

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE D'ADIOPODOUME

B.P. V-51 ABIDJAN (Côte d'Ivoire)

Laboratoire de Bioclimatologie

UN AN DE MESURES D'INTERCEPTION DE LA PLUIE
EN FORÊT DE TAÏ

par

D. CARDON

28 OCT. 1983

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

N° : 3572

Cote : B

Lorsqu'on veut réaliser le bilan énergétique ou le bilan hydrique d'une forêt on ne saurait ignorer la quantité d'eau interceptée par la végétation. D'une part, lorsque le feuillage est humide, il est vraisemblable que la plus grande partie du rayonnement net est utilisée pour l'évaporation ; d'autre part, l'eau interceptée est évidemment à retrancher des précipitations dans le bilan hydrique ; or dans certain cas (pluies faibles et répétées) la fraction interceptée peut dépasser 30% et on ne peut évidemment négliger un tel facteur.

De très nombreux travaux ont déjà été consacrés à ce sujet. Si chacun est intéressant par les résultats qu'il apporte aucune solution de valeur générale ne se dégage de leur ensemble. En effet les mesures d'interception varient considérablement suivant les climats et les types de végétation considérés. Pour ne citer que quelques exemples propres aux régions tropicales JACKSON (1971) en Tanzanie estime l'interception à 1,9 mm pour une pluie de 20 mm, Mc COLL (1970) au Costa-Rica mesure une interception de 2 mm pour une pluie de 36 mm tandis que CLEGG (1963) à Porto-Rico donne 12 mm d'interception pour une pluie de 23 mm. Dans ces conditions il importait de caractériser l'interception de la pluie en forêt de Taï par la mesure directe. La première partie de cet article sera donc consacrée à la description du dispositif expérimental et à l'exposé des résultats obtenus. Comme nous le verrons cette expérimentation est extrêmement laborieuse et les résultats trouvés malgré tout imprécis. Dans ces conditions il est apparu intéressant d'utiliser la plus grande partie de l'information recueillie pour bâtir un modèle d'interception. Ainsi on peut espérer s'affranchir des contraintes instrumentales tout en améliorant la précision. Ceci fait l'objet de la seconde partie.

1. MESURE DE L'INTERCEPTION DE LA PLUIE.

Après un rapide exposé de la méthode nous décrirons brièvement le site et le dispositif de mesures, quelques lignes seront ensuite consacrées à la conduite de l'expérimentation, nous tenterons alors d'estimer la précision de notre travail, enfin nous analyserons les résultats pour en dégager le maximum d'enseignements.

1.1. Exposé de la méthode.

Considérons l'eau parvenant au sommet de la forêt sous forme de précipitation (P). Elle peut parvenir au sol directement ou encore en s'égouttant des feuilles, c'est ce qu'on appelle la fraction transmise (T) ; elle peut également suivre un cheminement préférentiel le long des troncs ; nous appellerons (E) la quantité correspondante ; il reste la fraction (I) interceptée par la végétation et nous pouvons écrire

$$P = T + E + I$$

De ces quatre grandeurs seule I n'est pas directement accessible à la mesure nous l'obtiendrons par différence :

$$I = P - T - E$$

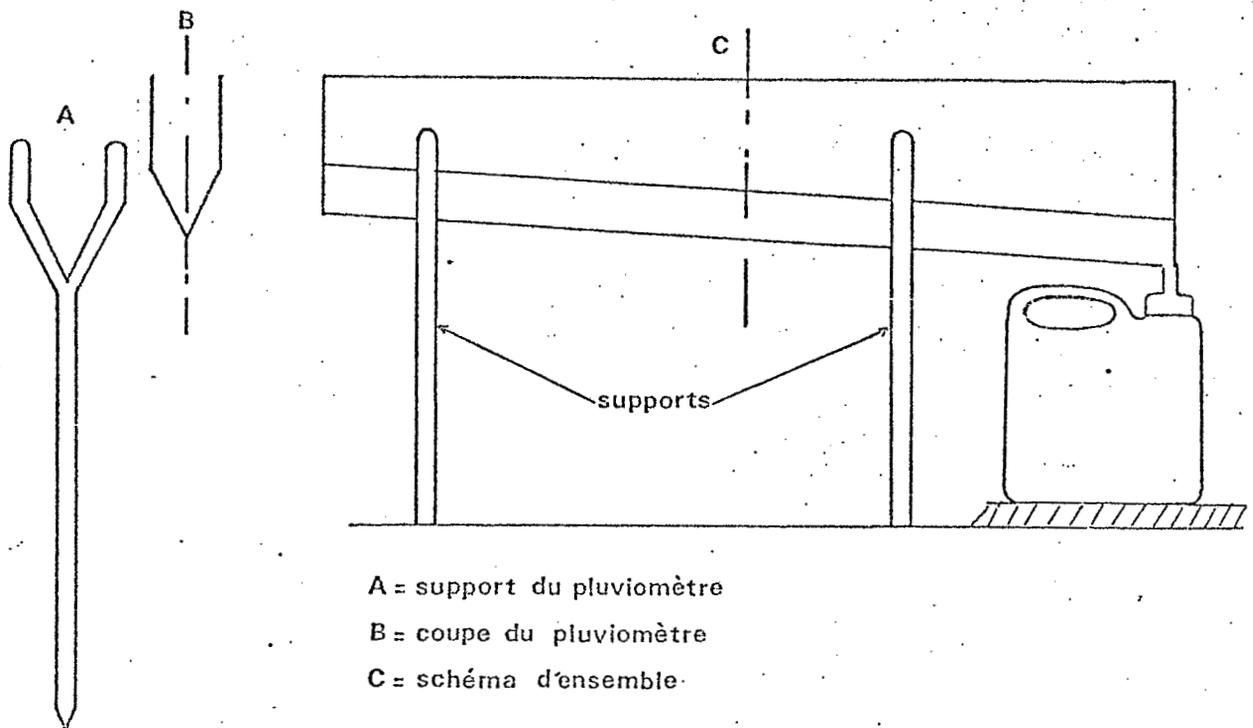
Pour connaître la quantité d'eau précipitée il faut placer un pluviomètre au sommet de la végétation ou encore profiter d'une clairière suffisamment vaste pour que l'influence des lisières soit jugée négligeable ; c'est cette seconde solution que nous avons adoptée. La quantité d'eau transmise est mesurée à l'aide d'un certain nombre de pluviomètres placés sous le couvert forestier. Enfin, nous appuyant sur les travaux de M. JACKSON (1971) en Tanzanie et surtout sur ceux de Mrs. LEMEE et al. (1975) dans une forêt similaire en Côte d'Ivoire, nous avons considéré l'écoulement le long des troncs négligeables. Ces auteurs trouvent en effet une valeur inférieure à 1% du total des précipitations et ceci a d'autre part été corroboré par des observations personnelles. Toutefois, ainsi que nous le verrons, cette hypothèse n'est plus totalement acceptable en cas de précipitation très importantes.

1.2. Site-dispositif expérimental.

La station écologique de Taï sur laquelle s'est déroulée notre expérimentation est située sur la lisière Ouest de la réserve de Taï en pleine forêt primaire. A 2 km environ à l'ouest des bâtiments de la station, une clairière de 2 ha a été défrichée et un parc météorologique installé au centre. Ce parc comportant entre autres un pluviomètre association et un pluviographe, ces instruments nous ont fourni les éléments de référence nécessaires à notre étude.

Il nous faut maintenant décrire le dispositif de mesures sous forêt.

Afin de rendre l'échantillonnage meilleur nous avons utilisés des pluviomètres du type linéaire suivant en cela l'avis de nombreux auteurs De LAINE (1969), ALDRIDGE (1963).



Nos récipients se présentent sous la forme de gouttières de 1 m de long sur 5 cm de large maintenues horizontales par des pieds en forme de fourche. Afin de permettre un écoulement facile une pente de 5% a été aménagée à l'intérieur de ces gouttières, l'eau est ensuite acheminée par l'intermédiaire d'un tuyau souple dans des bidons de plastique de 4 l de contenance. Ceci permet une lecture aisée de l'eau recueillie sans risque de modifier l'horizontalité du pluviomètre.

L'hétérogénéité du feuillage étant très grande il s'ensuit une grande dispersion dans les mesures d'eau transmise et pour obtenir une moyenne acceptable il importe d'utiliser le plus grand nombre possible de pluviomètres. Ainsi BULTOT et al. (1972) ont utilisé 25 pluviomètres pour étudier un couvert pourtant plus homogène que la forêt primaire (une hêtraie). En revanche dans une étude de ce problème qu'il avait achevée en 1970, CZARNOWSKI concluait qu'à partir d'un certain nombre de pluviomètres le gain de précision obtenu en augmentant la taille de notre échantillon devenait illusoire et il préconisait un nombre optimal de 30 pluviomètres ; c'est pourquoi nous nous sommes limités à un maximum d'une quarantaine en service simultanément.

Ces appareils ont été mis en place suivant 3 lignes d'égale importance dans les parties qui nous ont semblé les plus représentatives de la forêt étudiée. Deux de ces lignes, situées au Sud de la clairière, ont approximativement l'orientation Nord-Est, Sud-Ouest; la troisième, située au Nord-Ouest de la clairière, est dirigée du Sud au Nord; le tout est conçu de telle sorte que le pluviomètre le plus éloigné ne soit pas à plus de 200 m du parc météorologique.

Enfin sur chaque rangée les pluviomètres ont été disposés à raison de un tous les 10 m en alternant leur orientation tantôt Nord-Sud tantôt Est-Ouest,

1.3. Conduite de l'expérimentation.

Le dispositif expérimental a été mis en place dans la première quinzaine du mois d'avril 1978 : 33 pluviomètres linéaires ont été installés à raison de 11 par ligne. Les pluviomètres ont été relevés systématiquement une heure après chaque pluie dans la journée et le matin après les observations météorologiques de 8 H en cas de pluie nocturne. De plus un second passage a été prévu pour vérifier si le délai de 1 heure est suffisant pour permettre au couvert de s'égoutter complètement. L'eau recueillie était mesurée dans une éprouvette graduée de 2 l. Cette éprouvette très commode en cas de grosses averses s'étant révélée de lecture trop imprécise en cas de faibles pluies nous l'avons remplacée par une éprouvette de graduation plus fine mais de plus faible contenance.

Les pluviomètres utilisés étant de fabrication artisanale il a fallu les étalonner. Une nouvelle série de 11 pluviomètres a été mise en place sur le parc météorologique et étalonnée par comparaison avec le pluviomètre association. Cette série a ensuite été permutée avec les appareils de la première ligne, puis ceux-ci avec ceux de la seconde ligne et ainsi de suite jusqu'à ce que cette opération soit terminée, soit en début avril 1979. Nous en avons alors éliminés 6 d'entre eux dont les résultats s'écartaient de plus de 5% de la moyenne. Les 38 pluviomètres restants ont alors été réinstallés à une dizaine de mètres de leur emplacement primitif.

1.4. Précision de la mesure.

La dispersion dans les résultats peut être attribuée principalement à deux causes indépendantes entre elles :

- 1°) l'hétérogénéité de la végétation qui entraîne une transmission de la pluie très variable d'un point à un autre.
- 2°) l'inhomogénéité de fabrication des pluviomètres.

A ces deux causes générales il convient d'ajouter pour les faibles pluies l'imprécision de lecture et dans certains cas, compte tenu de l'étendue géographique du dispositif, des différences importantes dans les précipitations elles mêmes.

Pour analyser cette dispersion nous avons pour différentes valeurs de précipitations, estimé l'écart type de nos résultats exprimé en % de la quantité d'eau transmise.

Afin, tout en préservant leur indépendance, d'augmenter la taille des échantillons étudiés, nous avons systématiquement groupé les résultats correspondants à deux pluies d'égale importance l'une mesurée avec le premier dispositif de 27 pluviomètres l'autre après que les pluviomètres aient été changés de place. Ainsi nous avons pu à chaque fois disposer d'une soixantaine de mesures.

Nous avons obtenu les résultats suivants.

Valeur P des précipitations en mm	4,2	8,25	10,45	13,6	21,1	26,0
Ecart type s' en mm	1,6	2,0	2,0	2,9	4,4	6,3
s % = s'/p	37	24	19	21	21	24

Comme nous le constatons, sauf pour les faibles pluies, l'écart type est à peu près proportionnel à la quantité d'eau précipitée ; ceci est en parfait accord avec les résultats obtenus par JACKSON (1971) ; dans notre cas il est cependant vraisemblable que la plus grande dispersion des mesures pour les faibles pluies est due au moins en partie à des imprécisions de lecture.

Les deux principales causes de dispersion étant indépendantes nous sommes maintenant en mesure d'apprécier leur poids respectif.

Supposons que la partie aléatoire due aux imperfections instrumentales représente 5% de la valeur mesurée (en fait ceci est très supérieur à la valeur réelle puisque 5% est l'écart maximal admis) appelons V_x la variance correspondante...

Soit V_y la variance due à la nature de la mesure elle même et $V = s'^2$ la variance totale constatée

$$V = V_x + V_y$$

pour fixer les idées prenons le cas de la pluie de 26 mm citée précédemment et travaillons en pourcentage

$$24^2 = V_x + 5^2$$

$$\text{Soit } V_y = 24^2 - 5^2 = 551 = s'_y{}^2$$

$$\text{On tire } s'_y = 23,5 \neq s'$$

Par conséquent les imperfections instrumentales ont un effet totalement négligeable sur le résultat final.

Il nous reste à calculer la précision avec laquelle nous travaillons lorsque nous effectuons la moyenne des résultats de 38 pluviomètres.

Pour une mesure prenons $s \% \approx 25$

Pour 38 mesures nous aurons $s \% = \frac{25}{\sqrt{38}} \approx 4$

Autrement dit l'écart type sur la valeur de la pluie transmise représentera 4% de la précipitation totale. Si maintenant nous supposons d'un ordre de grandeur supérieur l'erreur due au pluviomètre association l'écart type sur les mesures d'interception représentera également 4% de la quantité de pluie réellement tombée soit le tableau ci-dessous

Précipitation en mm	4	8	12	16	20	24
Ecart type sur l'interception en mm	0,26	0,32	0,48	0,64	0,8	0,96

La quantité d'eau interceptée ne dépassant pas quelques mm, nous constatons que malgré les précautions prises la précision reste médiocre particulièrement dans le cas de précipitations importantes.

1.5. Résultats - interprétation.

L'ensemble des résultats obtenus a été reporté sur la figure 1.A. La première impression donnée par cette figure est celle d'une dispersion extrême inexplicable par la seule imprécision de nos mesures.

En particulier, pour les précipitations abondantes, un certain nombre de points s'écartent nettement de l'ensemble. C'est le cas de ces points que nous allons tout d'abord examiner.

Considérons les relevés correspondants aux pluies du 11 mai et du 12 septembre 1978 ; dans le premier cas nous constatons que les deux rangées de pluviomètres situées au Sud du parc météorologique ont donné en moyenne un résultat de 21% supérieur à celui de la ligne située au Nord ; dans le second cas cette différence est passée à 30%. Il est donc vraisemblable que pour ces deux journées nous ayons eu affaire à un gradient pluviométrique Nord-Sud très important ; la dispersion géographique de notre appareillage aidant, nous avons été conduit à une surestimation de la quantité d'eau transmise donc à une sous-estimation de la quantité d'eau interceptée.

En ce qui concerne les journées du 13 mai, du 17 octobre et surtout du 21 mars nous pensons que dans le cas de ces pluies, à la fois violentes et abondantes, l'écoulement le long des troncs ne peut plus être négligé et cette fraction non comptabilisée d'eau arrivant au sol entraîne une surévaluation de l'interception.

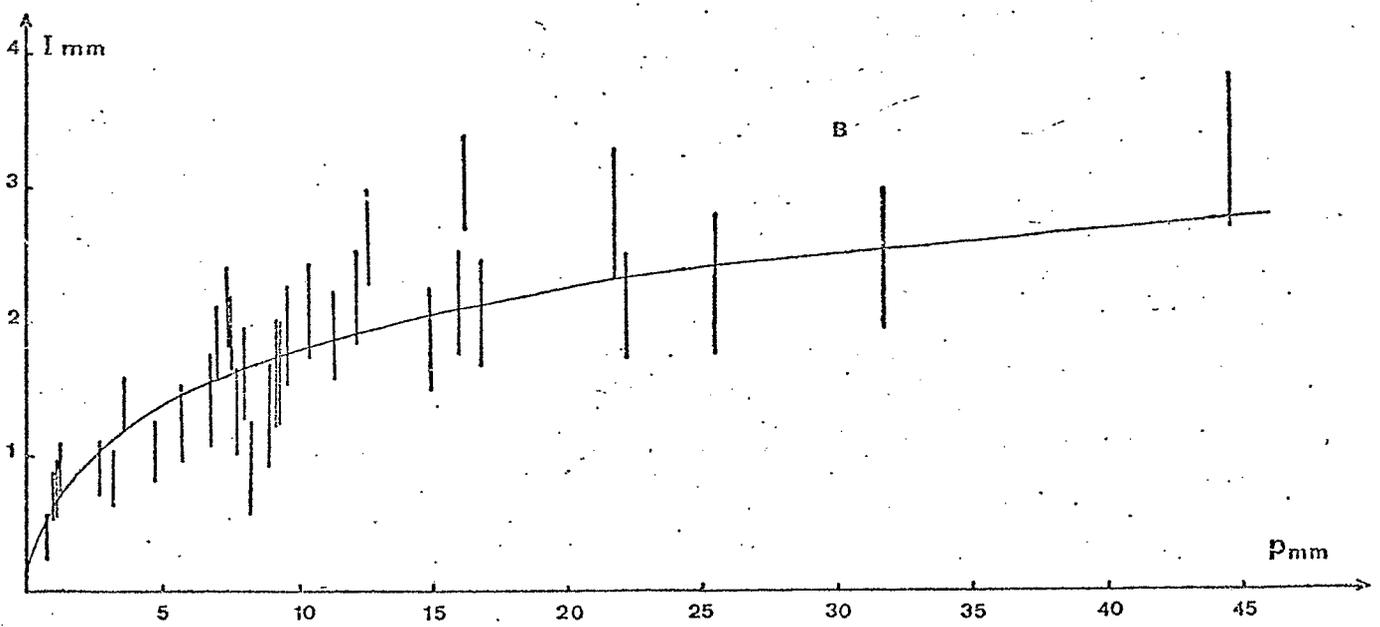
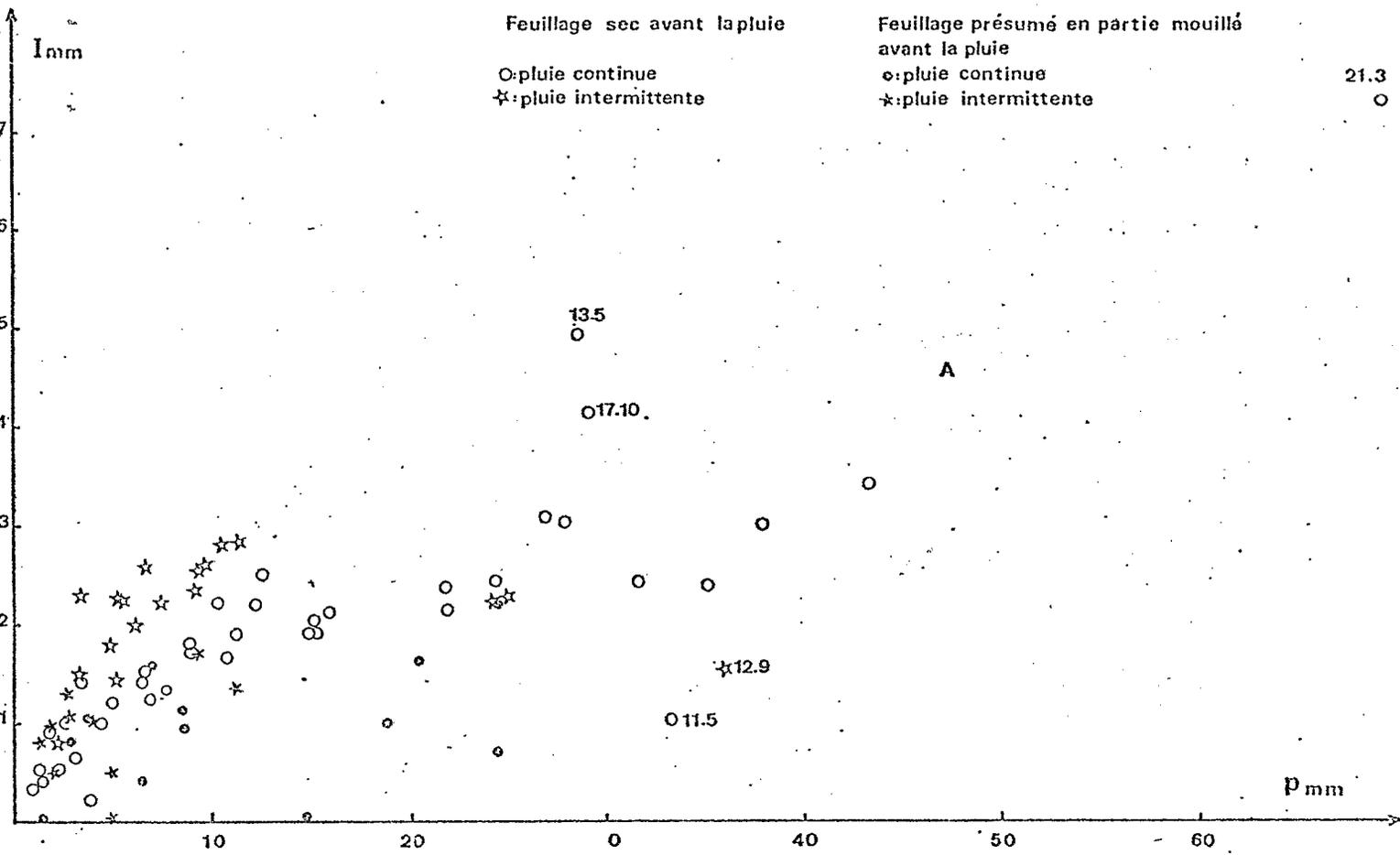


fig 1. Interception de la pluie . mai 1978 à avril 1979

A) cas general

B) pluie de courte durée feuillage sec à l'origine

Nous avons ensuite tenté d'établir un classement des résultats suivant le type de précipitations et l'état d'humectation de la couverture végétale avant la pluie.

Nous avons représenté les pluies continues par des cercles et les pluies intermittentes par des étoiles. Nous constatons de façon systématique que les étoiles se trouvent au-dessus des cercles ce qui est bien normal puisqu'entre deux ondées successives le feuillage a le temps de se sécher partiellement. De même lorsque le couvert était déjà mouillé auparavant (rosée, pluie ayant précédé de peu) nous avons utilisé des signes pleins les autres signes étant réservés aux cas pour lesquels nous étions sûr d'avoir une végétation sèche avant la pluie. Nous nous apercevons que les signes pleins correspondent le plus souvent aux faibles valeurs de l'interception ; d'autre part leur dispersion est très grande ce qui paraît parfaitement logique l'interception dépendant de l'état d'humectation du couvert avant la pluie et celui-ci étant lui-même très variable.

Si maintenant nous reportons, en tenant compte de l'imprécision sur la mesure, les 32 pluies continues pour lesquelles le feuillage était sec à l'origine (graphe 1B). Les résultats ne présentent plus rien de l'éparpillement de la figure 1A et nous concevons fort bien que la dispersion existant encore soit uniquement due à la méthode de travail utilisée. En fait ce sont ces 32 mesures qui nous serviront tout au long de la 2ème partie à la mise au point d'un modèle d'interception.

Il nous restait maintenant à évaluer l'importance relative de l'interception; c'est ce que nous avons fait, mois par mois, de mai 1978 à avril 1979.

Sur le tableau ci-après nous reportons les précipitations mensuelles, les quantités interceptées correspondantes et le pourcentage qu'elles représentent.

Remarque : pour l'établissement des totaux cumulés d'interception il a parfois été nécessaire d'avoir recours au modèle exposé dans la seconde partie. Ceci s'est produit pour une pluie trop abondante : (pluie de 88 mm du 15 décembre 1978), lors de résultats aberrants (les 5 mesures citées au début de ce paragraphe) ou lorsque la mesure n'a pu être effectuée (pluie de 24,4 mm du 5 avril 1979 correspondant au déplacement du dispositif ?

ANNEE	1979				1978								TOTAL
	J.	F.	M.	A.	Mai	Juin	Juil	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
Précipitations en mm	55,3	21,4	116,7	272,0	222,1	68,8	35,4	29,7	229,8	180,5	47,9	203,6	1483,2
Interception en mm	5,9	4,1	8,0	28,9	24,8	18,0	13,8	10,9	28,0	28,5	12,6	14,3	197,8
%	10,7	19,2	6,9	10,6	11,2	26,2	39,0	36,7	12,2	15,8	26,3	7,0	13,3

Les résultats mentionnés ci-dessus se retrouvent d'ailleurs sur l'histogramme en traits pleins de la figure 2 et sur l'histogramme de la figure 3.

Si on fait abstraction du mois de mars 1979 pour lequel l'interception mesurée a été anormalement faible lors de deux grosses pluies consécutives, nous constatons que l'interception représente le plus souvent entre 10 et 15% du total des précipitations.

C'est au cours des mois de juin, juillet, août qu'elle prend les plus fortes valeurs relatives (près de 40% en juillet). Ceci ne saurait nous étonner car durant ces mois les précipitations sont arrivées sous forme de crachins intermittents permettant au feuillage de se sécher fréquemment ; cependant ces précipitations peu abondantes sont d'un poids faible dans le total annuel des pluies et la quantité moyenne annuelle d'eau interceptée (13,3%) reste très inférieure aux valeurs records de ces mois.

2. MISE AU POINT D'UN MODELE D'INTERCEPTION DE LA PLUIE.

Comme nous venons de le voir il existe une relation certaine entre la quantité d'eau interceptée, les précipitations et certains autres facteurs tels l'état de la forêt avant la pluie où la façon dont les précipitations se sont produites. A conditions égales d'ailleurs l'importante dispersion des résultats est uniquement due à l'imperfection de notre dispositif expérimental. Ceci suggère que nous utilisions la totalité de la quantité d'information à notre disposition pour bâtir un modèle d'interception.

Afin de faciliter notre tâche nous analyserons dans un premier temps les divers facteurs intervenant dans le mécanisme de l'évaporation et de l'interception. Ensuite nous référant aux travaux existants nous envisagerons divers modèles d'interception de la pluie. Enfin nous déterminerons parmi ces modèles celui qui donne le plus satisfaction.

2.1. Analyse de l'interception de la pluie par le couvert.

Cette analyse a déjà été effectuée par de nombreux auteurs : SLAVIK (1967), LEONARD (1967), RUTTER et al. (1972), JACKSON (1975) aussi nous bornerons nous à en rappeler les traits essentiels.

Lorsqu'une goutte de pluie parvient au niveau de la végétation elle peut soit la traverser directement (c'est le cas le plus rare) soit rencontrer une feuille ou une branche.

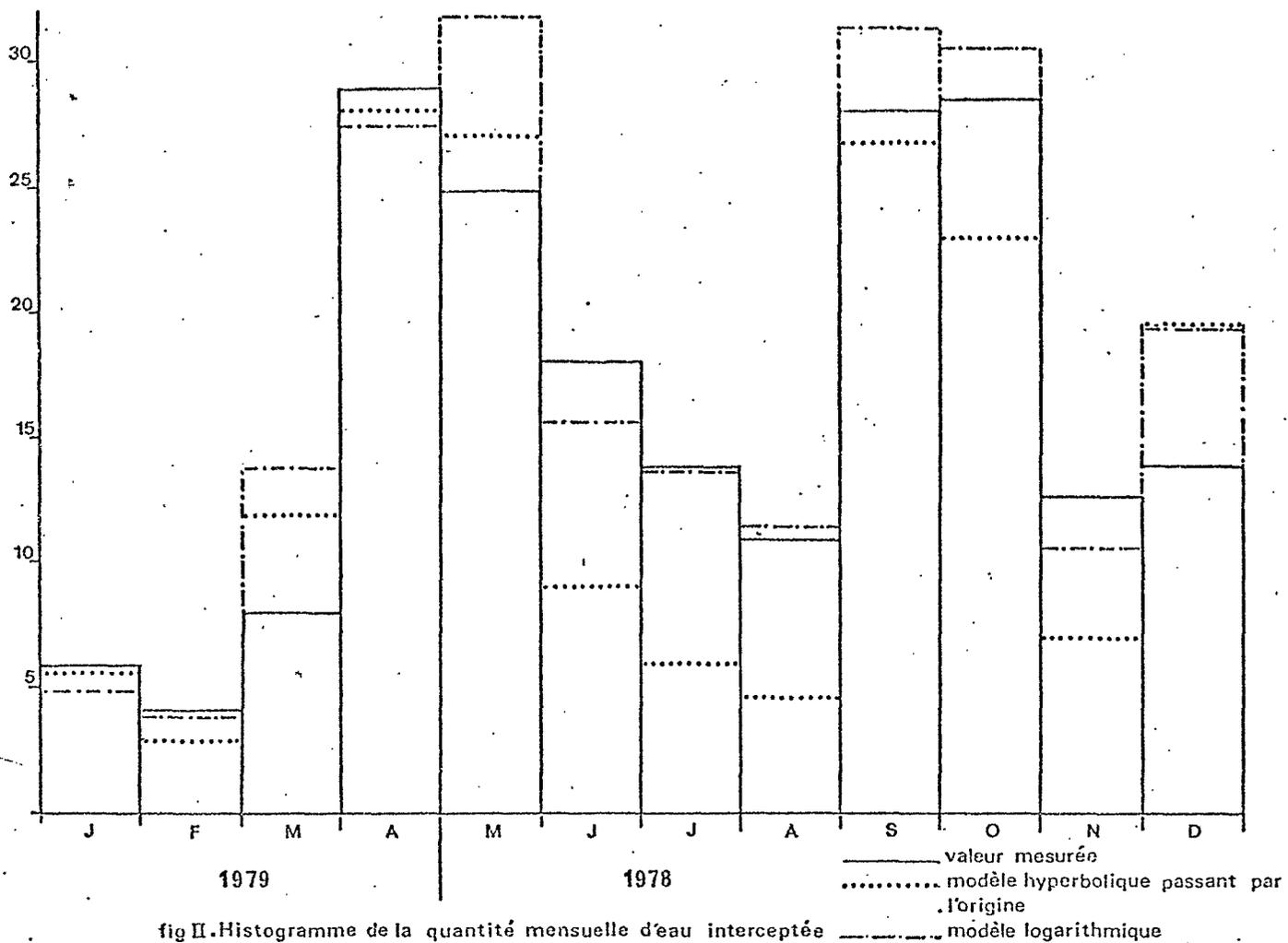


fig II. Histogramme de la quantité mensuelle d'eau interceptée

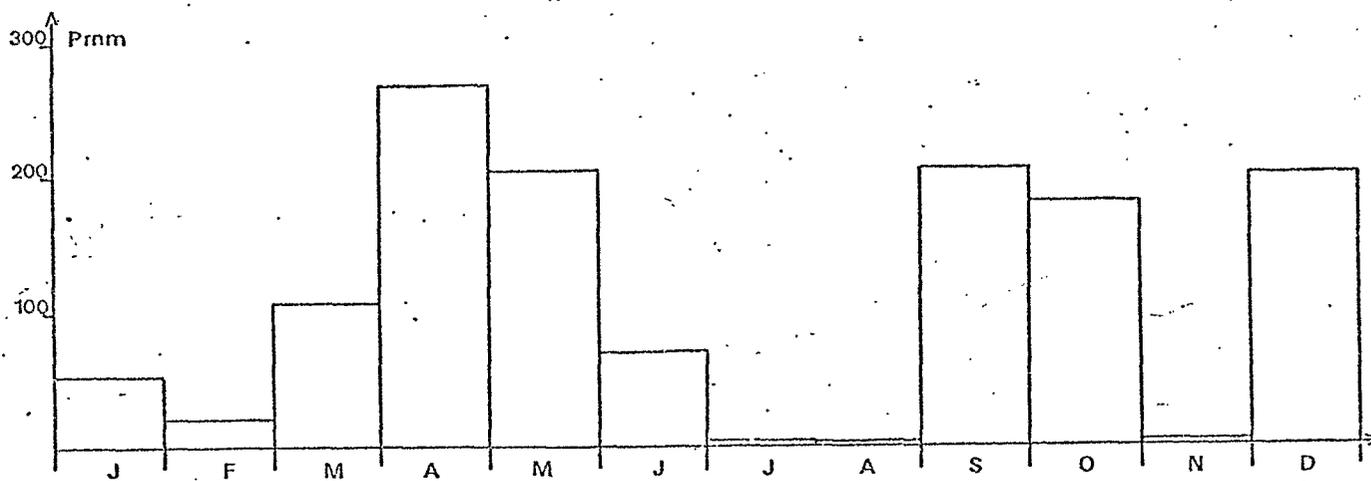
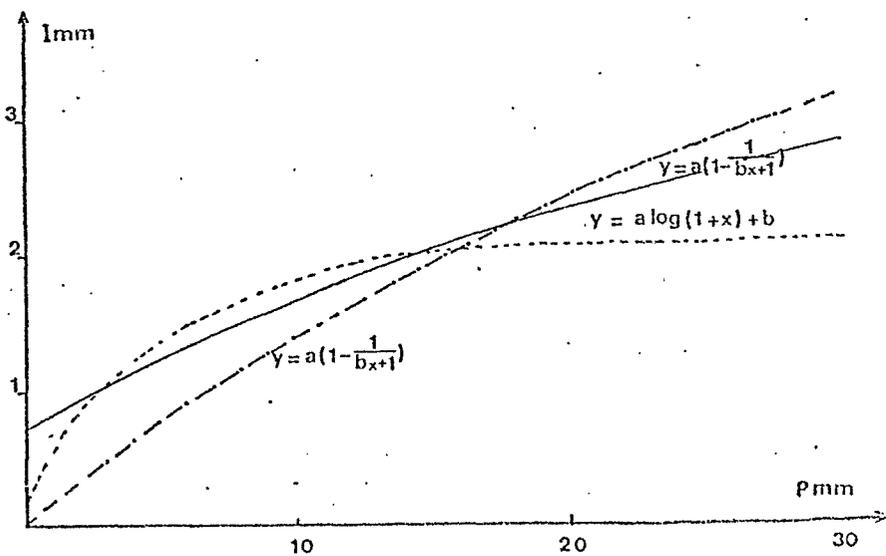


fig III: Histogramme des précipitations mensuelles

fig IV: Tracé des courbes représentant les différents modèles d'interception testés



Dans le second cas deux éventualités peuvent également se présenter :

- 1°) la feuille est sèche ou partiellement mouillée et la goutte est stockée,
- 2°) la feuille est entièrement mouillée et, avec un certain retard, la goutte d'eau est transmise aux strates inférieures et il y a renouvellement du processus.

Ensuite il y a évaporation de l'eau stockée sur les feuilles. Cette brève description met au relief les trois aspects du phénomène : l'apport d'eau, son accumulation sur la végétation, son retour dans l'atmosphère par évaporation.

Le rôle du premier terme est évident aussi passerons nous directement au second : la capacité de stockage. Cette grandeur est avant tout une caractéristique du couvert, cependant pour un même couvert la capacité de stockage peut varier considérablement ; notamment par fort vent ou lorsque la battance de la pluie est grande. Dans la plupart des cas à la fin d'une pluie, l'intensité est faible et le vent presque nul ; or nous ne considérons pas le mécanisme de l'interception pendant la pluie elle-même mais son résultat lorsqu'elle est terminée ; par conséquent nous pouvons, avec une bonne approximation, assimiler la capacité de stockage du couvert à une constante.

Du 3ème terme va dépendre l'assèchement plus ou moins rapide du couvert. Il sera essentiellement fonction des conditions climatiques : (rayonnement, hygrométrie, vent) mais il dépendra également de la position de la feuille dans la végétation et il est bien connu que les strates inférieures restent humides beaucoup plus longtemps que la cime des arbres.

Il faut enfin parler de l'état d'humectation du couvert avant la pluie. Ce facteur intervient lorsque le couvert est encore humide d'une pluie précédente ou du fait des dépôts de rosée à la fin de la nuit, l'humidification rémanente après la pluie se situe principalement au niveau des strates inférieures alors que la rosée se dépose préférentiellement au sommet de la végétation. Une même quantité d'eau stockée dans les 2 cas n'aura donc pas le même impact sur l'interception de plus chacune de ces quantités est en elle-même difficile à estimer. Tout concourt donc à rendre délicate l'appréciation du rôle de ce facteur c'est par conséquent à ce niveau que l'application d'un modèle présentera le plus de difficultés.

2.2. Examen critique de quelques modèles d'interception.

Avant de considérer le cas particulier de la forêt de Taï nous allons examiner quelques modèles proposés par différents auteurs.

Tout d'abord, pour mémoire, citons la formule empirique de CLEGG (1963) dont le principal mérite est la simplicité puisqu'elle se réduit à une simple relation linéaire entre l'intercep-

tion Y et la pluie X.

$$Y = 0,479X + 0,029$$

X et Y étant exprimés en pouces.

Si nous faisons abstraction de l'évaporation au cours de la pluie et si on admet que la capacité de stockage du couvert est constante le modèle doit obligatoirement présenter les caractéristiques suivantes :

- 1°) Il passe par l'origine (pour une pluie nulle l'interception est nulle),
- 2°) L'interception tend vers une limite lorsque la quantité d'eau précipitée tend vers l'infini.

Le modèle fournit par BULTOT (1972) pour une hêtraie semble rejoindre ces préoccupations puisqu'il est représenté par un arc de parabole passant par l'origine jusqu'à son sommet puis par une droite à partir de ce point

$$I = -0,0139 P^2 + 0,3820 P \quad \text{si } P < 13 \text{ mm}$$

$$I = 2,6 \quad \text{si } P > 13 \text{ mm}$$

I et P représentent bien entendu l'interception et les précipitations. Mais BULTOT a également proposé d'autres modèles basés sur celui-ci mais faisant intervenir l'intensité de la pluie, son caractère intermittent ou non ou s'il s'agit d'une pluie diurne ou nocturne. En fait ceci revient déjà, de façon indirecte, à faire intervenir l'évaporation durant la période considérée.

JACKSON (1975) de son côté met en relation l'interception avec les précipitations dans 3 types de regression : regression linéaire, quadratique, logarithmique. C'est la regression logarithmique qui lui donne les meilleurs résultats. Il essaie ensuite de parfaire son modèle en faisant intervenir divers facteurs : évaporation, durée de la pluie, son intensité. Aucun de ces facteurs n'ayant amélioré les résultats de façon significative il adopte finalement la formule

$$I = 0,85 + 0,5419 \text{ Log } P$$

(L = logarithme népérien)

Cette formule ne répond pas aux critères (1) et (2) précédemment cités c'est pourquoi elle cesse d'être valable pour les faibles pluies.

MERRIAM (1960) utilise un modèle exponentiel lui permettant de répondre à la fois aux conditions limites (1) et (2) d'autre part il tient compte de la durée t de la pluie et de l'évaporation horaire E pendant celle-ci.

Soit en reprenant ses notations le modèle suivant :

$$I = S (1 - e^{-CP}) + R.E.t$$

la signification de I, S, E et t nous est connue. R est un coefficient dépendant du couvert, C une constante à déterminer et S la capacité de stockage de la forêt. On peut cependant objecter que dans ce modèle il considère la même évaporation au début de la pluie quand le couvert est à peine mouillé donc la surface évaporante faible et à la fin lorsqu'il est complètement detrempé.

SEPPANEN (1964) améliore ce résultat en donnant une évaporation proportionnelle à la fraction mouillée de la végétation.

$$I = (S + R.E.t) (1 - e^{-CP})$$

Mais même dans ce cas il faut remarquer que pendant la pluie la valeur de E peut varier considérablement. E est maximale au tout début puis décroît rapidement pour devenir presque nulle lorsque les conditions de température dans la forêt se rapprochent du gradient adiabatique.

Nous parlerons enfin de RUTTER et al. (1972). C'est de tous ceux présentés le modèle le plus sophistiqué. Comme précédemment on considère que l'évaporation est une fonction du degré d'humectation de la forêt ; et, en reprenant les notations des auteurs, nous avons :

$$- \frac{dC}{dt} = E_p \cdot \frac{C}{S} ; \quad (A)$$

ou S est la quantité maximale stockable

C la quantité d'eau réellement stockée

E_p l'évapotranspiration potentielle.

Mais de plus E_p est recalculé, toutes les 5 mn à partir des enregistrements de température, de température de surface et d'hygrométrie ; les calculs étant effectués par un ordinateur.

Même dans ce cas le modèle reste encore criticable car l'évaporation se passe différemment suivant qu'elle se produit au sommet ou à la base du feuillage. D'autre part si on en croit l'équation (A) le feuillage mettrait un temps infini à se sécher ce qui est évidemment contraire à l'observation

2.3. Calcul de différents modèles d'interception.

Aucun des modèles même les plus complets ne donne parfaitement satisfaction ; d'autre part l'introduction de facteurs de seconde importance n'apporte pas forcément une amélioration notable. Par conséquent dans un premier temps nous nous bornerons à mettre en relation l'interception I et les précipitations P à partir des 32 mesures sélectionnées dans la première partie.

Afin de respecter les conditions (1) et (2) définies précédemment nous avons ajusté nos mesures sur une branche d'hyperbole passant par l'origine soit :

$$I = a \left(1 - \frac{1}{bP+1} \right) ; I \text{ et } P \text{ sont exprimés en mm de pluie.}$$

a et b sont des coefficients empiriques a représentant la capacité de stockage de la végétation.

Nous avons trouvé

$$\begin{aligned} a &= 8,96 \\ b &= 0,0185 \\ r &= 0,90 \end{aligned}$$

r représentant le coefficient de corrélation.

Si nous examinons sur la figure 4 la courbe $I = f(P)$ deux remarques peuvent être faites :

1°) la valeur de a est tout à fait irréaliste et ne serait approchée que pour des pluies très supérieures au maximum observé (plus de 500 mm). Dans ce cas la limite supérieure vers laquelle tend notre modèle ne présente guère d'intérêt.

2°) en imposant à $I = f(P)$ de passer par l'origine nous avons artificiellement minoré la valeur de l'interception pour les faibles pluies (inférieures à 2 mm). Le coefficient de corrélation reste malgré tout tout à fait acceptable ceci est dû au choix des couples (P, I) ayant permis d'ajuster notre modèle : pour 27 d'entre eux sur 32 la valeur de P est comprise entre 5 et 30 mm.

Afin de limiter l'effet de la seconde remarque nous avons modifié notre modèle de la façon suivante

$$\begin{aligned} \text{pour } P < c & : I = P \\ \text{pour } P > c & : I = a \left(1 - \frac{1}{b.P+1} \right) + c \end{aligned}$$

a+c représente la capacité de stockage du feuillage
c est la pluie minimale au dessous de laquelle la végétation n'est pas traversée.

a,b,c sont ajustés de façon à avoir le plus grand coefficient de corrélation possible.

Nous avons obtenu :

$$\begin{aligned} a &= 5,49 \\ b &= 0,021 \\ c &= 0,72 \\ r &= 0,90 \end{aligned}$$

les deux inconvénients précédents subsistent (voir fig. 4) mais cette fois pour les faibles valeurs de P, I est nettement majorée.

Devant le peu d'intérêt de la limite asymptotique nous avons alors tenté de relier I et P par une relation logarithmique :

$$\text{pour } P < b : I = P$$

$$\text{pour } P > b : I = a \text{ Log } (1 + P) + b$$

(il s'agit du logarithme népérien)

En toute rigueur nous aurions dû prendre $I = a \text{ Log } (1+P)$ mais nous avons préféré avoir deux coefficients pour avoir un meilleur ajustement.

$$\begin{aligned} \text{Nous avons trouvé} : \quad & a = 0,753 \\ & b = 0,138 \\ & r = 0,86 \end{aligned}$$

le coefficient de corrélation est un peu plus faible que précédemment néanmoins si on se réfère à la fig. 4 et surtout à la figure 1A c'est ce dernier modèle qui semble donner les résultats les plus réalistes.

2.4. Test des différents modèles.

Afin de tester ces modèles nous les avons utilisés pour calculer l'interception mensuelle au cours des 12 mois de mesures effectuées.

Pour cela nous avons utilisés les pluviogrammes afin de considérer chaque pluie séparément. En cas de précipitations nocturnes répétées, nous avons considéré qu'il n'y avait pas d'évaporation la nuit et par conséquent assimilés ces différentes pluies à une pluie unique. Par contre pour les pluies diurnes intermittentes nous avons considéré que le feuillage se séchait complètement entre deux précipitations ce qui conduit évidemment à une légère surestimation des résultats. Enfin nous n'avons tenu aucun compte des rosées pour les pluies matinales.

Nous avons obtenu les résultats ci-après :

MOIS	1979				1978								TOTAL
	Ja	Fe	Mars	Av.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
Valeur mesurée en mm	5,9	4,1	8,0	28,9	24,8	18,0	13,8	10,9	28,0	28,5	12,6	14,3	197,8
Modèle hyperbolique passant par 0	5,6	3,0	11,9	28,0	27,1	9,8	5,9	4,6	26,9	23,1	7,0	19,5	172,4
Second modèle hyperbolique	5,2	4,1	14,3	30,0	33,8	17,4	18,3	16,7	35,8	32,0	11,2	20,0	238,8
Modèle logarithmique	4,8	3,9	13,8	27,2	31,8	15,6	13,7	11,4	31,4	30,5	11,5	19,4	215,0

Si nous excluons le mois de mars par lequel les mesures ont vraisemblablement sous-estimées l'interception, nous constatons un accord satisfaisant entre les différents modèles et la mesure lorsque les pluies sont à la fois abondantes et suffisamment espacées dans le temps pour permettre au couvert de se sécher soit les mois secs en général auxquels s'ajoutent septembre-octobre 1978 et avril 1979. Il faut cependant noter une tendance à la sous estimation de la part du modèle hyperbolique passant par l'origine. C'est au niveau des mois de mai-juin-juillet-août que les divergences sont les plus grandes. Les pluies sont alors très fréquentes souvent plusieurs dans la même journée et peu abondantes. Dans ces conditions pour les raisons expliquées dans le paragraphe précédent les deux modèles hyperboliques sont conduits à sous-estimer pour le premier et à surestimer pour le second les valeurs calculées. Seul le modèle logarithmique donne des résultats acceptables.

C'est donc lui que nous retiendrons en définitive

$$I = 0,753 \text{ Log } (1+P) + 0,138$$

I et P étant exprimés en mm.

Ces résultats peuvent se retrouver dans la figure 2, les histogrammes tracés donnant la comparaison entre les résultats obtenus par la mesure et ceux calculés à partir des deux modèles les plus performants.

Une dernière remarque s'impose au sujet de ces modèles. Les résultats obtenus sont tout à fait corrects mais il ne faut pas oublier, qu'en partie tout du moins, les modèles ont été appliqués sur les données ayant permis de les établir.

CONCLUSION.

Pour utiliser le modèle adopté il suffit de disposer d'un pluviographe. Son intérêt réside donc avant tout dans sa très grande simplicité d'emploi. On peut cependant lui reprocher son aspect un peu trop rudimentaire. Par exemple dans le cas de pluies diurnes intermittentes on considère entre deux ondées le feuillage complètement séché. Ceci aboutit à une surestimation particulièrement sensible en saison des pluies.

On pourrait cependant améliorer ce modèle en tenant compte de l'évaporation ayant lieu entre les précipitations. Ainsi pour une journée donnée on pourrait assimiler les différentes pluies à une pluie unique de même valeur et ajouter à l'interception obtenue un terme correctif proportionnel au temps t écoulé durant les accalmies le modèle aurait alors la forme

$$I = a \log P + b + ct$$

a, b, c étant des coefficients ajustés sur les données.

Un tel modèle supposant une évaporation constante entre les pluies quelle que soit la période, ne serait qu'une approche très grossière du problème mais une erreur relative importante est acceptable si elle s'applique à un terme correctif. Pour calculer a, b, c il faudrait disposer d'un nombre suffisant de couples (I, P) et nous pensons qu'une année supplémentaire de mesures est nécessaire pour affiner notre modèle.

De nombreux facteurs restent négligés : rosée avant les pluies matinales, vent etc... qui limiteront la précision d'ensemble cependant nous ne tiendrons pas compte de ces facteurs ; en effet l'imprécision sur les mesures d'interception est très grande et il serait vain d'espérer d'améliorer les résultats à l'infini par l'utilisation de modèles de plus en plus sophistiqués.

BIBLIOGRAPHIE.

- ALDRIDGE, R. ; JACKSON, R.I. (1963)
Interception of rainfall by hard beech At Taita, New Zealand.
N.Z. J. of Sci. Vol. 16, N° 1 : 185.
- BULTOT, F. ; DUPRIEZ, G.L. ; BODEUX, A. (1972)
Interception de la pluie par la végétation forestière,
estimation de l'interception journalière à l'aide d'un
modèle mathématique.
J. of Hydrol., 17 : 193-223.
- CLEGG, A.G. (1963)
Rainfall interception in a tropical forest.
Caribbean Forester ; 24, 2 : 75-79.
- CZARNOWSKI, N.S. ; OLSZEWSKI, D.I. (1970)
Number and spacing of rainfall gauges in a deciduous
forest stand.
Oikos, 21, 1 : 48-51.
- De LAINE, R.J. (1969)
Measuring rainfall on forest catchments.
J. of Hydrol. 9 : 103-112.
- JACKSON, I.J. (1971)
Problems of throughfall and interception assessment under
tropical forest.
J. of Hydrol., 12 : 234-254.

- JACKSON, I.J. (1975)
Relationships between rainfall parameters and interception
by tropical forests.
J. of Hydrol., 24 : 215-238.

- LEMEE, ; BERNHARD ; REVERSAT, F. et HUTTEL, C. (1975)
La Terre et la Vie 29 : 169-264.

- LEONARD, R.E. (1967)
Mathematical theory of interception.
International Symposium on Forest Hydrology.
Pergamon Press Oxford. Edit. SOPPER, W.L. and LULL :
131-136.

- Mc COLL, J.G. (1970)
Properties of some natural waters in a tropical wet forest
in Costa-Rica.
Bio. Sciences 20 : 1096-1100.

- MERRIAM, R.A. (1960)
A note on the interception loss equation.
Jour. Geophys. Res. 65, 3850-3851

- RUTTER, A.J. ; KERSHAW, K.A., ROBINS, P.C. and MORTON, J.A. (1972)
A predictive model of rainfall interception in forests.
1. Derivation of the model from observations in a
plantation of Corsican Pine.
Agric. Meteorol., 9 : 367-384.

- SEPPANEN, MAUNU (1964)
On the distribution of rainfall in pine stands.
Hydrologisen Toimiston Tiedomantoja 21, 14pp.

- SLAVIK, B. (1965)
Rain interception in deciduous forests in
"Methodology of Plants ecophysiology".
Proc. Montpellier, Symp. UNESCO 25 : 193-199.



Programme sur l'homme et la biosphère
UNESCO

UN AN DE MESURES D'INTERCEPTION DE LA
PLUIE EN FORET DE TAI

Par D. CARDON

B3572

B3572