

# QUELQUES RÉFLEXIONS SUR LES ABUS AUXQUELS PEUVENT CONDUIRE LES FORMULES D'ÉVAPOTRANSPIRATION RÉELLE OU POTENTIELLE EN MATIÈRE DE SYLVICULTURE ET DE BIOCLIMATOLOGIE TROPICALE

par A. AUBREVILLE  
*Membre de l'Institut*

« Bois et Forêts des Tropiques » a publié successivement dans les 2 derniers numéros de 1970, n° 133 et 134, 2 articles sur l'évapotranspiration dans les régions forestières tropicales, le premier de M. SARLIN intitulé « Evaporation et végétation forestière tropicale », l'autre de M. CRUIZIAT du département de bioclimatologie de l'Institut National de la Recherche Agronomique, sous le titre « Contribution à l'utilisation de la notion d'E. T. P. en sylviculture et écologie forestière ». J'ai quelques réflexions à présenter sur les erreurs qui peuvent être commises en matière de détermination de l'évapotranspiration réelle ou de l'évapotranspiration potentielle (E. T. P.), et sur les conséquences que l'on peut tirer de l'interprétation de ces notions en matière d'écologie forestière tropicale.

M. SARLIN a donné dans un tableau les chiffres de l'évaporation mesurée et de l'évaporation calculée pour un assez grand nombre de stations forestières tropicales des anciens territoires français. Les mesures d'évaporation sont faites en utilisant l'évaporomètre Piche sous abri. L'évaporation calculée est obtenue par l'emploi d'une formule où interviennent la température moyenne annuelle et le déficit hygrométrique avec emploi de coefficients empiriques choisis de façon que les valeurs calculées se rapprochent le mieux possible des valeurs mesurées.

En consultant ce tableau on ne peut manquer d'être surpris de la très faible évaporation de la plupart des stations situées en forêt tropicale humide. Pour l'évaporation mesurée les valeurs les plus basses sont par exemple : 456 mm à Makokou (Gabon), 440 mm à Eséka (Cameroun). Elles sont généralement notablement inférieures à 1.000 mm.

BERNARD (1) avait calculé approximativement l'évaporation réelle du vaste bassin du fleuve

Congo connaissant le débit à la sortie du bassin et la quantité totale des pluies reçues. L'évaporation est égale à la quantité de pluies diminuée du débit du fleuve. D'après BERNARD, la moyenne du bassin serait de 1.173 mm, à rapprocher d'une pluviométrie moyenne de 1.510 mm. Il estimait que l'évaporation réelle était de 1.395 mm pour les forêts congolaises proprement dites et de 1.025 mm pour la savane, à l'intérieur du bassin congolais.

L'apport océanique dans les précipitations ne serait donc que de  $1.510 - 1.173 = 337$  mm. Le rapport débit/pluviométrie qui exprime l'apport d'eau océanique dans la lame d'eau pluviale reçue par le bassin serait, dans le bassin du Congo, seulement de 22 %. Le cycle intérieur de l'évaporation apparaît donc de beaucoup le plus important pour l'alimentation des précipitations atmosphériques. Evidemment un tel calcul n'est valable que pour un bassin fermé c'est-à-dire sans échange d'humidité avec les régions limitrophes.

Il existe d'autres méthodes pour mesurer l'évaporation d'un type déterminé de couverture végétale.

Des expériences au principe ingénieux (1), furent entreprises à Yangambi au Congo ex-Belge pendant une année ; observations comparatives : sous forêt, sous des gazons de Paspalum, exposés à la pluie ou arrosés, ou sur sol nu. A très peu près le gazon de Paspalum évaporait journellement autant d'eau que la forêt, environ 3 mm. Les expérimentateurs évaluèrent l'évapotranspiration réelle annuelle de la forêt de Yangambi à 1.433 mm, de la pelouse à Paspalum à 1.370 mm et du sol nu à 1.145 mm, l'indice pluviométrique moyen étant de 1.859 mm. L'évaporation totale de la forêt, 1.433 mm, se répartit entre l'évaporation

(1) BERNARD. Le climat écologique de la cuvette centrale congolaise. *Bibl. I. N. E. A. C.* (1945).

(1) A. FOCAN et J. J. FRIPIAT. Une année d'observation de l'humidité du sol à Yangambi. *Bull. Séc. Inst. Roy. Gl. Belge* (1953).

proprement dite 1.066 mm, et l'évaporation de l'eau interceptée par la forêt avant d'atteindre le sol ou évaporée dès qu'elle atteint la surface du sol surchauffé, 367 mm.

La mesure de l'évapotranspiration de la forêt à Yangambi est donc proche des chiffres cités par BERNARD pour la moyenne de la forêt congolaise. Celle-ci serait sensiblement égale à l'évaporation d'une nappe d'eau libre à Yangambi, estimée à 1.416 mm. Au cœur de la forêt congolaise, la forêt évaporerait donc au total, un peu plus qu'une égale surface d'eau libre.

BERNARD dans le même ouvrage a cité un certain nombre d'autres chiffres d'évaporation dans les pays tropicaux comparables à ceux établis au Congo.

Il est bien connu qu'il est très difficile de mesurer l'évaporation avec des appareils car mesurée sur de petites surfaces l'évaporation dépend de la forme et des dimensions de la surface évaporante. Elle diffère de l'évaporation naturelle d'une grande nappe d'eau libre.

De multiples formules ont donc été établies dans l'espoir de calculer l'évaporation plus exactement et plus facilement à partir des données climatiques classiques. M. SARLIN s'est servi de l'une d'elles.

En examinant son tableau on constate immédiatement que si dans de nombreux cas il y a une concordance acceptable, entre l'évaporation mesurée et l'évaporation calculée, dans d'autres cas l'écart entre les 2 valeurs n'est pas admissible. Par exemple à Makokou (456 mm et 720 mm) l'écart est de 57 %, à Eséka dans la forêt camerounaise (440 et 750) l'écart atteint 70 %, à Adiaké en basse Côte-d'Ivoire (505 et 750) l'écart est de 48 %. Si l'on considère d'autre part la figure 2 où sur un graphique sont portées un certain nombre de stations d'après leurs coordonnées d'évaporation mesurée et d'évaporation calculée on constate par exemple que l'évaporation mesurée de 1.000 mm correspondrait à une évaporation calculée pouvant varier entre 620 et 1.400 mm. La coordination entre les mesures et le calcul est loin d'être suffisante. Sur la figure 3 on peut constater qu'une évaporation mesurée de 1.000 mm peut correspondre à une pluviométrie allant de 200 mm à 2.900 mm.

Je conclurai que ni les méthodes expérimentales ni les méthodes de calcul ne sont suffisantes pour déterminer l'évaporation réelle dans les régions de forêts tropicales qui sont ici en cause et qu'il serait imprudent d'en tirer des conséquences au point de vue de la productivité des forêts.

Il n'y a, à mon avis, qu'une méthode expérimentale valable de mesure de l'évapotranspiration d'un type de végétation c'est l'emploi de lysimètres d'assez grandes superficies, ou encore d'expériences sur un bassin versant fermé dont on peut déterminer le débit à la sortie de l'exutoire.

### Evapotranspiration potentielle (E. T. P.).

La notion a été définie en 1948 par THORNTHWAITE. C'est la quantité d'eau qui pourrait être transpirée par la végétation et évaporée par le sol si l'alimentation en eau du sol était constamment suffisante. Ce sont des conditions très différentes de celles de l'évapotranspiration réelle. L'E. T. P. est difficilement mesurable directement. Elle dépend de la température et de la latitude suivant les uns, ou de la température seule selon d'autres.

Il est certain qu'elle mesure le maximum possible d'activité physiologique de la végétation laquelle est en rapport avec l'énergie maximum mise à sa disposition, celle-ci disposant toujours, par définition, de toute l'eau requise pour une évapotranspiration et une croissance maximum. L'E. T. P. est donc un véritable indice climatique qui peut être utilisé pour une division en zones thermiques.

De multiples formules ont surgi pour calculer cette E. T. P. La notion peut avoir un intérêt pratique agronomique puisque dans les cultures les plantes peuvent être artificiellement placées grâce à l'irrigation dans les conditions optima de végétation définies par l'E. T. P. et donc d'efficacité de croissance et de production pour une région déterminée. La connaissance de l'E. T. P. peut donc théoriquement permettre de calculer la quantité d'eau nécessaire aux irrigations pour mettre les plantes dans les meilleures conditions possibles de croissance, en évitant par ailleurs les excès et les pertes d'eau.

Nous percevons immédiatement l'inutilité de tels calculs lorsqu'il s'agit de sylviculture car les forestiers ne peuvent compter que sur l'eau du ciel et il n'est évidemment pas question pour eux de songer à irriguer leurs périmètres de reboisement. Il est donc a priori inutile aux sylviculteurs de risquer de s'égarer dans les calculs très compliqués par l'emploi de multiples formules auxquelles s'exerce la sagacité des écologistes spécialisés.

En ce qui concerne la classification qui intéresse les bioclimatologistes j'ai déjà eu l'occasion de montrer que cette notion d'E. T. P. n'avait pas de valeur bioclimatologique véritable au moins quand elle est appliquée dans la zone intertropicale (1). La meilleure démonstration de cette inefficacité a été fournie involontairement — et je l'ai signalée autrefois — par la publication d'une carte bioclimatologique en couleur de l'Afrique publiée par la F.A.O. (2). La considération de l'E.T.P. a dans ce cas abouti à la division de l'Afrique en zones climatiques aberrantes parce qu'elles ne

(1) AUBREVILLE. *Adansonia* 5,3 : 297-306. Conceptions modernes en bioclimatologie et classification des formations végétales (1965).

(2) *Unasylva* 9, (1955).

correspondent que de loin à la répartition des types de végétation.

Les climatologues lorsqu'ils veulent négliger le rythme des saisons pluviométriques et celui du déficit de saturation, ce qui est généralement le cas, aboutissent inévitablement à de telles erreurs.

Dans la conception de cette E. T. P. la végétation est considérée comme un mécanisme physique par lequel l'eau est transportée du sol dans l'atmosphère. Mais les plantes ne sont pas des machines. Par exemple lorsqu'il y a un déficit d'eau constaté cela correspond à un ralentissement fonctionnel de la végétation (défeuillaison) qui est une période de repos de cette végétation laquelle peut être aussi une nécessité de son rythme vital. En apportant tout le complément de l'eau qui lui manque (d'après le calcul de l'E. T. P.) pendant cette période il est douteux qu'une végétation habituée à ces périodes de dormance puisse en bénéficier et revenir instantanément à un développement maximum.

L'E. T. P. ne peut être un indice écologique de la formation végétale en place, laquelle est en équilibre avec le milieu réel et ses éventuelles insuffisances temporaires en eau. Les déficits définis par le calcul de l'E. T. P. sont des déficits virtuels théoriques mais non des déficits biologiques réels susceptibles de troubler la vitalité de la végétation adaptée au bioclimat existant.

L'observation a souvent été faite que des espèces d'arbres issues d'une région à climat comportant une saison sèche durant laquelle elles perdent leurs feuilles et qui viennent, par plantations de main d'homme où par suite du hasard des disséminations de leurs graines, s'installer dans les régions nettement plus humides, y conservent leur rythme biologique en dépit d'une saison sèche devenue moins aride et même absente et que notamment elles continuent à se défeuiller durant une certaine période de l'année.

Les végétaux s'adaptent à des variations de la ressource en eau, ces adaptations font partie de leur écologie. Chaque espèce a aussi son propre système de contrôle de sa transpiration.

Notre écologie forestière n'est pas seulement à la recherche des conditions climatiques favorables au développement maximum des arbres mais également à celle des conditions limites (minimum) ou ordinaires de leur existence faites par la nature.

M. CRUIZIAT a reproduit un tableau (1) où un certain nombre de stations de la Côte-d'Ivoire sont indiquées ; les évapotranspirations potentielles mensuelles et annuelles. Le total de l'E. T. P. pour 8 stations situées en forêt dense humide ne varie qu'entre 1.312 et 1.627 mm soit 1.504 en moyenne. Les variations n'ont aucune signification ni pour l'écologie forestière, ni pour la sylviculture.

En ce qui concerne les stations de la zone des savanes du nord de la Côte-d'Ivoire l'écart est de 1.572 à 1.847. Il n'a pas non plus grande signification. La carte de la Côte-d'Ivoire jointe, établie, on ne sait comment, d'après les zones d'égale E. T. P. mensuelle, n'apporte rien à une simple carte de la pluviométrie, surtout corrigée par celle de la répartition de la saison sèche écologique. Même pour les planteurs de la Côte-d'Ivoire je ne vois pas l'utilité de ces données calculées. Rares sont ceux qui auront l'opportunité d'irriguer leurs plantations de caféiers, de cacao, de palmier à huile, etc.

L'écologie est une science à la mode, comme « l'environnement », depuis peu. Depuis un demi-siècle peut-être, bien avant l'Université, l'écologie a été enseignée aux promotions de forestiers par le Directeur de l'École Nationale des Eaux et Forêts, GUINIER, Membre de l'Académie des Sciences. A cette époque on ne parlait pas d'« environnement » (2) mais de « milieu », ce qui est la même chose, mais en mieux. Aujourd'hui, il y a des excès de formules mathématiques qui ne correspondent pas nécessairement à des progrès de l'écologie, laquelle est essentiellement une science d'observation et d'expérimentation.

A. AUBREVILLE.

(1) Tiré de ELDIN et DAUDET. 1967. Etude de reboisement et de protection des sols. O. R. S. T. O. M. Adipopodoumé.

(2) Le terme anglais d'« environnement » employé depuis une vingtaine d'années par les écologistes anglais a une origine française, mais il nous est revenu francisé très récemment en écologie et en politique de conservation de la nature.

† ENVIRONNEMENT, s. m. Action d'environner ; résultat de cette action.

— HIST. XVI<sup>e</sup> s. Et ne scauroit on faire une lieue au travers qu'elle n'en monte à plus de six, à cause des environnements (= circuits) qu'il faut faire pour en sortir, PALISSY, 255.

— ETYM. Environner.

(Extrait de : E. LITTRÉ, Dictionnaire de la langue française, éd. 1, 2 : 1448 (1873). Le signe † concerne les mots absents du Dictionnaire de l'Académie).

Cité par J. RAYNAL.