

Pluies et Alimentation en Eau des Plantes dans la Région de Sinnamary (Guyane française) *

Daniel-Yves ALEXANDRE

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote : B-X9332 Ex : 1

Centre ORSTOM de Cayenne, BP 165, 97323 CAYENNE, Guyane française

La Guyane française appartient à la zone climatique de la forêt dense humide subéquatoriale qui pourrait se définir par l'absence de contraintes hydriques majeures sur la végétation. Ainsi, à Cayenne, la pluviométrie annuelle moyenne est proche de 3000 mm, soit deux fois supérieure à la demande évaporative (appelée ETP pour "évapotranspiration potentielle"). A priori, le facteur hydrique n'est donc pas celui qui détermine le plus la végétation, si ce n'est par son excès.

Globalement ce point de vue est peu contestable. Cependant l'eau disponible reste, même en Guyane, un facteur limitant de la croissance des plantes. En effet, celles-ci sont d'autant plus sensibles au manque d'eau qu'elles y sont moins adaptées: sous climat humide une petite sécheresse peut avoir la même importance qu'une longue période sans pluie dans une région sèche. De plus il existe toujours des facteurs stationnels susceptibles de renforcer une éventuelle contrainte hydrique: sol sableux, peu profond, asphyxique, maladies des racines... Enfin, et peut-être surtout, la pluviosité montre des variations aussi bien saisonnières (saison sèche/saison des pluies) qu'interannuelles: certaines années sont particulièrement pluvieuses, d'autres sèches. Les unes comme les autres imposent des contraintes à l'agriculture.

On s'est depuis longtemps attaché à mesurer et représenter la pluviosité. Après quelques rappels de méthodes classiques, nous allons montrer une méthode nouvelle de représentation de la pluie qui représente celle-ci dans sa variabilité et son importance écologique. Nous l'illustrerons par l'exemple de Sinnamary.

* Photos et graphiques : D. Y. Alexandre



Quelques Rappels

137
NF F

La quantité de pluie tombée s'exprime en hauteur ou tranche d'eau: 1 millimètre de pluie représente 1 litre d'eau tombé par mètre carré ou encore 10 tonnes par hectare. Pour la mesurer on la recueille dans un pluviomètre standard placé en situation dégagée, et relevé en principe quotidiennement à heure fixe (voir par exemple SOLTNER, 1982). C'est une donnée climatique très facile à recueillir et celle pour laquelle on a à la fois le réseau de mesure le plus dense et le plus ancien en Guyane. On dispose ainsi de données sur la pluie à Cayenne depuis 1901 et actuellement pour 50 localités de Guyane (voir le Bulletin climatologique mensuel publié par la Commission météorologique départementale).

Le résultat des observations pluviométriques doit s'exprimer d'une façon simple et condensée pour être utilisable. La plus synthétique est bien évidemment la hauteur d'eau annuelle moyenne. Si l'on prend comme exemple guyanais le poste de Sinnamary, qu'on peut considérer par sa situation comme représentatif de la zone côtière agricole, la hauteur moyenne annuelle de pluie pour la période 1953-1987 est de 2686 mm. Ce chiffre est élevé, même pour une zone proche de l'équateur, mais il ne renseigne ni sur les variations interannuelles ni sur les variations saisonnières. Ainsi la pluviométrie annuelle a varié de 1377 mm en 1964 à 3970 mm en 1956, soit plus du double. L'année 1987 avec 1713 mm est la plus sèche après celle de 1964.

Pour donner une idée de la répartition saisonnière des pluies au cours de l'année, on peut utiliser un simple histogramme des moyennes mensuelles où les mois recevant moins de 50 mm de pluie peuvent arbitrairement être considérés comme "secs". Selon ce critère, il y aurait à Sinnamary une légère sécheresse en septembre (fig. 1). On utilise également fréquemment diagramme ombrothermique (d'après le mot grec *ombros*, pluie) de Gaussen, où l'échelle des hauteurs de pluie est condensée au-dessus de 100 mm et où la température moyenne est reportée avec la convention d'échelle $P=2T$ (P étant la hauteur de pluie et T la température). Une température de 25°C (échelle de droite) et une pluie de 50 mm (échelle de gauche) sont reportées à la même hauteur sur l'axe vertical (fig. 2). Avec cette convention, les mois où la pluviométrie est "inférieure" à la température

sont considérés comme secs. On note que la température est pratiquement toujours égale à 25°C à Sinnamary. Cette représentation fait, comme la précédente, apparaître un déficit de pluie en septembre. Le "petit été de mars", bien connu des Guyanais, n'apparaît sur aucune de ces deux représentations. Ceci est dû aux grandes variations interannuelles dans la date ou l'importance du ralentissement des pluies et au gommage par la moyenne. On voit là apparaître la nécessité d'une analyse plus fine du régime des pluies.

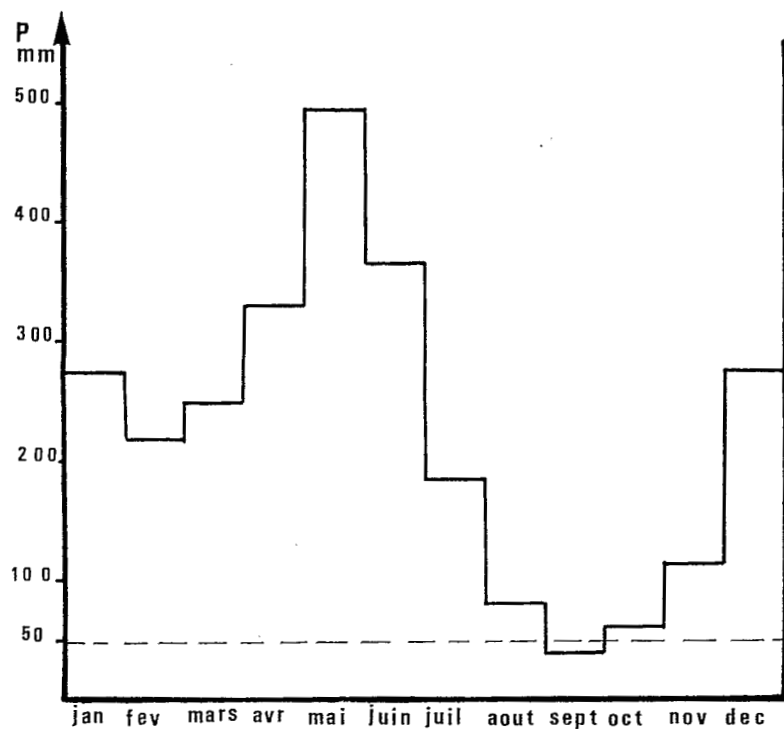
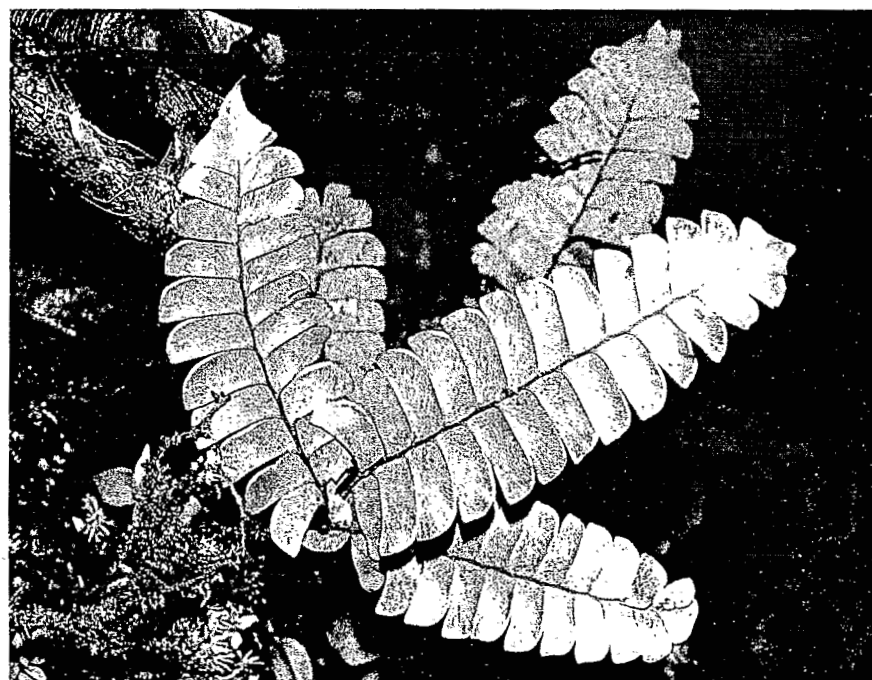


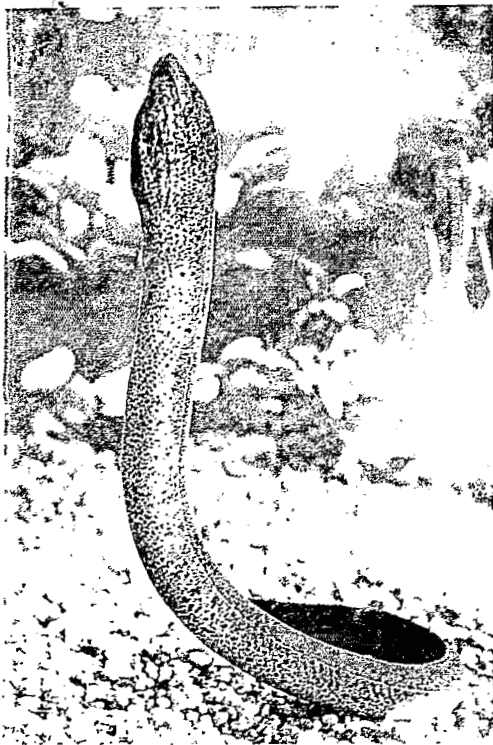
Fig. 1: Pluviométrie moyenne mensuelle à Sinnamary sur la période 1953-1987 (le mois de septembre qui reçoit moins de 50 mm est considéré comme sec).



A1 - Fougère arborescente *Cyathea imrayana* (Mont Balbao).

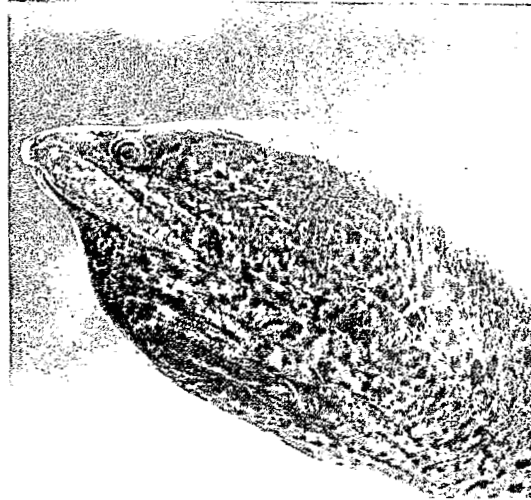


A2 - *Lindsaea Lancrea* (L.) Bedd. var. *lancea* (Dennstaed tiaceae).



C1 - Z'anguille *Synbranchus marmoratus* en position dressée caractéristique, prenant appui sur le fond avant de nager rapidement vers la surface pour prendre une réserve d'air.

C2 - La tête du *Synbranchus* le fait quelquefois confondre avec un serpent menaçant.



D2 - Détail du même arbuste

D1 - *Banara guianensis*, arbuste spontané montrant un flétrissement accentué (piste de St-Elie, octobre 1987).

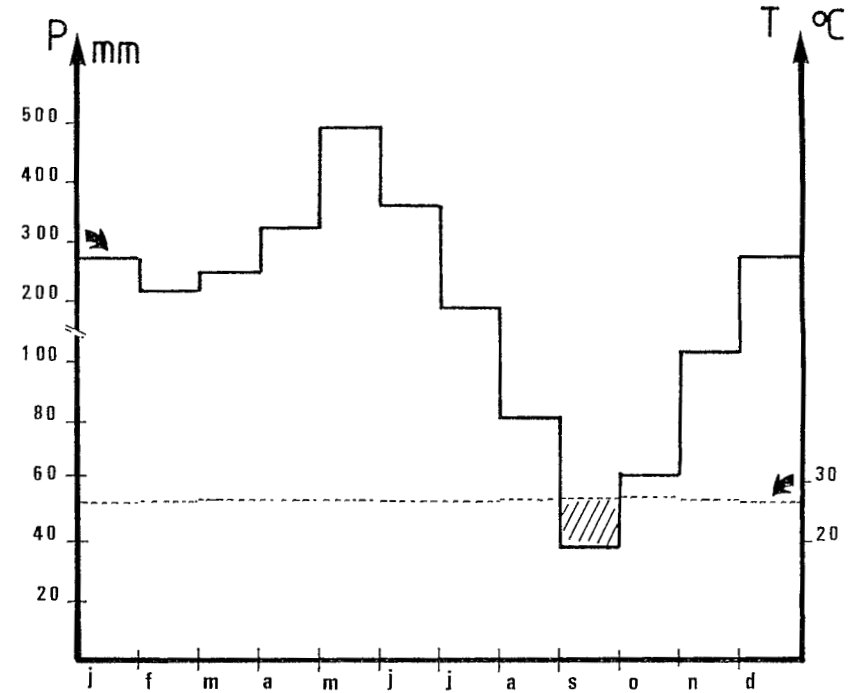
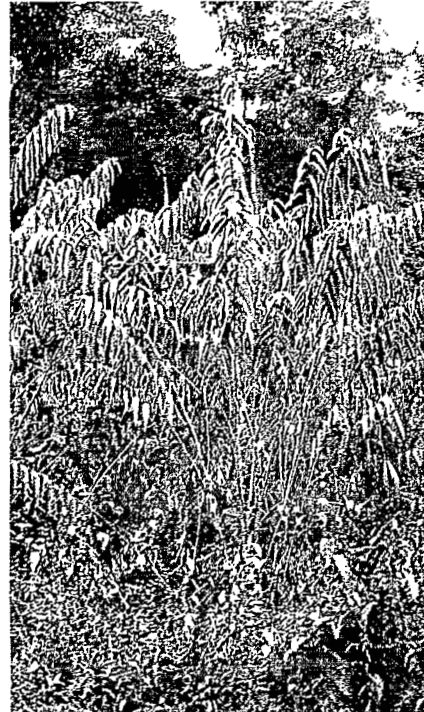


Fig. 2: Diagramme ombrothermique pour l'année climatique moyenne à Sinnamary (le mois de septembre où le graphe des pluies passe sous le graphe des températures est considéré comme sec). Voir le texte pour les conventions d'échelle.

Depuis quelques années, on cherche à tenir compte de la variabilité pour définir le climat en termes de probabilité ou de risque. C'est ce qu'on appelle analyse fréquentielle du climat (ELDIN, 1985). Le souci de telles analyses est la production agricole, par exemple: quelle est la probabilité de réussir un semis à telle ou telle époque compte tenu de la longueur du cycle, des besoins en eau, etc... De telles analyses font le plus souvent appel à des modèles complexes et recourent à l'ordinateur. Mais on peut avec des hypothèses très simples sur le bilan hydrique des plantes obtenir des résultats intéressants. C'est ce que nous allons montrer.

Satisfaction des Besoins en Eau de la Plante

Ce qui importe pour la plante, ce n'est pas tant la pluie instantanée que l'eau réellement disponible dans le sol et que la plante peut extraire pour

satisfaire à la demande évaporative. Mais d'abord, pourquoi demande évaporative? Les plantes, pour croître, doivent absorber le gaz carbonique de l'atmosphère, ce qu'elles font par de petits trous appelés stomates. Mais par ces stomates l'eau s'évapore. Il s'en évapore d'autant plus que l'air est sec, chaud, qu'il y a du vent, etc..., bref que la demande évaporative (ou ETP) est élevée. Pour croître au maximum il faut que les stomates soient largement ouverts, d'où une transpiration importante. Au total, il faut faire le bilan entre l'eau disponible dans le sol et la demande climatique: d'un côté, la plante qui se dessèche selon le climat, de l'autre le réservoir sol, rempli par la pluie et vidé par la plante.

L'Eau transpirée par les Plantes

En Guyane, la demande évaporative est tout à fait considérable. Selon le bioclimatologue Ducrey (communication personnelle), elle atteint 9 mm par jour en saison sèche. Ce chiffre très élevé pour une zone subéquatoriale s'explique à la fois par la clarté du ciel qui augmente l'ensoleillement et par la présence à peu près constante des vents d'alizés. A l'échelle de l'année, l'évapotranspiration réelle serait l'hydrologue ROCHE (1982) de l'ordre de 1500 mm, soit en moyenne un peu plus de 4 mm par jour. Ce chiffre intègre bien entendu les périodes de forte pluviosité où la demande en eau est faible et les périodes de sécheresse effective où les plantes réduisent leur transpiration pour rester en vie. Par le calcul, GUILLOBEZ & GODON (1984), utilisant la formule de Penman, estiment à 1700 mm environ l'évapotranspiration potentielle pour la zone côtière. A titre de comparaison, l'évapotranspiration annuelle est de 660 mm pour une forêt sous climat tempéré comme Fontainebleau (PONTAILLER & coll., 1988) et de 2100-2200 mm en zone sahélienne au Sénégal (BILLE, 1977).

L'Eau disponible dans le Sol

Sans entrer dans les détails, l'eau du sol utile pour les plantes est celle qui est contenue dans les pores moyens du sol. L'eau contenue dans les gros pores (plus gros que 60 microns ou 0,060 mm) n'est pas retenue dans le sol, elle draine rapidement. Quand les gros pores sont vides et que le drainage se ralentit, la terre est humide sans excès: on est à la "capacité au champ". Quand le sol continue à se dessécher, les pores de plus en plus petits se

vident et finalement l'eau est retenue avec trop de force (plus de 15 atmosphères) pour être utilisable par les plantes: on a atteint le "point de flétrissement"(Figs. D1 et D2). La quantité d'eau retenue entre la capacité au champ et le point de flétrissement est l'eau utile. Elle varie selon la taille des particules qui forment le sol et dépend donc de la nature du sol mais également de l'épaisseur du sol prospectée par les racines, ce que l'on appelle le "volume du magasin".

En Guyane, pour les sols de la région de Sinnamary, on peut considérer, en première approximation, d'après les mesures effectuées par DESJARDINS (1987), que la tranche d'eau utile correspond grosso modo au dixième de l'épaisseur du sol prospecté par les racines (la capacité au champ est de l'ordre de 40 p. 100 et le point de flétrissement de l'ordre de 30 p. 100, donc l'eau utile est de l'ordre de 10 p. 100). La couche de sol superficiel, humifère, a des propriétés meilleures mais elle est de faible épaisseur. Par ailleurs, à faible profondeur, vers 60 cm, les sols guyanais présentent fréquemment des propriétés physiques qui gênent la pénétration des racines (BOULET, 1978; BOULET & coll., 1979). Certaines espèces, comme le goupier, peuvent cependant utiliser les sols guyanais sur une épaisseur de plus de 2 m (ALEXANDRE, 1988).

La situation des plantes est donc complexe et très variable selon l'espèce ou la station. Si l'on tenait compte de la réserve hydrique jamais épuisée en profondeur, il n'y aurait jamais de manque d'eau. Mais la remontée capillaire est très lente dans les sols guyanais. Des déficits hydriques importants, voire mortels, ont été observés sur des plantes jeunes et surtout des plantes cultivées dont les racines superficielles sont en outre, souvent parasitées par des nématodes (vers). Pour une végétation "moyenne", à dominance de ligneux, nous admettrons que l'épaisseur utile du sol est en moyenne de 1,50 m (soit une réserve de 150 mm d'eau).

Confrontation des Termes du Bilan hydrique Calcul fréquentiel des Disponibilités en Eau

Compte tenu de nos observations de terrain de 1982 à 1987 et des remarques précédentes, nous estimerons ici la demande évaporative minimum de saison sèche à 5 mm par jour. En l'absence totale de pluie, la

réserve d'eau du sol (150 mm) peut donc assurer 30 jours (150/5), soit un mois de transpiration normale pour une végétation "moyenne". Ces chiffres n'ont pas besoin d'une grande précision, ils représentent des ordres de grandeur réalistes. Nous sommes maintenant à même de confronter la demande évaporative aux disponibilités du sol. Pour ce faire, nous calculerons la réserve hydrique du sol décade par décade à partir des données de la Météorologie départementale pour Sinnamary; ce pas de temps est suffisamment long pour permettre une analyse rapide et suffisamment court pour mettre en évidence un déficit hydrique significatif.

La réserve en eau du sol pour la décade sera donnée par la formule:

$$R_n = R_{n-1} + P - 50$$

ou R_{n-1} est la réserve en fin de décade précédente et P la hauteur de pluie pendant la décade "n". Le dernier terme correspond à l'évapotranspiration potentielle de la décade, égale à 50 mm (5 mm x 10 jours). Si le calcul donne une réserve qui dépasse 150, il y a drainage ou ruissellement. Si R_n est négatif, on considère que la décade est sèche et on repartira de $R_{n-1} = 0$ pour la période suivante. Il n'y a pas de chiffre négatif en raison de la régulation stomatique. Dans l'intervalle entre l'excès et le manque d'eau, la réserve fluctue. On considère que c'est la situation la plus favorable pour la végétation: le sol fournit toute l'eau nécessaire tout en restant aéré.

Prenons un exemple: fin mars 1987, la réserve en eau du sol est estimée à 74 mm. Pendant la dernière décade de mars, il est tombé 3,6 mm de pluie. Fin mars, la réserve n'est plus que de $74 + 3,6 - 50 = 27,6$ mm, arrondi à 28 mm. Pour la première décade d'avril avec $P = 10,4$ mm, la réserve en eau du sol est égale à $28 + 10,4 - 50 = -11,6$ mm, qu'on note 0, ce qui veut dire qu'à partir de ce moment, il y a manque d'eau et que les plantes sont obligées de réduire leur transpiration.

Ce calcul très simple permet la transformation de données de pluie décade par décade depuis l'origine des relevés. Chaque décade devient soit excédentaire, soit déficitaire, soit favorable dans l'intervalle entre les deux. On se replace ensuite au niveau annuel et on compte combien de fois la décade de rang "n" a été déficitaire, excédentaire ou favorable. Ainsi, par exemple, la première décade de mars (ou septième décade annuelle) a été en

33 ans : 10 fois excédentaire, 5 fois sèche et 18 fois favorable. On peut traduire ces données en pourcentage et les exprimer par un graphique qui représente, comme nous l'avons dit, la pluie dans sa variabilité et son importance écologique.

Commentaires

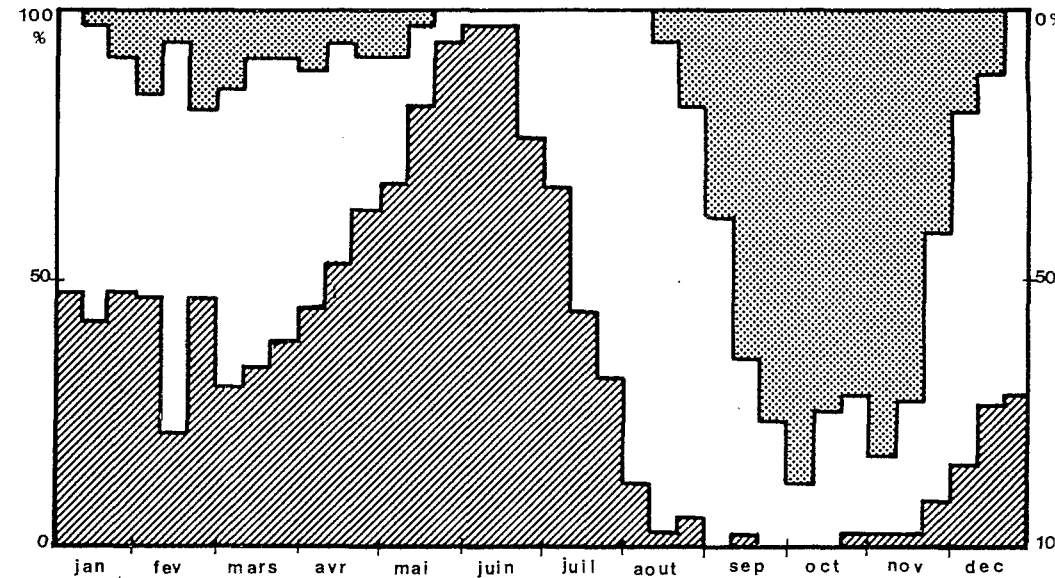


Fig. 3: Fréquence des périodes sèches (en pointillé, en haut), hyperhumides (en hachures, en bas) et favorables (en clair, au milieu). Par exemple, la première décade de mars est statistiquement, sur 100 années, sèche 15 fois, trop humide 30 fois et favorable 55 autres fois.

Ce diagramme (fig. 3) fait bien apparaître les deux saisons sèches de Guyane. Le petit été de mars s'étend sur une période de 13 décades, soit autant que la grande saison sèche; en revanche, la probabilité de manque d'eau y reste inférieure à 20 p. 100 tandis qu'elle s'approche de 90 p. 100 en début octobre. La décade la plus souvent déficitaire de début d'année est la sixième, fin février, mais le petit été est bien centré autour de la huitième, mi-mars. La probabilité d'excès d'eau en début d'année reste très supérieure à celle du manque d'eau. En tenant compte des deux saisons sèches, la durée totale du manque d'eau peut atteindre théoriquement 26 décades par an. Elle a effectivement atteint 21 décades en 1964 et "seulement" 11 en 1987 où le début d'année, malgré des pluies peu abondantes, est resté

humide. Le nombre de décades sèches consécutives effectivement observées atteint 12 en 1964 et 1976, 11 en 1982, 10 en 1987.

Au total, le climat de Sinnamary apparaît très contraignant pour l'agriculture: il oscille entre l'excès d'eau quasi certain au mois de juin et la pénurie hautement probable de septembre à fin novembre. Si l'on considère qu'il est plus facile d'obvier la manque d'eau par irrigation que l'excès, la meilleure période pour des cultures de courte durée s'étale de la 22^{ème} ou 23^{ème} décade, en août, à fin novembre.

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier H. L. Raymond et les deux lecteurs anonymes qui ont contribué à la rédaction finale de ce texte.

BIBLIOGRAPHIE

- D.Y. ALEXANDRE, 1988. Note: Aperçu sur la morphologie racinaire de deux espèces pionnières de Guyane française: *Goupia glabra* et *Vismia guianensis*. multigr., ORSTOM, Cayenne, 5 p.
- J.C. BILLE, 1977. Etude de la production primaire nette d'un écosystème sahélien. Travaux & Documents ORSTOM, n° 65, ORSTOM, Paris, 82 p.
- R. BOULET, 1978. Existence de systèmes à forte différenciation latérale en milieu ferrallitique guyanais: un nouvel exemple de couverture pédologique en déséquilibre. *Science du Sol*, 2 : 75-82
- R. BOULET, J.M. BRUGIERE, F.X. HUMBEL, 1979. Relations entre organisation des sols et dynamique de l'eau en Guyane française septentrionale: conséquences agronomiques d'une évolution déterminée par un déséquilibre d'origine principalement tectonique. *Science du Sol*, 1 : 3-18
- T. DESJARDINS, 1987. Variation de la réserve en eau et potentiel hydrique du sol au cours d'un cycle annuel sur le bassin "D" à ECEREX. multigr., ORSTOM, Cayenne.
- M. ELDIN, 1985. Le risque climatique, élément des risques encourus par la production agricole. p. 231-238 in : A travers champs, agronomes et géographes. ORSTOM, Paris
- S. GUILLOBEZ, P. GODON, 1984. Zonage agroclimatique de la Guyane. *La Météorologie*, 7^{ème} sér., 5 : 37-40
- PONTAILLER & coll., 1988. Bilan de l'eau et évaporation de forêts feuillues. p. 329-355 in Etudes sur les transferts de l'eau dans le système sol-plante-atmosphère. INRA, Versailles.
- M.A. ROCHE, 1982. Evapotranspiration réelle de la forêt amazonienne en Guyane. *Cah. ORSTOM sér. Hydrol.* 19 : 37-44
- D. SOLTNER, 1982. Les bases de la production végétale, Tome 2: Le Climat (2^{ème} éd.). Sciences et Techniques agricoles, Angers, 312 p.