		4,38	4,38	4,24
Longueur du 1 ^{er} entre-nœud en cm		7,53	7,06	4,86
Longueur du 2 ^e entre-nœud en cm		21,87	16,94	13,72
Longueur du 3 ^e entre-nœud en cm		25,21	21,13	18,56
Longueur du 4 ^e entre-nœud en cm		29,83	29,84	27,08
Longueur du 5 ^e entre-nœud en cm		34,70	32,29	31,47

On remarquera toutefois ceci :

1° Les différences de poids sec des racines sont peu marquées. Il en résulte, et ceci rencontre une opinion classique, que la croissance des racines n'est pas tellement affectée par la teneur en eau du sol.

2° Si le nombre moyen de tiges par poquet est nettement plus élevé à 19 % d'humidité, il n'est guère différent aux humidités de 15 et 11 %.

3° La même remarque peut être émise pour le nombre moyen de panicules par poquet. Ceci est d'ailleurs une conséquence de cela.

4° Le nombre de panicules en % du nombre de tiges dans chaque récipient ne manifeste pas de différences bien sensibles, mais l'ordre est ici inversé.

5° La longueur moyenne des plantes, de même que la hauteur et le contour de chaque poquet, montre pour les trois bacs les mêmes différences significatives que celles obtenues pour les poids frais de la matière verte. Ceci n'est pas le cas pour la longueur moyenne des panicules, qui ne diffère guère dans les trois milieux de culture.

6° Une croissance plus grande en hauteur des graminées peut être le résultat d'une multiplication du nombre d'entre-nœuds ou bien d'une élongation de tous les entre-nœuds ou de quelques-uns.

TABLEAU LXVI.

Longueur moyenne des entre-nœuds en % de la longueur totale chez le riz.
Trois niveaux d'humidité du sol différents (11 %, 15 %, 19 %).

Objet	19 %	15 %	11 %
1 ^{er} entre-nœud/longueur totale %	6,3	6,6	5,1
2 ^e entre-nœud/longueur totale %	18,4	15,8	14,3
3 ^e entre-nœud/longueur totale %	21,2	19,7	18,4
4 ^e entre-nœud/longueur totale %	25,0	27,8	28,3
5 ^e entre-nœud/longueur totale %	29,1	36,1	32,9

Le nombre d'entre-nœuds ne varie pas d'après l'humidité du sol dans les trois bacs. Le nombre moyen est 4. La longueur des entre-nœuds varie d'un milieu à l'autre.

L'allongement des premiers entre-nœuds formés dépend de l'humidité du sol. La réserve en eau du sol a donc une influence sur la croissance en longueur des entre-nœuds des plants de riz, surtout au début de la période végétative.

Tous les chaumes du riz ne développent pas un cinquième entre-nœud. C'est pourquoi le tableau LXVI fournit la longueur moyenne des entre-nœuds en % de la longueur totale. Cette présentation exprime d'une façon plus claire l'influence de l'humidité du sol sur la croissance en longueur des entre-nœuds; en % les premiers entre-nœuds sont plus longs dans les plantes des bacs à humidité du sol élevée; les derniers entre-nœuds sont en % plus longs dans les bacs à humidité faible.

7° Cette expérience a permis de faire également quelques observations intéressantes sur la vitesse de développement en fonction de l'humidité du sol. Vers le 5 juillet 1949, les feuilles inférieures des plantes dans le bac à 19 % commencent à jaunir : un jaunissement

qui se marque d'abord en bordure de la feuille et progresse vers le milieu. A ce moment, les feuilles supérieures ont d'ailleurs une couleur moins foncée que les plantes des bacs à 15 % et 11 % d'humidité. Ce jaunissement atteint les feuilles supérieures vers le 22 juillet 1949. Le même phénomène se produit dans les bacs à 11 % et 15 % une semaine plus tard, mais sans apparition de cette couleur verte moins foncée des feuilles supérieures. Ce jaunissement des feuilles à la base paraît plus ou moins lié à l'apparition des premières panicules; le jaunissement des feuilles supérieures, de son côté, semble correspondre à la fin de l'épiaison.

Les plantes du bac à 19 % ont une croissance plus rapide.

On trouve une autre preuve de ce fait dans l'hydratation de la partie aérienne des plants dans les trois bacs :

- à 19 % : 81,4 %;
- à 15 % : 82,5 %;
- à 11 % : 83,0 %.

Au moment de l'arrêt de l'expérience, les plantes à 19 % commencent à se dessécher sur place et ont par conséquent une hydratation plus faible.

A ce moment, le nombre de panicules mûres, exprimé en % du nombre total de panicules par bac, est le suivant :

- à 19 % : 91,5 %;
- à 15 % : 74,6 %;
- à 11 % : 51,9 %.

En conclusion, la réserve en eau du sol a donc une influence favorable sur le rendement total en matière verte d'une plante, sur l'intensité de sa croissance, sur le rendement en graines, sur la longueur des plants, sur le diamètre des chaumes, sur la longueur des entre-nœuds, surtout au début de la période végétative. Elle ne marque pas d'effet sur le rendement en poids sec des racines et sur le nombre des entre-nœuds.

§ 5. EXPÉRIENCE EN PLEINE TERRE.

1. Protocole expérimental.

Les jeunes palmiers de 6 mois ont été plantés en pleine terre ou dans des bacs et des caisses enterrés. Ces plantes étaient soumises à la pluviosité normale. Toutefois, un lot a reçu un arrosage correspondant à 5 litres par m² par jour, un deuxième 10 litres, le troisième lot ne recevait pas d'arrosage supplémentaire. Chaque lot comportait 20 plantes.

Remarquons qu'un arrosage de 5 litres par m² et par jour correspond à la pluviosité moyenne annuelle. Le poids frais moyen des plantes a été calculé au début de l'expérience et le poids frais individuel à la fin.

L'expérience a débuté le 19 octobre 1948 et a pris fin douze mois après, le 12 octobre 1949. Ajoutons que sa portée était de vérifier l'effet d'humidités du sol variables dans des conditions se rapprochant du milieu naturel. En effet, les essais relatés ci-dessus ont toujours comporté un caractère nettement artificiel en ce qui concerne l'utilisation du substrat.

2. Résultats expérimentaux.

Le tableau LXVII résume les données moyennes résultant de cette expérience.

TABLEAU LXVII

Développement en g par an, du palmier à huile en fonction de la réserve en eau du sol.

a) Plantes en caisses enterrées.

b) Plantes en pleine terre.

Lots	a) Bacs enterrés Croissance g/an	b) En pleine terre Croissance g/an
A : Pluie	573	225,5
B : Pluie + dose journalière de 5 mm	947,5	934,5
C : Pluie + dose journalière de 10 mm	984,5	819,5

D'une manière générale, les résultats favorables de l'augmentation de l'humidité du sol sur le développement pondéral du palmier à huile apparaissent clairement. L'accroissement obtenu, tant en pleine terre qu'en bacs enterrés, est significatif pour l'adjonction d'une lame d'eau de 5 mm. Cet accroissement est même considérable, puisqu'il varie en proportion centésimale de 200 à 400 % par rapport au témoin, représentant les conditions naturelles de croissance. Toutefois, l'adjonction d'une quantité d'eau plus élevée encore ne paraît pas entraîner de nouveaux effets favorables. Effectivement, les chiffres relatifs au troisième traitement ne sont plus significativement différents par rapport aux précédents.

L'augmentation de la croissance pondérale par l'adjonction d'une lame d'eau journalière de 5 mm peut être le résultat, ou bien de la quantité globale d'eau reçue, ou bien de la régularité de son application. Ce point ne peut être tranché. Toutefois, le fait que l'adjonction d'une dose double n'entraîne pas un accroissement du développement pondéral par rapport à la dose simple constitue une indication qui permet de croire que l'influence favorable de cet apport réside non seulement dans son niveau, mais aussi et surtout dans sa régularité.

QUATRIÈME PARTIE

Recherches sur le bilan d'eau du palmier à huile (*Elais guineensis* JACQ.)

CHAPITRE PREMIER.

LES ÉLÉMENTS D'UN BILAN HYDRIQUE LOCAL.

Avant d'étudier l'économie en eau d'un végétal ou d'un groupement de végétaux, il est nécessaire d'envisager, au point de vue uniquement physique, les divers éléments qui interviennent dans la balance d'eau d'un territoire déterminé.

Tous les facteurs qui entraînent un apport d'eau écologique constituent l'actif de ce bilan; inversement, tous les phénomènes qui se traduisent par une perte d'eau pour le milieu écologique sont à porter au passif du bilan.

L'actif est donc essentiellement constitué par les eaux d'apport météorique : pluie, brouillard, rosée, etc.

Il y a lieu d'inscrire au passif : l'évaporation du sol, le ruissellement et la percolation dans les couches profondes de la terre, hors de portée des végétaux. Est à porter également au passif l'eau évaporée à la surface des végétaux eux-mêmes. Il en est ainsi encore, si l'on se place au point de vue purement physique, de l'eau transpirée ou fixée par les végétaux. Ce dernier point fera d'ailleurs spécialement l'objet du chapitre II.

§ 1. ACTIF DU BILAN HYDRIQUE.

1. Pluviosité.

La pluie constitue, dans les conditions de nos recherches, l'élément de très loin le plus important.

Si, au lieu d'envisager un bilan global, nous venons à établir des bilans temporaires calqués sur les diverses phases écologiques

du développement des plantes, la répartition de cette pluviosité au cours de l'année acquerrait une importance primordiale.

Nous avons fourni à ce sujet quelques indications à la page 46 de ce mémoire. Il en résulte que si la quantité totale de pluie atteint une valeur moyenne de 1.800 à 2.000 mm, cette lame totale se répartit inégalement.

Deux périodes relativement plus sèches se distinguent; l'une de décembre à février, l'autre en juin-juillet. D'autre part, un maximum de pluviosité apparaît très nettement de septembre à novembre.

2. Interception de la pluie par la végétation.

La pluviosité, c'est-à-dire la lame d'eau arrivant au sol, est une notion théorique généralement obtenue au départ d'instruments placés au-dessus du niveau du sol, dans des situations totalement dégagées. En fait, là où le manteau végétal revêt une certaine importance, cette lame d'eau n'est effectivement reçue qu'à la surface du tapis végétal, quelle que soit sa hauteur.

Entre ce niveau de réception, d'une part, et la surface du sol, d'autre part, s'établit une interception d'autant plus importante que la masse végétale est plus épaisse et plus stratifiée. Cette eau interceptée peut être rééaporée après la chute de pluie, s'écouler le long des feuilles et des tiges, pour arriver partiellement au sol, ou encore être absorbée, dans une certaine mesure, par les feuilles ou autres organes.

Certains auteurs (ENGLER, 1919) ont montré que cette interception peut atteindre jusqu'à 15 et 20 %.

En vue d'établir l'importance de cette interception, nous avons procédé à diverses mesures dans une plantation de palmiers âgés de 11 ans. Ces mesures ont été effectuées au départ de deux dispositifs différents.

a) Trente pluviomètres ont été placés à égale distance sur un axe de 100 m de longueur, traversant obliquement la plantation. Ces pluviomètres étaient disposés en trois séries. La première à 1^m50 au-dessus du niveau du sol, c'est-à-dire sous les palmiers, mais dépassant la végétation adventice. La seconde série comportait des pluviomètres à 0^m50 de hauteur, c'est-à-dire situés en dessous des plus hautes herbes et des arbustes du recru. La troisième série était placée au niveau du sol, mesurant ainsi l'interception totale (voir figure 23).

b) Le deuxième dispositif expérimental comportait également 3 séries de 8 pluviomètres, installés aux mêmes niveaux que précédemment, mais concentrés dans le triangle équilatéral formé par trois palmiers plantés en quinconce (9 m) (voir figure 24).

La placette choisie était parfaitement représentative aux points de vue de la densité du couvert et de la composition de la végétation adventice.

Les données obtenues ont pu être comparées avec les enregistrements de pluviosité globale au Poste climatologique de Yangambi-km 5, situé en ligne droite à 200 m à peine de la plantation étudiée.



FIG. 23.

Le tableau LXVIII résume les résultats acquis au départ des deux dispositifs expérimentaux, qui ont d'ailleurs fourni des conclusions absolument identiques.

On remarquera quelques chiffres faiblement supérieurs aux données pluviométriques obtenues au Parc météorologique. Ces écarts proviennent généralement de la situation particulière, impliquée par le placement au hasard, d'un de nos pluviomètres, qui concentrait l'eau d'écoulement à la surface d'une feuille. En tout état de cause, ils ne modifient pas sensiblement la validité de nos résultats.

a) La pluviosité enregistrée à 1^m50 est sensiblement inférieure à la valeur trouvée pour la pluie globale. L'interception par la strate des palmiers paraît s'établir au taux élevé de 31,6 % de la pluie totale.

b) A 0^m50 de hauteur, l'interception n'est plus que de 29,6 %, ce qui indique que la rétention par la strate des hautes herbes est plus que compensée par un écoulement le long des limbes des pétioles et des tiges. En effet, la forme de la cime des palmiers et l'enchevêtrement de la végétation font qu'une bonne partie de la pluie qui est arrêtée par les palmes s'écoule le long des folioles et des rachis et

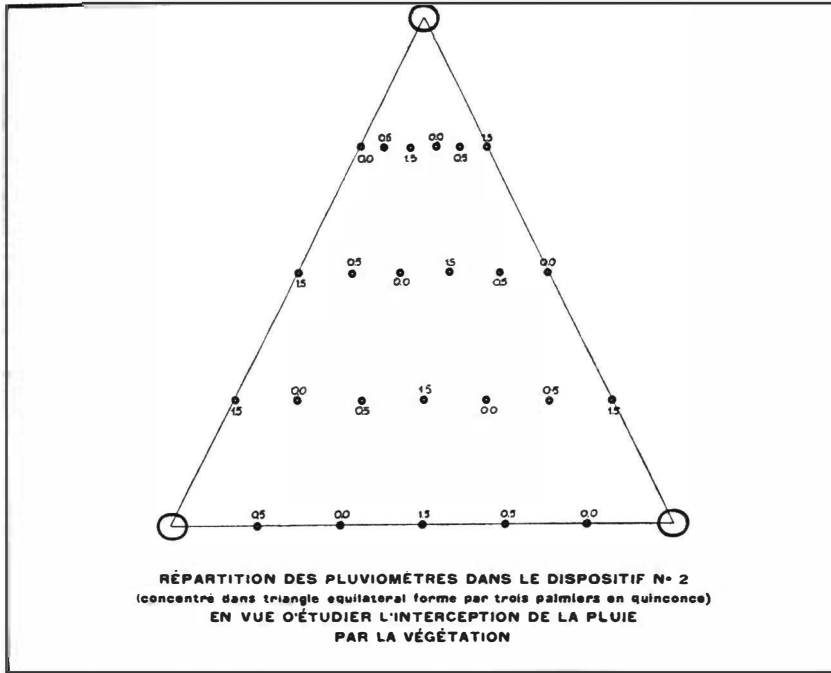


FIG. 24.

s'éparpille ensuite sur la strate des hautes herbes qui répartit à nouveau tous ces filets d'eau. Il en résulte donc que l'interception de 31,6 % portée ci-dessus au crédit de la strate des palmiers est effectivement exagérée. Nous verrons ci-après dans quelle mesure.

c) Au niveau du sol, l'interception globale ne s'établit plus qu'à 7,1 %. Entre la strate des hautes herbes et le sol, nous observons donc les mêmes phénomènes d'écoulement et d'éparpillement de la pluie.

d) Le chiffre d'interception globale de 7,1 %, ainsi obtenu, doit lui-même être considéré comme un maximum. En effet, il ne tient pas compte de l'eau qui ruisselle directement le long des stipes du palmier et qui imbibe, comme la chose est bien connue, les encoches constituées par les bases pétiolaires persistantes.

TABLEAU LXVIII

Pluviosité mesurée par des pluviomètres placés à trois hauteurs différentes (1,50 m, 0,50 et 0,0 m)

sous la végétation d'une palmeraie de 11 ans, en vue d'étudier l'interception de la pluie par la végétation

Résultats comparés avec les données du Poste climatologique.

Pluviosité en mm.

Dates	Pluviosité au poste météoro- logique	Pluviosité à 1,50 m	Pluviosité à 0,50 m	Pluviosité à 0,0 m
15 février 1947 ...	26,0	9,9	9,7	17,1
19 février	31,4	17,3	25,2	25,7
22 février	8,0	7,4	6,7	6,6
26 février	3,7	3,7	3,5	3,1
28 février	8,3	8,5	7,4	10,1
3 mars	33,0	22,8	17,0	21,0
6 mars	22,3	13,1	10,6	14,4
10-12 mars	21,0	21,0	19,3	25,1
13 mars	10,8	8,4	7,9	10,7
18 mars	0,9	0,9	0,8	0,8
20 mars	11,6	6,8	7,6	8,8
26 mars	68,5	42,0	51,0	59,7
29 mars	5,2	2,4	3,0	5,2
30 mars	41,9	31,0	33,0	42,4
1 avril	16,8	5,9	9,8	13,0
4 avril	65,4	41,6	48,2	53,0
6 avril	39,6	35,4	39,0	49,8
8 avril	2,5	2,4	1,9	2,7
10 avril	2,1	1,6	1,7	2,0
12 avril	17,8	8,9	9,5	20,4
14 avril	0,9	0,9	0,8	1,4
18 avril	3,5	2,1	2,3	3,6
21 avril	28,0	20,4	24,2	28,3
23 avril	0,9	0,5	0,6	1,2
29 avril	1,2	0,4	0,4	1,1
2-3 mai	6,7	4,7	3,7	6,2
4 mai	40,6	29,4	27,1	46,1
6 mai	1,7	1,4	1,0	1,5
16 mai	32,7	18,0	12,8	29,0
19 mai	64,1	51,7	48,3	61,3
20 mai	3,0	4,1	4,0	4,8
21 mai	7,2	4,8	3,3	5,9
Moyenne	19,6	13,4	13,8	18,2

3. Autres formes de précipitations.

Vis-à-vis de l'apport dû à la pluie, l'effet des brouillards et rosées est certainement faible, sans être absolument négligeable. Nous avons vu toutefois que la rosée absorbée directement par les feuilles représente à peu près 15 g par 100 g de matière verte par nuit de rosée.

a) Pour une palmeraie de 11 ans, cette quantité représente 10 litres par arbre, c'est-à-dire qu'à la densité de 150 palmiers à l'hectare elle correspond à l'absorption de 1.500 litres d'eau ou encore à l'effet utile d'une lame d'eau de 0,15 mm.

Comme on compte en moyenne 299 journées de rosée par an à Yangambi, la lame d'eau correspondante représente un supplément appréciable de 45 mm par an. D'autre part, le régime de la fréquence des rosées suit une marche inverse de celui de la pluviosité (BERNARD, 1945). Il en résulte que la rosée est surtout fréquente et abondante pendant les périodes où la pluie est déficiente, ce qui augmente beaucoup sa signification écologique.

b) La rosée ne revêt pas seulement une signification directe pour les végétaux, grâce à son absorption par les feuilles. Lorsqu'elle se dépose à la surface du sol, elle représente une source d'augmentation des réserves hydriques de la terre.

Rappelons à ce sujet l'expérience décrite à la page 86 (3^e partie, chapitre II, § 3) à propos de l'absorption de la rosée par les feuilles. Cette même expérience nous permet, en comparant les pertes d'eau par évaporation, d'une part des pots soumis à la rosée, d'autre part des pots abrités de la rosée, de déterminer l'augmentation de poids de la terre, qui ne peut être due qu'à l'absorption d'eau. Ramenée à l'unité de surface, celle-ci atteint une valeur approximative de 0,1 litre au m², c'est-à-dire une pluviosité de 0,1 mm par jour, ce qui correspond à une lame d'eau d'environ 30 à 40 mm par an.

Ajoutons ici qu'il ne faudrait pas conclure de ces chiffres (45 mm et 40 mm) qui, par coïncidence, atteignent le même ordre de grandeur, que toute l'eau déposée par la rosée à la surface des feuilles soit réellement absorbée. En fait, les feuilles des végétaux ont un pouvoir émissif, comme on le sait, bien supérieur à celui de la terre nue. Il arrive d'ailleurs parfois que la rosée déposée sur les feuilles soit tellement abondante qu'elle s'écoule le long des limbes, des pétioles et des rameaux.

4. Hygroscopicité du sol.

On sait que les pédologues ont mis en évidence la capacité d'absorption par le sol de la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère ou dans les pores de la terre. Toutefois, dans les conditions normales, cette absorption par la surface du sol elle-même est très faible. Elle est pratiquement négligeable au point de vue qui nous intéresse.

§ 2. PASSIF DU BILAN HYDRIQUE.

1. Percolation et ruissellement.

Ces phénomènes sont d'ordre pédo-climatique. Nous n'avons donc entrepris aucune expérience en vue d'établir leur valeur. Ce sont d'ailleurs des éléments du bilan d'eau, particulièrement difficile à établir d'une manière expérimentale.

Signalons ici que de vastes lysimètres ont été montés à la Station de Yangambi, qui permettront d'établir la percolation à différentes profondeurs du sol et en diverses conditions du milieu.

2. L'évaporation du sol.

a) Encore qu'il s'agisse ici également d'un facteur pédo-climatique, nous avons quelques indications expérimentales à ce sujet. Celles-ci portent sur les essais conduits en vue de mesurer la transpiration par la pesée de plantes en pots. La terre de nos récipients diffère évidemment assez bien d'un sol *in situ*. La structure est modifiée; le jeu des mouvements d'eau par la force capillaire est entravé. Disons néanmoins ceci : l'évaporation est avant tout un phénomène de surface. Aux termes des recherches les plus récentes en pédologie, l'ascension de l'eau par capillarité ne fournirait d'ailleurs qu'un aliment insignifiant à l'évaporation du sol.

Il en résulte par conséquent que nos observations à cet égard constituent une image satisfaisante de l'évaporation telle qu'elle se passe dans les sols en place. Les données primaires moyennes d'une expérience indiquant l'évaporation du sol en fonction de son humidité font l'objet du tableau LXIX. Le tableau LXX fournit quelques indications synthétiques.

Constatons d'abord qu'entre les deux séries extrêmes, à 11 % et à 19 % d'humidité, il n'y a aucune différence significative. Par contre, la série intermédiaire à 15 % d'humidité évaporerait sensiblement moins et ce d'une manière significative. A première vue, ce résultat paraît absolument inexplicable.

En réalité, il provient uniquement du dispositif expérimental. En effet, les pots constituant la série B (15 %) ont été disposés en file, bordée de part et d'autre par les pots de la série A (11 %) et de la série C (19 %). Il en résulte que les récipients médians ont sans cesse été ombragés par les deux files adjacentes. Par-là même, la température du sol a été plus basse et la micro-atmosphère surmontant la terre de ces récipients, plus riche en vapeur d'eau, sollicitant ainsi beaucoup moins le phénomène d'évaporation.

La considération des deux valeurs extrêmes est suffisamment éloquente. Il ne semble point que l'humidité du sol en soi, envisagée dans certaines limites, constitue un facteur agissant sur l'évaporation de la surface. Rappelons d'ailleurs qu'au point de vue physique, l'évaporation est influencée par la température (voir 1^{re} partie, chapitre IV, p. 23), la tension de vapeur d'eau du milieu extérieur et la turbulence de l'air.

L'humidité du sol jouerait surtout sur la température, puisque du fait de la chaleur spécifique élevée de l'eau, plus un sol est humide, moins il s'échauffe rapidement.

TABLEAU LXIX.

Evaporation par la surface du sol en fonction de l'humidité du sol.

(Trois séries : 11 %, 15 %, 19 % en % du poids sec.)

L'évaporation en g par jour par seau (0.06 m²).

Expérience du 7 août - 3 septembre 1949.

Evaporation N ^o jour	Série A (11 %)	Série B (15 %)	Série C (19 %)
1	75	70	100
2	75	35	70
3	55	45	50
4	90	70	110
5	40	30	40
6	35	30	40
7	50	45	55
8	105	70	75
9	90	60	80
10	65	35	45
11	85	80	85
12	55	50	65
13	85	65	70
14	55	40	60
15	60	30	30
16	75	40	65
17	80	65	80
18	85	50	75
19	30	15	20
20	95	65	75
21	80	50	70
22	45	30	45
23	55	40	60
24	45	35	45
25	70	50	60
26	45	35	55
27	95	70	100
28	75	40	45
Moyenne	68	48	63

Il ne s'agit ici que d'une action indirecte et qui dans les limites des taux d'humidité étudiés ne joue qu'un rôle peu perceptible. C'est en somme ce que confirment nos résultats.

Dans le phénomène global d'évapotranspiration (THORNTHWAITTE, 1948), on voit donc que l'évaporation du sol se comporte à l'égard de l'humidité du substrat d'une manière toute différente de la transpiration.

TABLEAU LXX

Evaporation par la surface du sol en fonction de l'humidité du sol.

(Trois séries : 11 %, 15 %, 19 % en % du poids sec.)

Evaporation moyenne en g par seau (0.06 m²).

Expérience du 7 août - 3 septembre 1949.

Analyse statistique.

Série	Evaporation moyenne g par seau	Calculé	F Des tables
Série A (11 %)	68		P = 0,05 3,11
Série B (15 %)	48	8,0	
Série C (19 %)	63		P = 0,01 4,88

b) Il est intéressant, à notre égard, de poser la question de savoir si un sol nu évapore davantage qu'un sol couvert de végétation. Encore que la réponse à cette question doive être certainement nuancée selon les caractéristiques physico-chimiques du sol et la nature de la couverture végétale, il est fondé d'émettre les remarques suivantes :

Si l'on compare un sol dénudé à une terre de même nature couverte d'une végétation herbacée, on constatera que dans le premier la surface est dure et croûteuse, tandis que dans le second la surface est beaucoup plus meuble et perméable. Comme nous l'avons dit ci-dessus, l'eau de capillarité ne joue qu'un rôle très secondaire. En réalité, l'évaporation du sol affecte essentiellement ses couches superficielles. Il s'ensuit que le sol dénudé et peu perméable évaporera plus intensément l'eau qui a tendance à stagner à sa surface qu'un sol couvert de végétation et plus perméable dans lequel l'eau s'infiltrerait plus rapidement.

Si l'on tient compte maintenant de l'évapotranspiration totale, on constatera qu'elle accentue la perte d'eau du sol recouvert par rapport au sol dénudé, ainsi que FRIPIAT (1950) vient récemment de le montrer d'une manière expérimentale.

c) Afin de fixer les idées, fournissons ici un ordre de grandeur d'évaporation du sol susceptible d'être utilisé dans l'équation numérique du bilan d'eau. Dans nos pots d'une surface de 0,06 m², nous avons obtenu une évaporation moyenne de 60 g par jour. Ramenée à l'unité de surface, cette évaporation correspond à une lame d'eau annuelle de 365 mm. L'évaporation du sol consomme ainsi approximativement 20 % de la pluviosité totale annuelle.

Il s'agit ici d'un ordre de grandeur *très approximatif* puisque nous nous fondons sur l'application au champ de données obtenues en pots.

CHAPITRE II.

COEFFICIENTS DE TRANSPIRATION DU PALMIER A HUILE.

1. Définition.

On désigne couramment par coefficient de transpiration la relation qui existe entre la transpiration d'eau par les plantes et la matière sèche produite.

Nous désignerons donc conventionnellement comme « coefficient de transpiration » la quantité d'eau transpirée qui correspond à la formation de 1 kg de matière sèche (BRIGGS et SHANTZ, 1915) ⁽¹⁾.

Cette notion diffère à vrai dire très peu de celle du « water requirement », c'est-à-dire la quantité d'eau totale absorbée par une plante pour former l'unité de poids de matière sèche. Celle-ci implique la considération de l'eau fixée par le végétal. En fait, l'hydratation, d'ailleurs variable, représente très peu de chose vis-à-vis de l'eau évaporée dans le temps nécessaire à l'élaboration d'une quantité donnée de matière sèche.

Il en résulte qu'en pratique les valeurs obtenues sont très proches l'une de l'autre et tendent à se confondre.

2. Variation du coefficient de transpiration.

a) D'UNE ESPÈCE À L'AUTRE. — Le coefficient de transpiration est généralement considéré comme une caractéristique spécifique entre certaines limites d'amplitude dues aux conditions stationnelles. Toutes choses étant égales, les coefficients de transpiration varient dans une large mesure d'une espèce à l'autre. Voici, par exemple, d'après BRIGGS et SHANTZ, quelques valeurs (tableau LXXI) :

⁽¹⁾ En pratique, et suivant en cela beaucoup d'auteurs, nous n'avons tenu compte, pour l'établissement de ce coefficient de transpiration, que de la seule matière sèche de l'appareil aérien.

TABLEAU LXXI.

*Coefficients de transpiration
(water requirement) d'un certain nombre de végétaux.*

D'après BRIGGS et SHANTZ (1915) (voir MAXIMOV, 1937).

Espèce	Coefficient de transpiration
<i>Portulaca oleracea</i>	291
<i>Zea Mays</i>	329
<i>Beta vulgaris</i>	377
<i>Xanthium commune</i>	415
<i>Triticum vulgare</i>	500
<i>Solanum tuberosum</i>	550
<i>Avena sativa</i>	570
<i>Helianthus annuus</i>	577
<i>Phaseolus vulgaris</i>	656
<i>Oryza sativa</i>	682
<i>Vicia faba</i>	750
<i>Medicago sativa</i>	835
<i>Agropyron Smithii</i>	1.035
<i>Franseria tenuifolia</i>	1.131

Le tableau LXXII fournit une série de mesures que nous avons obtenues pour diverses plantes à Yangambi.

TABLEAU LXXII.

*Valeurs des coefficients de transpiration de quelques végétaux
en fonction de l'humidité du sol (% du poids sec).*

Milieu climatique normal.

Espèce	Humidité du sol (% poids sec)	Coefficient de transpiration
<i>Elaeis guineensis</i>	11	164
	15	380
	19	337
<i>Oryza sativa</i>	11	316
	15	519
	19	403
<i>Coffea Canephora</i>	11	515
	15	606
	19	613
<i>Palisota thyrsiflora</i> . . .	15	596
	19	640
<i>Theobroma Cacao</i>	15	866

b) SELON LE STADE DE DÉVELOPPEMENT. — Le coefficient de transpiration varie également, et ce d'une façon considérable, selon les divers stades de développement d'une espèce.

c) EN FONCTION DES FACTEURS DU MILIEU. — Des facteurs climatiques, d'une part, et des facteurs édaphiques, d'autre part, influencent notablement la valeur de notre coefficient.

Rappelons notamment qu'il augmente avec la teneur en eau du sol et qu'il atteint des valeurs plus élevées en terre pauvre en sels minéraux qu'en terre riche.

Notre tableau vérifie dans une certaine mesure l'augmentation de la valeur du coefficient avec le degré d'humidité du sol (consommation de luxe).

3. Valeurs spécifiques observées.

Dans le tableau LXXIII, nous avons rangé les différentes espèces étudiées par ordre de valeur croissante du coefficient de transpiration moyen. On constate que par rapport au palmier, qui présente le coefficient le plus faible, le caféier et le *Palisota*, d'une part, ont un coefficient pratiquement double, et le cacaoyer, enfin, un coefficient triple.

Il se fait que cet ordre de classement correspond d'une manière très étroite aux besoins spécifiques en lumière des diverses plantes étudiées. Le palmier et le riz, en effet, sont d'authentiques héliophytes; le caféier et *Palisota* sont des plantes de lumière atténuée. Le cacaoyer, à son tour, est encore moins exigeant à cet égard. Dans une certaine mesure aussi, l'ordre de classement correspond à un degré d'adaptation plus ou moins prononcé à l'égard de la sécheresse atmosphérique et édaphique. Palmier et riz sont également résistants à ce point de vue, le cacaoyer ne l'étant aucunement. Il s'ensuit que l'ordre ainsi obtenu se trouve situé sur un axe allant des xérohéliophytes aux hygro-sciaphytes.

Les premiers sont caractérisés effectivement par une activité photosynthétique notable qui s'abaisse chez les seconds. On sait aussi que l'activité respiratoire des héliophytes est intense, tandis qu'elle est faible chez les sciaphytes. Les xérophytes, à leur tour, sont des économiseurs d'eau, à l'inverse des hygrophytes.

Ces considérations justifient un accroissement de la matière sèche plus élevé pour une même quantité d'utilisation d'eau chez les végétaux du premier groupe.

Il y a plus encore. Dans le même tableau LXXIII, nous indiquons en % de la valeur moyenne du coefficient de transpiration sa varia-

bilité en fonction de la variation d'hydratation du substrat. Nous constatons qu'elle est forte pour le palmier à huile et qu'elle baisse graduellement chez les autres plantes. On sait que les xérophytes se caractérisent, entre autres, par une capacité de variation assez large de l'hydratation des tissus, propriété qui est à l'opposé de celle des hygrophytes.

TABLEAU LXXIII.

Classement des coefficients de transpiration moyens des espèces étudiées par ordre de valeur croissante.

La valeur des coefficients de transpiration des autres espèces en % de la valeur des coefficients du palmier à huile. Variabilité du coefficient de transpiration en % de sa valeur moyenne en fonction de la variation d'hydratation du substrat.

Espèce	Coefficient de transpiration moyen	Coefficient en % du coefficient du palmier à huile	Variation du coefficient en % valeur moyenne
<i>Elaeis guineensis</i>	294	100	115
<i>Oryza sativa</i>	413	140	50
<i>Coffea Canephora</i>	578	196	20
<i>Palisota thyrsiflora</i>	618	210	10
<i>Theobroma Cacao</i>	866	300	—

Aux teneurs élevées en eau du substrat, la transpiration s'élève. Dans ces conditions, le coefficient de transpiration augmente. Pour les hydratations du substrat moindres, la transpiration est moins active et l'eau gaspillée est moins abondante. Le coefficient de transpiration diminue.

CHAPITRE III.

TRANSPIRATION ET BILAN D'EAU DU PALMIER ET D'UNE PALMERAIE.

§ 1. MÉTHODES DE CALCUL.

L'importance de la consommation d'eau par la plante dans le bilan hydrique du milieu, où vit le végétal, peut s'établir par deux méthodes différentes, soit au départ de la mesure directe de la transpiration, soit au départ du calcul des coefficients de transpiration.

1. Mesure directe de la transpiration.

L'établissement du bilan exige évidemment l'emploi de valeurs absolues réelles et des mesures réalisées dans des conditions rigoureusement analogues à celles du milieu naturel.

a) Les mesures de transpiration par potométrie ou pesée de fragments de plante ne permettent évidemment pas l'obtention de valeurs absolues, que ce soit directement ou indirectement.

Néanmoins, il serait peut-être possible d'utiliser dans les calculs du bilan d'eau le rapport moyen entre la transpiration, mesurée par la méthode de STOCKER, et la transpiration réelle. Ce rapport, en effet, élimine les fluctuations momentanées des facteurs du milieu, qui n'influencent pas profondément le bilan d'eau.

b) La mesure de la transpiration par pesée de plantes entières donne des résultats réels. Mais cette méthode, comme nous l'avons vu déjà antérieurement, voit son emploi limité à des végétaux de faible développement ou à de jeunes plants, lesquels ne présentent pas nécessairement une activité comparable à celle d'individus adultes. Ne perdons pas davantage de vue que cette méthode postule l'usage d'un milieu expérimental nécessairement artificiel.

2. Coefficient de transpiration.

Nous avons dit antérieurement que les coefficients de transpiration varient notamment en fonction des diverses étapes de la croissance et du développement. Même pour des végétaux pérennes et sempervirents, il est certain que ces coefficients varient en fonction des fluctuations saisonnières du milieu.

Comme dans nos expériences nous nous en sommes tenu à deux types de sols seulement, ce sont surtout les fluctuations de la réserve en eau du substrat qui détermineront les niveaux divers de ces coefficients. Nous avons vu dans quel sens varient ces derniers en fonction de l'hydratation du sol.

A l'égard des résultats obtenus, la courbe de la répartition des pluies au cours de l'année fournit donc une certaine image de l'allure de la courbe de variation des coefficients de transpiration.

Nous devons signaler, d'autre part, que nos expériences, ayant porté sur de jeunes palmiers, nous ont fourni des coefficients de transpiration uniquement valables pour la période purement végétative de l'*Elaeis*. Il est vraisemblable de croire aussi que ces coefficients se modifient au cours de la période générative, c'est-à-dire pour des palmiers adultes.

§ 2. DONNÉES QUANTITATIVES.

Avant de fournir les résultats du bilan d'eau du palmier, il importe d'abord que nous rapportions ici toute une série de données biométriques ou pondérales, utilisées dans nos calculs, et qui nous serviront aussi pour établir le bilan d'eau d'une palmeraie. Les chiffres fournis précédemment se rapportent à des unités de poids de matière verte. Il est nécessaire de connaître maintenant les quantités de matière verte par plant et par unité de surface.

Tous nos chiffres sont relatifs à des palmiers adultes de 11 ans croissant dans les conditions culturales de Yangambi.

a) POIDS MOYEN D'UNE FOLIOLE DE PALMIER. — Quatre expériences (au total \pm 500 folioles) ont montré que le poids moyen d'une foliole est de 7,05 g. Les folioles les plus petites pèsent entre 3 et 4 g, les plus grandes entre 15 et 16 g. Le tableau LXXIV résume les résultats en nombre de folioles par unité de poids (g) pour deux de ces expériences. Ce tableau montre une répartition assez régulière en courbe de GAUSS.

b) NOMBRE DE FOLIOLES PAR FEUILLE. — Dans nos comptages nous avons distingué les feuilles inférieures (les plus âgées) et les feuilles supérieures de la couronne; une différence, en effet, aurait pu exister dans le nombre de folioles. Nous n'avons en réalité rien constaté de ce genre. Nous pouvons admettre un nombre moyen de 296 folioles par feuille.

TABLEAU LXXIV.

Répartition des folioles de palmier à huile d'après les poids.

a) en nombre absolu.

b) en % du nombre total.

Exp.	3-4 g	4-5 g	5-6 g	6-7 g	7-8 g	8-9 g	9-10 g	10-11 g	11-12 g	Total
Répartition en nombres absolus										
1	4	20	27	37	19	13	2	0	0	122
2	0	8	29	34	31	15	1	0	0	118
Répartition en % du total										
1	3,3	16,4	22,1	30,3	15,5	10,6	1,6	0	0	
2	0	6,7	24,6	28,8	26,2	12,7	0,8	0	0	

c) NOMBRE DE FEUILLES PAR PALMIER. — Nous avons calculé le nombre de feuilles sur un palmier exploité. Chaque année on coupe pour la récolte des régimes un certain nombre de feuilles. Il est donc

bien possible qu'un palmier de cet âge, en palmeraie naturelle, en ait beaucoup plus, mais ce qui nous intéresse ici, c'est la perte d'eau par une palmeraie de plantation. Le nombre moyen s'établit à 32, chiffre qui varie très peu au cours des années à ce stade de développement.

d) POIDS FOLIAIRE PAR ARBRE ET PAR HECTARE DE PLANTATION. — D'après les données précédentes, le nombre de folioles est de 9.500 par arbre. Un poids moyen de 7,05 g par foliole porte le poids total de la matière verte (folioles) par arbre à ± 67 kg.

Dans une plantation de ce genre, nous devons compter ± 150 arbres par hectare. Ainsi, le poids foliaire total par hectare s'établit à 10.050 kg.

e) POIDS DES FEUILLES DU PALMIER À HUILE. — En moyenne nous pouvons estimer ce poids à 5,7 kg, dont 3,6 kg comme poids du pétiole et du rachis et 2,1 kg de poids foliaire.

f) QUANTITÉ DE MATIÈRE FRAÎCHE FORMÉE ANNUELLEMENT PAR ARBRE. — Quelques observations nous permettent de supposer qu'annuellement le palmier développe plus ou moins 15 feuilles, c'est-à-dire une quantité de matière fraîche d'environ 85 kg.

Nous ne disposons pas de données concernant le développement du stipe du palmier; nous estimons l'accroissement en poids du tronc à 50-60 kg par an.

Une production de 100 kg de régimes représente une moyenne plutôt basse. La quantité totale de matière fraîche formée par an et par palmier s'établit ainsi à ± 240 kg.

g) POIDS DE LA MATIÈRE VERTE PAR HECTARE D'UN CERTAIN NOMBRE DE PLANTES DE COUVERTURE. — Nous avons choisi parmi les plantes de couverture les plus représentatives de chaque élément du groupement végétal : *Palisota thyrsiflora*, *Pueraria javanica*, *Nephrolepis* sp., *Paspalum conjugatum*. La végétation des plantes de couverture n'était pas très dense dans la plantation que nous avons étudiée, parce qu'elle avait encore servi à d'autres expériences.

Le tableau LXXV donne par plante, le poids moyen de matière verte par hectare. Nous nous rendons bien compte que l'extension à l'hectare ne correspond pas à la réalité, puisque d'autres espèces occupent cette surface. Mais s'il eût été possible de faire une analyse pondérale du groupement végétal, nous eussions été limité par le nombre de mesures de transpiration à effectuer.

TABLEAU LXXV.

Poids moyen en kg de matière verte par ha, pour quelques plantes adventices, dans une plantation de palmiers à huile à Yangambi.

Espèce	Poids kg/ha
<i>Palisota thyrsiflora</i>	18.000
<i>Pueraria javanica</i>	8.000
<i>Nephrolepis</i> sp.	11.000
<i>Paspalum conjugatum</i>	7.000

h) RAPPORT SURFACE/POIDS DU PALMIER À HUILE ET DE CERTAINES PLANTES DE COUVERTURE. — Comme plusieurs auteurs emploient comme unité de transpiration l'unité de surface foliaire, nous avons calculé les rapports surface/poids en cm² par g de poids frais. Le tableau LXXVI résume ces données pour le palmier à huile et les plantes de couverture mentionnées ci-dessus.

TABLEAU LXXVI.

Rapport surface/poids foliaire en cm² par g de poids frais.
(Surface simple.)

Espèce	S/P cm ² /g
<i>Elaeis guineensis</i>	31,5
<i>Palisota thyrsiflora</i>	25,7
<i>Pueraria javanica</i>	75,3
<i>Nephrolepis</i> sp.	45,7
<i>Paspalum conjugatum</i>	57,5

§ 3. BILAN D'EAU DU PALMIER.

1. Le bilan calculé par l'emploi de la valeur du rapport moyen entre la transpiration mesurée par la méthode de STOCKER et la transpiration exacte s'établit comme suit :

La méthode de STOCKER a fourni une valeur moyenne de transpiration de 3,072 g par g de poids frais foliaire et par jour.

Le rapport moyen calculé au départ de ces données est de $\pm 2,5$ (voir I^e partie). On a tenu compte d'ailleurs pour ce calcul de la perte d'eau par le pétiole.

La transpiration s'établit donc ainsi à 1,229 g par g de poids foliaire et par jour.

Au départ de ces données, les calculs fournissent par palmier et par an un taux de transpiration égal à ± 30.055 l, ce qui donne à l'hectare une consommation de 4.508.000 l.

2. Le bilan peut être établi aussi à partir des mesures de transpiration sur plantes en pots. Comme moyenne d'un grand nombre de

mesures nous obtenons une perte journalière d'eau de 355 mg par g de poids frais de la partie aérienne.

En nous basant sur ce chiffre, nous pouvons estimer la transpiration par palmier à ± 23.300 l par an. Le transpiration d'une palmeraie s'élève alors à $\pm 3.500.000$ l par an et par hectare.

3. La détermination du coefficient de transpiration implique la connaissance de l'hydratation des végétaux. En l'absence de données précises valables pour les divers organes du palmier à huile, nous admettons ici une hydratation moyenne de 70 %, que diverses indications préliminaires nous permettent de considérer comme très proche de la réalité.

Il s'ensuit que la formation annuelle de 240 kg de matière fraîche correspond à une production de ± 72 kg de matière sèche.

D'autre part, nous admettons un coefficient de transpiration moyen de ± 360 pendant la période à humidité élevée (mars à novembre) et de 160 pendant la saison sèche. En supposant également que la croissance et la production suivent un rythme identique pendant les deux périodes, ce qui constitue évidemment une cause d'erreur, nous obtenons un coefficient moyen annuel de ± 310 .

La consommation globale par palmier s'établit ainsi à 22.400 l par an, c'est-à-dire $\pm 3.345.000$ l à l'hectare.

4. On obtient ainsi par trois méthodes différentes des valeurs qui sont du même ordre de grandeur.

La similitude des résultats obtenus par les trois modes de raisonnement donne une certaine garantie de sécurité quant à leur valeur en première approximation. C'est pourquoi nous n'hésiterons pas à retenir le chiffre de 4.000.000 de litres à l'hectare comme voisin d'une très probable *moyenne*.

§ 4. BILAN D'EAU D'UNE PALMERAIE.

Une palmeraie est non seulement formée des ± 150 plants d'*Elaeis* à l'hectare, mais aussi d'un très grand nombre d'espèces adventices du recrû forestier ou introduites par l'homme. Cette flore adventice intervient dans le bilan d'eau d'une palmeraie; l'importance de cette intervention dépend de la représentation relative des différentes espèces.

1. Composition floristique moyenne d'une palmeraie.

Le tableau LXXVII résume un relevé sociologique d'une palmeraie à Yangambi. Ce relevé fut établi par MM. LEBRUN, GILBERT et LÉONARD, à qui nous sommes vivement reconnaissant de cette collaboration.

TABEAU LXXVII.

Relevé sociologique d'une palmeraie à Yangambi.

Strate arborescente :		<i>Amaralia calycina</i> (DON)	
<i>Elaeis guineensis</i> JACQ.	5.5	K. SCHUM.	1.2
<i>Musanga Smithii</i> , R. BR.	+1	<i>Ureia cameroonensis</i> WEDD. ...	1.1
		<i>Pampllethantha Gilletii</i> DE WILD.	
		et TH. DUR. (BREM.)	1.1
		<i>Manihot utilisissima</i> POHL	1.2
		<i>Cissus Barbeyana</i> DE WILD. et	
		TH. DUR.	+1
		<i>Ureia hypselodendron</i> (HOCHST.)	
		WILLD.	1.1
		<i>Acanthus montanus</i> (NEES)	
		ANDERS	+1
		<i>Combretum Smeathmanni</i> DON.	1.1
		Strate herbacée inférieure :	
		<i>Pueraria javanica</i> BENTH.	3.3
		<i>Talinum cuneifolium</i> WILLD. ...	2.3
		<i>Paspalum conjugatum</i> BERG. ...	2.3
		<i>Nephrolepis</i> sp.	3.3
		<i>Pseudechinolaena polystachya</i>	
		STAPF	2.3
		<i>Cyathula prostrata</i> (L.) BL. ...	1.1
		<i>Panicum brevifolium</i> L.	1.2
		<i>Cogniauxia trilobata</i> COGN. ...	+1
		<i>Mariscus umbellatus</i> VAHL ...	+1
		<i>Peperomia pellucida</i> H. B. K.	+2
		<i>Erigeron sumatrense</i> RETZ ...	+1
		<i>Ageratum conyzoides</i> L.	1.2
		<i>Polypodium phymatodes</i> L. ...	+1
		<i>Beirnaertia yangambiensis</i>	
		LOUIS	+1
		<i>Borreria ramisparsa</i> DC.	1.2
		<i>Calvoa sessiliflora</i> COGN.	+1
		<i>Mikania scandens</i> (L.) WILLD.	+1
		<i>Commelina capitata</i> BENTH. ...	1.2
		<i>Aneilema beniense</i> KUNTH	1.1
		<i>Dissotis</i> sp.	+1
		<i>Tetrorchidium didymostemon</i>	
		PAX et K. HOFFM.	+1
		<i>Harungana madagascariensis</i>	
		LAM.	1.1
		<i>Sabicea</i> sp.	1.2
		<i>Digitaria horizontalis</i> WILLD. ...	+1
		<i>Phyllanthus Niruri</i> L.	+1
		<i>Musanga Smithii</i> R. BR.	+1
		<i>Geophila involucrata</i> SCHWEINF.	1.2
		<i>Stephania laetificata</i> MIERS ...	+1
		<i>Drymaria cordata</i> (L.) WILLD.	+1
		Strate herbacée supérieure :	
<i>Palisota thyrsiflora</i> BENTH.	3.4		
<i>Palisota Schweinfurthii</i> C. B.			
CL.	2.3		
<i>Pteris aquilina</i> L.	2.2		
<i>Clinogyne arillata</i> K. SCHUM. ...	2.3		
<i>Tricalysia Gilletii</i> (DE WILD.)			
STANER	+1		

2. Groupes écologiques à distinguer dans les plantes adventices.

On constatera que parmi les plantes adventices, les mieux représentées, il est permis d'établir diverses catégories écologiques :

1° Groupe des végétaux de lumière atténuée, à tendance sclérophyllé (type *Palisota*).

Ce groupe comporte les espèces abondantes suivantes :

Palisota thyrsiflora BENTH.
Palisota Schweinfurthii C.B. CL.
Clinogyne arillata K. SCHUM.

2° Groupe des végétaux volubles ou érigés, à besoin en lumière plus élevé (type *Pueraria*).

On mentionnera :

Pteris aquilina L.
Pueraria javanica BENTH.
Ageratum conyzoides L.

3° Groupe des végétaux de lumière atténuée, à feuilles tendres (type *Paspalum*).

Ce groupe comporte, comme espèces principales :

Talinum cuneifolium WILLD.
Paspalum conjugatum BERG.
Pseudechinolaena polystachya STAFF.
Commelina capitata BENTH.
Cyathula prostrata (L.) BL.
Panicum brevifolium L.

4° Groupe des fougères hémi-sciaphiles et humicoles (type *Nephrolepis*).

On citera :

Nephrolepis sp.
Dryopteris sp.

Si nous appliquons maintenant au chiffre d'abondance-dominance de chacune des espèces constituant ces divers groupes le coefficient physiologique proposé par TÜXEN et ELLENBERG (1937) et appliqué par LEBRUN (1947) à des fins écologiques, nous obtiendrons, comme valeur de recouvrement par chacun de ces groupes, les chiffres suivants :

	Par ha de palmeraie
1 ^{er} groupe	67,5 % ou 67 ares
2 ^e groupe	55 % ou 55 ares
3 ^e groupe	52,5 % ou 52 ares
4 ^e groupe	52,5 % ou 52 ares

Il est assez légitime d'appliquer à l'ensemble de chaque groupe les valeurs transpiratoires obtenues pour les types de chacun d'eux, chose que nous établissons ci-dessous.

3. Valeur transpiratoire des plantes de la flore adventice.

La transpiration de ces plantes adventices établie d'après la méthode de STOCKER se présente comme suit :

	Mg/g de la partie foliaire par jour
<i>Palisota thyrsiflora</i>	2.204
<i>Pueraria javanica</i>	6.108
<i>Paspalum conjugatum</i>	5.758
<i>Nephrolepis</i> sp.	2.130

4. Transpiration exacte globale de chaque groupe écologique.

Nous ne disposons pas des coefficients de transpiration, ni des rapports moyens entre la transpiration de STOCKER et la transpiration exacte, en tout cas pour les trois dernières espèces adventices. Nous croyons plus prudent d'admettre une valeur hypothétique pour le rapport moyen que de faire un choix hypothétique des coefficients de transpiration respectifs.

La valeur de ces rapports moyens s'établit comme suit :

<i>Palisota thyrsiflora</i>	± 3 (voir 1 ^{re} partie)
<i>Pueraria javanica</i>	± 5
<i>Paspalum conjugatum</i>	± 5
<i>Nephrolepis</i> sp.	± 3

Il nous paraît logique d'accepter un rapport moyen plus élevé pour les plantes qui transpirent plus, surtout des espèces comme *Pueraria* et *Paspalum*, à cuticule mince.

La transpiration moyenne exacte devient dès lors :

	Mg/g de la partie foliaire par jour
<i>Palisota thyrsiflora</i>	1.102
<i>Pueraria javanica</i>	1.222
<i>Paspalum conjugatum</i>	1.152
<i>Nephrolepis</i> sp.	0.710

La transpiration globale par hectare représente :

	Litres
<i>Palisota thyrsiflora</i>	4.829.000
<i>Pueraria javanica</i>	3.568.000
<i>Paspalum conjugatum</i>	2.943.000
<i>Nephrolepis</i> sp.	2.851.000

Si l'on tient compte de la densité réelle occupée par chacun des groupes écologiques, les chiffres correspondants de transpiration globale s'établissent comme suit :

	Litres
1 ^{er} groupe (<i>Palisota</i>) (67,5 % de 4.829.000 l)... =	3.259.575
2 ^e groupe (<i>Pueraria</i>) (55 % de 3.568.000 l) ... =	1.962.400
3 ^e groupe (<i>Paspalum</i>) (52,5 % de 2.943.000 l). =	1.545.075
4 ^e groupe (<i>Nephrolepis</i>) (52,5 % de 2.851.000 l) =	1.496.775
Total :	8.263.825

5. Bilan d'eau global d'une palmeraie.

La somme des pertes d'eau mentionnées dans le point précédent et de la transpiration du palmier à huile représente 12.771.825 l. Ce chiffre a été établi dans l'idée que chaque jour de l'année est un jour de transpiration. Les jours de pluie sont à éliminer. Nous proposons de ne point tenir compte des jours de ± 10 mm et plus de pluie.

Comme le montre le tableau XXVI (II^e partie, chap. I, § 2), à peu près 16 % des jours atteignent une pluviosité de 10 mm.

La valeur de la transpiration globale réduite de 16 % devient ainsi 10.728.333 l par an et par hectare.

Nous avons estimé la valeur de l'évaporation par la surface du sol égale à 3.650.000 l. Cette valeur, réduite de 16 %, devient 3.066.000 l. L'évapotranspiration globale atteint ainsi 13.794.333 l.

Comme nous l'avons vu précédemment, ± 93 % de la pluviosité totale atteint le sol. La rosée et le brouillard apportent aux végétaux et au sol des quantités d'eau représentant à peu près 2 % de la pluviosité. La réserve du bilan d'eau atteint ainsi 97 % de la pluviosité totale, c'est-à-dire 18.187.500 l.

D'après ces résultats, la percolation et le ruissellement par la surface du sol représenteraient 4.393.167 l ou environ 24 % de la pluviosité totale. Ce chiffre correspond fort bien à la valeur citée par BERNARD (1945) pour l'ensemble d'un bassin versant du centre du Congo. Nous y voyons une justification de la valeur approchée de nos résultats.

6. Conclusion.

Les trois méthodes de calcul du bilan d'eau d'une espèce permettent d'obtenir des résultats très comparables. La transpiration du palmier à huile s'établit ainsi à 400 mm d'eau par an et par hectare de plantation.

Le calcul du bilan d'eau d'une palmeraie par la méthode des rapports moyens entre la transpiration d'après la méthode de STOCKER et la transpiration réelle donne comme résultats :

	Litres	%
Apport d'eau total	18.187.500	100
Transpiration par les végétaux	10.728.333	59
Perte d'eau par la surface du sol	3.066.000	17
Percolation ou ruissellement par la surface du sol ...	4.393.167	24

BIBLIOGRAPHIE.

1928. ANGOT, A., Traité élémentaire de Météorologie, 4^e édit., 420 p., Paris.
1924. ARLAND, A., Zur Methodik der Transpirationsbestimmung am Standort. *Ber. dtsh. Bot. Ges.*, XLVII, S. 474.
1945. BERNARD, E., Le climat écologique de la Cuvette centrale congolaise. *Publications de l'Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo Belge (I.N.E.A.C.)*.
1950. — Quelques traits saillants du climat de Yangambi (inédit).
1915. BRIGGS, L. J. et H. L. SHANTZ, Hourly transpiration rate on clear days as determined by cyclic environmental factors. *Journ. of Agric. Res.*, 5, p. 583.
- 1935-1936. CARTELLIERI, E., Jahresgang von osmotischem Wert, Transpiration und Assimilation einiger Ericaceen der alpinen Zwergstrauchheide und von *Pinus cembra*. *Jahrb. f. wiss. Bot.*, 82, S. 460.
1946. CHAMBERS, E. G., Statistical Calculation for Beginners. Cambridge University Press, 4th impr., 1st ed.
1931. CHODAT, F. et KANN, S., Etude de la marche diurne de la transpiration de deux plantes alpines. *C. R. des Séances de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève*, 48, p. 50.
1941. DEMOLON, A., Principes d'Agronomie. T. II : Croissance des végétaux, 2^e éd., Paris, Dunod, p. 475.
1925. DIETRICH, M., Die Transpiration der Schatten- und Sonnenpflanzen in ihren Beziehungen zum Standort. *Jahrb. f. wiss. Bot.*, 65, S. 98-194.
1919. ENGLER, AR., Untersuchungen über den Einfluss des Waldes auf den Stand der Gewässer. *Mitteilungen der schweizerischen Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen*, 12, S. 1-626, Zürich.
1931. FIRBAS, F., Untersuchungen über den Wasserhaushalt der Hochmoorpflanzen. *Jahrb. f. wiss. Bot.*, 74, S. 459.
1946. FISHER, R. A., Statistic methods for research workers. Oliver and Boyd, Edinburgh.
1949. FRIPIAT, J.-J., L'Eau du sol. Conférence inaugurale de la réunion annuelle des agronomes provinciaux du Congo belge à Yangambi. I.N.E.A.C. (inédit).
1950. — Etude de l'eau des sols du Congo belge et spécialement de la région de Yangambi (à publier).
1928. HAINES, F. M., A method of investigating and evaluating « Drought Resistivity » and the effect of « Drought Conditions » upon Water Economy. *Ann. Bot.*, XLII, p. 677.
1948. HOMÈS, M.-V., Analyse du phénomène de déshydratation d'un organe végétal coupé et calcul de l'eau mobile des végétaux (inédit).
1949. — L'alimentation minérale du palmier à huile. *Publications de l'Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo belge (I.N.E.A.C.)*, sér. sci. n° 39.

1945. HOMÈS, M.-V. et ANGLAUX, J.-R., Sur l'expression des variations hydriques chez les végétaux. *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.*, t. XXXVII, pp. 59-84.
1927. HUBER, B., Zur Methodik der Transpirationsbestimmung am Standort. *Ber. dtsh. Bot. Ges.*, 45, S. 615.
1932. KILLIAN, CH., Recherches écologiques sur les fluctuations saisonnières de la transpiration chez les végétaux du climat méditerranéen. *Bull. Soc. Bot. de France*, 21, p. 295.
1917. KRASNOSELSKY-MAXIMOV, T. A., Daily variations in the water content of leaves. *Trav. Jard. Bot. de Tiflis*, 19, pp. 1-22.
1947. LEBRUN, J., La végétation de la plaine alluviale au Sud du lac Édouard. *Exploration du Parc National Albert. Mission J. Lebrun (1937-1938). Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge*, Bruxelles.
1916. LIVINGSTON, B. E. et SHREVE, E., Improvement in the method for determining the transpiring power of the plant by hydrometric paper. *Plant World*, 19, p. 287.
1912. LLOYD, F. E., The relation of transpiration and stomatal movements to the watercontent of the leaves in *Fouquieria splendens*. *Ibidem*, 15. pp. 1-14.
1931. LUNDEGÅRDH, Environment and Plant Development, translated by E. Ashby, M. Sci. D.I.C., Edward Arnold & Co., London, 2^e éd.
1947. MANZONI, L. et A. PUPPO, Ricerche sulla traspirazione e sul consumo idrico delle piante, 410, p., Anonima Arti. Grafiche S.A., Bologna.
1937. MAXIMOV, N., The Plant in relation to water, translated by R. H. Yapp, McMillan Company, New-York.
1912. MOLISCH, H., Das Offen- und Geschlossenein der Spaltoeffnungen veranschaulicht durch eine neue Methode (Infiltrationsmethode). *Zeitschr. f. Bot.*, 4, S. 106-122.
1941. NUTMAN, F. J., Studies of the Physiology of *Coffea arabica*. III : Transpiration Rates of whole trees in relation to natural environmental conditions. *Ann. of Bot.*, Vol. V, n^o 17, p. 59.
1933. PFEIDERER, H., Kritische Untersuchungen zur Methodik der Transpirationsbestimmung an abgeschnittenen Sprossen. *Zeitschr. f. Bot.*, XXVI, S. 305-327.
1940. REICHSAMT FÜR WETTERDIENST, Aspirations-Psychometer-Tafeln, Berlin. 123 S., Braunschweig.
1947. RINGOET, A., Recherches écologiques sur la transpiration dans deux types de végétation en Moyenne-Belgique (inédit).
1947. — Sur la transpiration d'une plantation d'*Elaeis guineensis*. *C. R. de la Semaine agricole de Yangambi*, comm. n^o 17, pp. 212-223.
1948. — La transpiration des végétaux en relation avec l'humidité du sol. *Conférence africaine des Sols*, Goma (Congo belge), comm. n^o 152; *Bull. agr. du Congo belge*, vol. XL, fasc. 1, p. 761.
1925. RUDOLPH, K., Epidermis und epidermale Transpiration. *Bot. Arch.*, 9, pp. 49-94.
1937. SNEDECOR, G. W., Statistical Methods, Collegiate Press, Inc. Ames, Iowa.
1929. STOCKER, O., Eine Feldmethode zur Bestimmung der momentanen Transpirations- und Evaporations-grösze, I. *Ber. dtsh. Bot. Ges.*, 47, S. 126.

1948. THORNTHWAITE, C. W., Air approach towards a rational classification of climate. *Geographical Review*, Vol. 38, pp. 55-94.
1937. TÜXEN et ELLENBERG, Der systematische und der ökologische Gruppenwert. *Mitt. Flor. Soziol. Arbeitsgem. Niedersachsen Hanovre*, II, S. 171-184.
1878. VESQUE, J., L'absorption comparée directement à la transpiration. *Ann. des Sci. natur.*, 6^e série : Bot., 6, p. 169.
1946. WEINMANN, H. et M. LE ROUX (Univ. Witwatersrand; Johannesburg, S. Africa). A critical study of the Torsionbalance method of measuring transpiration. *S. African Journ. Sci.*, 42, pp. 147-153.
-

Publications de l'INÉAC

Les publications de l'INÉAC peuvent être échangées contre des publications similaires et des périodiques émanant des Institutions belges ou étrangères. **S'adresser : 12, rue aux Laines, à Bruxelles.** Elles peuvent être obtenues moyennant versement du prix de vente au n° 8737 du compte chèques postaux de l'Institut.

Les études sont publiées sous la responsabilité de leurs auteurs.

SÉRIE SCIENTIFIQUE

1. **LEBRUN, J., Les essences forestières des régions montagneuses du Congo oriental,** 264 pp., 28 fig., 18 pl., 25 fr., 1935. (*Epuisé.*)
2. **STEYAERT, R.-L., Un parasite naturel du *Stephanoderes*. Le *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILLEMIN,** 46 pp., 16 fig., 5 fr., 1935. (*Epuisé.*)
3. **GHEQUIÈRE, J., État sanitaire de quelques palmeraies de la province de Coquilhatville,** 40 pp., 15 fr., 1935.
4. **STANER, P., Quelques plantes congolaises à fruits comestibles,** 56 pp., 9 fig., 9 fr., 1935. (*Epuisé.*)
5. **BEIRNAERT, A., Introduction à la biologie florale du palmier à huile,** 42 pp., 28 fig., 12 fr., 1935. (*Epuisé.*)
6. **JURION, F., La brûlure des caféiers,** 28 pp., 30 fig., 8 fr., 1936. (*Epuisé.*)
7. **STEYAERT, R.-L., Étude des facteurs météorologiques régissant la pullulation du *Rhizoctonia Solani* KÜHN sur le cotonnier,** 27 pp., 3 fig., 20 fr., 1936.
8. **LEROY, J.-V., Observations relatives à quelques insectes attaquant le caféier,** 30 pp., 9 fig., 10 fr., 1936. (*Epuisé.*)
9. **STEYAERT, R.-L., Le port et la pathologie du cotonnier. — Influence des facteurs météorologiques,** 32 pp., 11 fig., 17 tabl., 30 fr., 1936. (*Epuisé.*)
10. **LEROY, J.-V., Observations relatives à quelques hémiptères du cotonnier,** 20 pp., 18 pl., 9 fig., 35 fr., 1936. (*Epuisé.*)
11. **SPOFFELS, E., La sélection du caféier *arabica* à la Station de Mulungu. (Premières communications),** 41 pp., 22 fig., 12 fr., 1936. (*Epuisé.*)
12. **OPSOMER, J.-E., Recherches sur la « Méthodique » de l'amélioration du riz à Yangambi. I. La technique des essais,** 25 pp., 2 fig., 15 tabl., 25 fr., 1937.
13. **STEYAERT, R.-L., Présence du *Sclerospora Maydis* (RAC.) PALM (*S. javanica* PALM) au Congo belge,** 16 pp., 1 pl., 15 fr., 1937.
14. **OPSOMER, J.-E., Notes techniques sur la conduite des essais avec plantes annuelles et l'analyse des résultats,** 79 pp., 16 fig., 20 fr., 1937. (*Epuisé.*)
15. **OPSOMER, J.-E., Recherches sur la « Méthodique » de l'amélioration du riz à Yangambi. II. Études de biologie florale. — Essais d'hybridation,** 39 pp., 7 fig., 25 fr., 1938.
16. **STEYAERT, R.-L., La sélection du cotonnier pour la résistance aux stigmatomycoses,** 29 pp., 10 tabl., 8 fig., 20 fr., 1939.
17. **GILBERT, G., Observations préliminaires sur la morphologie des plantules forestières au Congo belge,** 28 pp., 7 fig., 20 fr., 1939.
18. **STEYAERT, R.-L., Notes sur deux conditions pathologiques de l'*Elaeis guineensis*,** 13 pp., 5 fig., 10 fr., 1939.
19. **HENDRICKX, F., Observations sur la maladie verruqueuse des fruits du caféier,** 11 pp., 1 fig., 10 fr., 1939.
20. **HENRARD, P., Réaction de la microflore du sol aux feux de brousse. — Essai préliminaire exécuté dans la région de Kisantu,** 23 pp., 15 fr., 1939.
21. **SOYER, D., La « rosette » de l'arachide. — Recherches sur les vecteurs possibles de la maladie,** 23 pp., 7 fig., 18 fr., 1939.
22. **FERRAND, M., Observations sur les variations de la concentration du latex *in situ* par la microméthode de la goutte de latex,** 33 pp., 1 fig., 20 fr., 1941.
23. **WOUTERS, W., Contribution à la biologie florale du maïs. — Sa pollinisation libre et sa pollinisation contrôlée en Afrique centrale,** 51 pp., 11 fig., 30 fr., 1941.

24. OPSOMER, J.-E., **Contribution à l'étude de l'hétérosis chez le riz**, 30 pp., 1 fig., 18 fr., 1942.
- 24^{bis}. VRIJDAGH, J., **Étude sur la biologie des *Dysdercus superstitionus* F. (Hemiptera)**, 19 pp., 10 tabl., 15 fr., 1941. (*Épuisé.*)
25. DE LEENHEER, L., **Introduction à l'étude minéralogique des sols du Congo belge**, 45 pp., 4 fig., 25 fr., 1944.
- 25^{bis}. STOFFELS, E., **La sélection du caféier *arabica* à la Station de Mulungu. (Deuxièmes communications)**, 72 pp., 11 fig., 30 tabl., 50 fr., 1942. (*Épuisé.*)
26. HENDRICKX, F.-L., LEFÈVRE, P.-C. et LEROY, J.-V., **Les *Antestia* spp. au Kivu**, 69 pp., 9 fig., 5 graph., 50 fr., 1942. (*Épuisé.*)
27. BEIRNAERT, A. et VANDERWEYEN, R., **Contribution à l'étude génétique et biométrique des variétés d'*Elaeis guineensis* JACQUIN. (Communioation n° 4 sur le palmier à huile)**, 100 pp., 9 fig., 34 tabl., 60 fr., 1941. (*Épuisé.*)
28. VRIJDAGH, J., **Étude de l'aoriose du cotonnier, causée par *Hemitarsonemus latus* (BANKS) au Congo belge**, 25 pp., 6 fig., 20 fr., 1942. (*Épuisé.*)
29. SOYER, D., **Miride du Cotonnier *Crcontiades pallidus* RAMB. Capsidae (Miridae)**, 15 pp., 8 fig., 25 fr., 1942. (*Épuisé.*)
30. LEFÈVRE, P.-C., **Introduction à l'étude de *Helopeltis orophila* GUESQ., 46 pp., 6 graph., 10 tabl., 14 photos, 45 fr., 1942. (*Épuisé.*)**
31. VRIJDAGH, J., **Étude comparée sur la biologie de *Dysdercus nigrofasciatus* STAL, et *Dysdercus melanoderes* KARSCHL., 32 pp., 1 fig., 3 pl. en couleur, 40 fr., 1942. (*Épuisé.*)**
32. CASTAGNE, E., ADRIAENS, L. et ISTAS, R., **Contribution à l'étude chimique de quelques bois congolais**, 30 pp., 15 fr., 1946.
33. SOYER, D., **Une nouvelle maladie du cotonnier. — La Psyllose provoquée par *Paurocephala gossypii* RUSSELL**, 40 pp., 1 pl., 9 fig., 50 fr., 1947.
34. WOUTERS, W., **Contribution à l'étude taxonomique et caryologique du genre *Gossypium* et application à l'amélioration du cotonnier au Congo belge**, 383 pp., 5 pl., 18 fig., 250 fr., 1948.
35. HENDRICKX, F.-L., **Sylloge fungorum congensium**, 216 pp., 100 fr., 1948.
36. FOUARE, J., **L'attaque du bois de Limba (*Terminalia superba* ENGL. et DIELS) par le *Lyctus brunneus* LE C., 17 pp., 9 fig., 15 fr., 1947.**
37. DONIS, C., **Essai d'économie forestière au Mayumbe**, 92 pp., 3 cartes, 63 fig., 70 fr., 1948.
38. D'HOORE, J. et FRIPIAT, J., **Recherches sur les variations de structure du sol à Yangambi**, 60 pp., 8 fig., 30 fr., 1948.
39. HOMÈS, M. V., **L'alimentation minérale du Palmier à huile *Elaeis guineensis* JACQ.**, 124 pp., 16 fig., 100 fr., 1949.
40. ENGELBEEN, M., **Contribution expérimentale à l'étude de la Biologie florale de *Cinchona Ledgeriana* MOENS**, 140 pp., 18 fig., 28 photos, 120 fr., 1949.
41. SCHMITZ, G., **La Pyrale du Caféier *Dichocrocis crocodora* MEYRICK, biologie et moyens de lutte**, 132 pp., 36 fig., 100 fr., 1949.
42. VANDERWEYEN, R. et ROELS, O., **Les variétés d'*Elaeis guineensis* JACQUIN du type *albescens* et l'*Elaeis melanococca* GAERTNER (em. BAILEY), Note préliminaire**, 24 pp., 16 fig., 3 pl., 30 fr., 1949.
43. GERMAIN, R., **Reconnaissance géobotanique dans le Nord du Kwango**, 22 pp., 13 fig., 25 fr., 1949.
44. LAUDELOUT H. et D'HOORE, J., **Influence du milieu sur les matières humiques en relation avec la microflore du sol dans la région de Yangambi**, 32 pp., 20 fr., 1949.
45. LÉONARD, J., **Étude botanique des oopaliers du Congo belge**, 158 pp., 23 photos, 16 fig., 3 pl., 130 fr., 1950.
46. KELLOGG, C. E. et DAVOI, F. D., **An exploratory study of soil groups in the Belgian Congo**, 73 pp., 35 photos, 100 fr., 1949.
47. LAUDELOUT, H., **Étude pédologique d'un essai de fumure minérale de l'« *Elaeis* » à Yangambi**, 21 pp., 25 fr., 1950.
48. LEFÈVRE, P.-C., ***Bruchus obtectus* SAY ou Bruche des haricots (*Phaseolus vulgaris* L.)**, 68 pp., 35 fr., 1950.
49. LÉCOMTE, M., DE COENE, R. et CORCELLE, F., **Observations sur les réactions du cotonnier aux conditions de milieu**, 55 pp., 70 fr., 1951.
50. LAUDELOUT, H. et DU BOIS, H., **Microbiologie des sols latéritiques de l'Uele**, 36 pp., 30 fr., 1951.
51. DONIS, C. et MAUDOUX, E., **Sur l'uniformisation par le haut. — Une méthode de conversion des forêts sauvages**, 80 pp., 4 fig. hors texte, 100 fr., 1951.
52. GERMAIN, R., **Les associations végétales de la plaine de la Ruzizi (Congo Belge) en relation avec le milieu**, 322 pp., 28 fig., 83 photos, 180 fr., 1952.
53. ISTAS, J.-R. et RAEKELBOOM, E. L., **Contribution à l'étude chimique des bois du Mayumbe**, 122 pp., 17 pl., 3 tabl., 100 fr., 1952.

54. FRIPIAT, J.-J. et GASTUCHE, M.-C., **Étude physico-chimique des surfaces des argiles. Les combinaisons de la kaolinite avec les oxydes du fer trivalent**, 60 pp., 50 fr., 1952.
55. DE LEENHIER, L., D'HOORE, J. et SYS, K., **Cartographie et caractérisation pédologique de la catena de Yangambi**, 62 pp., 50 fr., 1952.
56. RINGOET, A., **Recherches sur la transpiration et le bilan d'eau de quelques plantes tropicales (Palmier à huile, caféier, cacaoyer, etc.)**, 139 pp., 25 fig., 140 fr., 1952.

SÉRIE TECHNIQUE

1. RINGOET, A., **Notes sur la préparation du café**, 52 pp., 13 fig., 5 fr., 1935. (*Epuisé.*)
2. SOYER, L., **Les méthodes de mensuration de la longueur des fibres du coton**, 27 pp., 12 fig., 3 fr., 1935. (*Epuisé.*)
3. SOYER, L., **Technique de l'autofécondation et de l'hybridation des fleurs du cotonnier**, 19 pp., 4 fig., 2 fr., 1935. (*Epuisé.*)
4. BEIRNAERT, A., **Germination des graines du palmier *Elaeis***, 39 pp., 7 fig., 8 fr., 1936. (*Epuisé.*)
5. WAELKENS, M., **Travaux de sélection du coton**, 107 pp., 23 fig., 50 fr., 1936. (*Epuisé.*)
6. FERRAND, M., **La multiplication de l'*Hevea brasiliensis* au Congo belge**, 34 pp., 11 fig., 12 fr., 1936. (*Epuisé.*)
7. REYSENS, J.-L., **La production de la banane au Cameroun**, 22 pp., 20 fig., 8 fr., 1936. (*Epuisé.*)
8. PITTEY, R., **Quelques données sur l'expérimentation cotonnière. — Influence de la date des semis sur le rendement. — Essais comparatifs**, 61 pp., 47 tabl., 23 fig., 40 fr., 1936.
9. WAELKENS, M., **La purification du Triumph Big Boll dans l'Uele**, 44 pp., 22 fig., 30 fr., 1936.
10. WAELKENS, M., **La campagne cotonnière 1935-1936**, 46 pp., 9 fig., 25 fr., 1936.
11. WILBAUX, R., **Quelques données sur l'épuration de l'huile de palme**, 16 pp., 6 fig., 5 fr., 1937. (*Epuisé.*)
12. STOFFELS, E., **La taille du caféier *arabica* au Kivu**, 34 pp., 22 fig., 8 photos et 9 planches, 15 fr., 1937. (*Epuisé.*)
13. WILBAUX, R., **Recherches préliminaires sur la préparation du café par voie humide**, 50 pp., 3 fig., 12 fr., 1937. (*Epuisé.*)
14. SOYER, L., **Une méthode d'appréciation du coton-graines**, 30 pp., 7 fig., 9 tabl., 8 fr., 1937. (*Epuisé.*)
15. WILBAUX, R., **Recherches préliminaires sur la préparation du cacao**, 71 pp., 9 fig., 40 fr., 1937. (*Epuisé.*)
16. SOYER, D., **Les caractéristiques du cotonnier au Lomami. — Étude comparative de cinq variétés de cotonniers expérimentées à la Station de Gandajika**, 60 pp., 14 fig., 3 pl., 24 tabl., 40 fr., 1937.
17. RINGOET, A., **La culture du quinquina. — Possibilités au Congo belge**, 40 pp., 9 fig., 10 fr., 1938. (*Epuisé.*)
18. GILLAIN, J., **Contribution à l'étude de races bovines indigènes au Congo belge**, 33 pp., 16 fig., 20 fr., 1938.
19. OPSOMER, J.-E. et CARNEWAL, J., **Rapport sur les essais comparatifs de décoortlage de riz exécutés à Yangambi en 1936 et 1937**, 39 pp., 6 fig., 12 tabl. hors texte, 25 fr., 1938.
20. LECOMTE, M., **Recherches sur le cotonnier dans les régions de savane de l'Uele**, 38 pp., 4 fig., 8 photos, 20 fr., 1938.
21. WILBAUX, R., **Recherches sur la préparation du café par voie humide**, 45 pp., 11 fig., 30 fr., 1938. (*Epuisé.*)
22. BANNEUX, L., **Quelques données économiques sur le coton au Congo belge**, 46 pp., 25 fr., 1938.
23. GILLAIN, J., « **East Coast Fever** ». — **Traitement et immunisation des bovidés**, 32 pp., 14 graphiques, 20 fr., 1939.
24. STOFFELS, E.-H.-J., **Le quinquina**, 51 pp., 21 fig., 3 pl., 12 tabl., 18 fr., 1939. (*Epuisé.*)
- 25a. FERRAND, M., **Directives pour l'établissement d'une plantation d'*Hevea* greffés au Congo belge**, 48 pp., 4 pl., 13 fig., 30 fr., 1941.
- 25b. FERRAND, M., **Aanwijzingen voor het aanleggen van een geënte *Hevea* aanplanting in Belgisch-Congo**, 51 pp., 4 pl., 13 fig., 30 fr., 1941.
26. BEIRNAERT, A., **La technique culturale sous l'Équateur**, xi-86 pp., 1 portrait héliog., 4 fig., 22 fr., 1941. (*Epuisé.*)
27. LIVENS, J., **L'étude du sol et sa nécessité au Congo belge**, 53 pp., 1 fig., 16 fr., 1943. (*Epuisé.*)
- 27^{bis}. BEIRNAERT, A. et VANDERWEYEN, R., **Note préliminaire concernant l'influence du dispositif de plantation sur les rendements. (Communication n° 1 sur le palmier à huile)**, 26 pp., 8 tabl., 10 fr., 1940. (*Epuisé.*)

28. RINGOET, A., **Note sur la culture du cacaoyer et son avenir au Congo belge**, 82 pp., 6 fig., 36 fr., 1944.
- 28^{bis}. BEIRNAERT, A. et VANDERWEYEN, R., **Les graines livrées par la Station de Yangambi. (Communication n° 2 sur le palmier à huile)**, 41 pp., 15 fr., 1941. (*Epuisé.*)
29. WAELKENS, M. et LECOMTE, M., **Le choix de la variété de oton dans les Districts de l'Uele et de l'Ubangui**, 31 pp., 7 tabl., 25 fr., 1941. (*Epuisé.*)
30. BEIRNAERT, A. et VANDERWEYEN, R., **Influence de l'origine variétale sur les rendements. (Communication n° 3 sur le palmier à huile)**, 26 pp., 8 tabl., 20 fr., 1941. (*Epuisé.*)
31. POSKIN, J.-H., **La taille du caféier *robusta***, 59 pp., 8 fig., 25 photos, 60 fr., 1942. (*Epuisé.*)
32. BROUWERS, M.-J.-A., **La greffe de l'*Hevea* en pépinière et au champ**, 29 pp., 8 fig., 12 photos, 30 fr., 1943. (*Epuisé.*)
33. DE POERCK, R., **Note contributive à l'amélioration des agrumes au Congo belge**, 78 pp., 60 fr., 1945. (*Epuisé.*)
34. DE MEULEMEESTER, D. et RAES, G., **Caractéristiques de certaines variétés de coton spécialement congolaises**, Première partie, 110 pp., 40 fr., 1947.
35. DE MEULEMEESTER, D. et RAES, G., **Caractéristiques de certaines variétés de coton spécialement congolaises**, Deuxième partie, 37 pp., 40 fr., 1947.
36. LECOMTE, M., **Étude des qualités et des méthodes de multiplication des nouvelles variétés cotonnières au Congo belge**, 56 pp., 4 fig., 40 fr., 1949.
37. VANDERWEYEN, R. et MICLOTTE, H., **Valeur des graines d'*Elaeis guineensis* JACQ. livrées par la station de Yangambi**, 24 pp., 15 fr., 1949.
38. FOUARGE, J., SACRE, E. et MOTTET, A., **Appropriation des bois congolais aux besoins de la Métropole**, 17 pp., 20 fr., 1950.
39. PICHEL, R.-J., **Premiers résultats en matière de sélection précoce chez l'*Hevea***, 43 pp., 10 fig., 40 fr., 1951.
40. BAPTIST, A.-G., **Matériaux pour l'étude de l'économie rurale des populations de la Cuvette forestière du Congo belge**, 63 pp., 50 fr., 1951.
41. ISTAS, J.-R. et HONTOY, J., **Composition chimique et valeur papetière de quelques espèces de Bambous récoltées au Congo belge**, 23 pp., 7 tabl., 25 fr., 1952.

FLORE DU CONGO BELGE ET DU RUANDA-URUNDI Spermatophytes.

- Volume I, 456 pp., 43 pl., 12 fig., édition sur papier ordinaire : 300 fr., édition sur papier bible : 500 fr., 1948.
- Volume II, 620 pp., 58 pl., 9 fig., édition sur papier ordinaire : 300 fr., édition sur papier bible : 500 fr., 1951.
- Volume III, 588 pp., 40 pl., 46 fig., édition sur papier ordinaire : 300 fr., édition sur papier bible : 500 fr., 1952.

COLLECTION IN-4°

- LOUIS, J. et FOUARGE, J., **Essences forestières et bois du Congo.**
 Fascicule 1. Introduction (*en préparation*).
 Fascicule 2. *Afromosia elata*, 22 pp., 6 pl., 3 fig., 55 fr., 1943.
 Fascicule 3. *Guarea Thompsoni*, 38 pp., 4 pl., 8 fig., 85 fr., 1944.
 Fascicule 4. *Eniandrophragma palustre*, 75 pp., 4 pl., 5 fig., 180 fr., 1947.
 Fascicule 5. *Guarea Laurentii*, xiv-14 pp., 1 portrait héliog., 3 pl., 60 fr., 1948.
 Fascicule 6. *Macrolobium Dewevrei*, 44 pp., 5 pl., 4 fig., 90 fr., 1949.
- BERNARD, E., **Le climat écologique de la Cuvette centrale congolaise**, 240 pp., 36 fig., 2 cartes, 70 tabl., 300 fr., 1945.
- BULTOT, F., **Régimes normaux et cartes des précipitations dans l'Est du Congo belge (long. : 26° à 31° Est, lat. : 4° Nord à 5° Sud), pour la période 1930 à 1946** (Communication n° 1 du Bureau climatologique), 56 pp., 1 fig., 1 pl., 13 cartes, 300 fr., 1950.
- BULTOT, F., **Carte des régions olimatiques du Congo belge établie d'après les critères de Köppen** (Communication n° 2 du Bureau climatologique), 16 pp., 1 carte, 80 fr., 1950.
- BULTOT, F., **Sur le caractère organisé de la pluie au Congo belge** (Communication n° 6 du Bureau climatologique), 16 pp., 3 cartes, 80 fr., 1952.
- * * * **Chutes de pluie au Congo belge et au Ruanda-Urundi pendant la décade 1940-1949** (Communication n° 3 du Bureau climatologique), 248 pp., 160 fr., 1951.
- * * * **Bulletin climatologique annuel du Congo belge et du Ruanda-Urundi. Année 1950** (Communication n° 4 du Bureau climatologique), 103 pp., 100 fr., 1952.
- * * * **Bulletin climatologique annuel du Congo belge et du Ruanda-Urundi. Année 1951** (Communication n° 5 du Bureau climatologique), 99 pp., 100 fr., 1952.

HORS SÉRIE

- * * * **Renseignements économiques sur les plantations du secteur central de Yangambi**, 24 pp., 10 fr., 1935.
 - * * * **Rapport annuel pour l'Exercice 1936**, 143 pp., 48 fig., 30 fr., 1937.
 - * * * **Rapport annuel pour l'Exercice 1937**, 181 pp., 26 fig., 1 carte hors texte, 40 fr., 1938.
 - * * * **Rapport annuel pour l'exercice 1938** (1^{re} partie), 272 pp., 35 fig., 1 carte hors texte, 60 fr., 1939.
 - * * * **Rapport annuel pour l'Exercice 1938** (2^e partie), 216 pp., 50 fr., 1939.
 - * * * **Rapport annuel pour l'Exercice 1939**, 301 pp., 2 fig., 1 carte hors texte, 50 fr., 1941.
 - * * * **Rapport pour les Exercices 1940 et 1941**, 152 pp., 50 fr., 1943 (imprimé en Afrique).
(Epuisé.)
 - * * * **Rapport pour les Exercices 1942 et 1943**, 154 pp., 50 fr., 1944 (imprimé en Afrique).
(Epuisé.)
 - * * * **Rapport pour les Exercices 1944 et 1945**, 191 pp., 80 fr., 1947.
 - * * * **Rapport annuel pour l'Exercice 1946**, 184 pp., 70 fr., 1948.
 - * * * **Rapport annuel pour l'Exercice 1947**, 217 pp., 80 fr., 1948.
 - * * * **Rapport annuel pour l'Exercice 1948**, 290 pp., 150 fr., 1949.
 - * * * **Rapport annuel pour l'Exercice 1949**, 306 pp., 150 fr., 1950.
 - * * * **Rapport annuel pour l'Exercice 1950**, 392 pp., 160 fr., 1951.
 - * * * **Rapport annuel pour l'Exercice 1951**, 436 pp., 160 fr., 1952.
- GOEDERT, P., **Le régime pluvial au Congo belge**, 45 pp., 4 tabl., 15 planches et 2 graphiques hors texte, 40 fr., 1938.
- BELOT, R.-M., **La sériciculture au Congo belge**, 148 pp., 65 fig., 15 fr., 1938. (Epuisé.)
- BAEYENS, J., **Les sols de l'Afrique centrale et spécialement du Congo belge**, tome I. Le Bas-Congo, 375 pp., 9 cartes, 31 fig., 40 photos, 50 tabl., 150 fr., 1938. (Epuisé.)
- LEBRUN, J., **Recherches morphologiques et systématiques sur les caféiers du Congo**, 183 pp., 19 pl., 80 fr., 1941. (Epuisé.)
- TONDEUR, R., **Recherches chimiques sur les alcaloïdes de l'« Erythrophleum »**, 52 pp., 50 fr., 1950.
- * * * **Communications de l'I.N.É.A.C., Recueil n° 1**, 66 pp., 7 fig., 60 fr., 1943. (Imprimé en Afrique.)
 - * * * **Communications de l'I.N.É.A.C., Recueil n° 2**, 144 pp., 60 fr., 1945. (Imprimé en Afrique.)
 - * * * **Comptes rendus de la Semaine agricole de Yangambi (du 26 février au 5 mars 1947)**, 2 vol. illustr., 952 pp., 500 fr., 1947.

FICHES BIBLIOGRAPHIQUES

Les fiches bibliographiques éditées par l'Institut peuvent être distribuées au public moyennant un abonnement annuel de 500 francs (pour l'étranger, port en plus). Cette documentation bibliographique est éditée bimensuellement, en fascicules d'importance variable, et comprend environ 3.000 fiches chaque année. Elle résulte du recensement régulier des acquisitions des bibliothèques de l'Institut qui reçoivent la plupart des publications périodiques et des ouvrages de fond intéressant la recherche agronomique en général et plus spécialement la mise en valeur agricole des pays tropicaux et subtropicaux.

Outre les indications bibliographiques habituelles, ces fiches comportent un indice de classification (établi d'après un système empirique calqué sur l'organisation de l'Institut) et un compte rendu sommaire en quelques lignes.

Un fascicule-spécimen peut être obtenu sur demande.

BULLETIN D'INFORMATION DE L'I. N. É. A. C.

1. Publié sous la même couverture que le *Bulletin agricole du Congo belge* (s'adresser à la Rédaction de ce dernier Bulletin, au Ministère des Colonies, 7, place Royale, Bruxelles).

2. Publié séparément (s'adresser à l'I. N. É. A. C.) :

Vol. I, 1952 (trimestriel) : 75 fr.

Vol. II, 1953 (bimestriel) : 100 fr.

Imprimerie M. HAYEZ, rue de Louvain, 112, Bruxelles.

(Domicile légal : avenue de l'Horizon, 39)

B. COMITÉ DE DIRECTION.

Président :

M. JURION, F., Directeur Général de l'I. N. E. A. C.

Secrétaire :

M. LEBRUN, J., Secrétaire Général de l'I. N. E. A. C.

Membres :

MM. GILLIEAUX, P., Membre du Comité Cotonnier Congolais;

HENRARD, J., Directeur de l'Agriculture, Forêts, Elevage et Colonisation,
au Ministère des Colonies;

HOMÈS, J., Professeur à l'Université de Bruxelles;

OPSOMER, J., Professeur à l'Institut Agronomique de Louvain;

STOFFELS, E., Professeur à l'Institut Agronomique de Gembloux;

VAN STRAELEN, V., Président de l'Institut des Parcs Nationaux du
Congo Belge.

C. DIRECTEUR GÉNÉRAL.

M. JURION, F.
