

LE BAC D'EAU LIBRE ET L'ÉVALUATION DES CONSOMMATIONS D'EAU DES COUVERTS VÉGÉTAUX*

par

Ch. RIOU

Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM)

Pour évaluer ce que consomme un couvert végétal, donnée souvent précieuse, en particulier pour l'agronome, différents procédés sont utilisables, chacun d'entre eux comportant d'ailleurs des inconvénients. L'évapotranspiromètre est à coup sûr un appareil digne d'intérêt, mais il demande des soins constants sous peine de fournir des valeurs aberrantes. Il existe d'autre part un certain nombre de formules plus ou moins satisfaisantes, mais souvent les éléments nécessaires à leur calcul font défaut.

Le bac d'eau libre est un appareil simple, peu coûteux, facile à installer, ce qui lui vaut une grande diffusion. En contrepartie, il faut avouer que ses données ne sont pas, en général, directement utilisables, quand il s'agit d'évaluer la consommation d'eau d'un couvert végétal. Doit-on en conclure que ces données soient inutiles? C'est pour répondre à cette question que nous avons tenté, sous des climats différents, allant du climat désertique au climat équatorial, de préciser les facteurs jouant un rôle spécifique dans l'évaporation de l'eau contenue dans un petit bac.

Il existe de nombreux types de bacs; celui que nous avons utilisé est très proche du bac colorado américain, puisque sa section est carrée, de 1 m de côté, qu'il a 0,60 m de profondeur et qu'il est enterré sur 0,50 m. Une pointe soudée à la paroi permet de repérer le niveau du remplissage à 0,10 m du bord.

De tels bacs ont évidemment des caractéristiques différentes de celles d'un couvert végétal: l'albedo, la rugosité de la surface évaporante, le rebord, les échanges thermiques entre la masse d'eau et la surface, entre le sol environnant et l'eau. Il faut également noter qu'une surface végétale évaporante n'est pas saturée d'eau en permanence.

Quand il s'agit d'un couvert végétal, bien alimenté en eau et qui fournit autant de vapeur d'eau que le climat le permet, cette dernière différence s'estompe. En ce qui concerne les autres, quelques remarques sont nécessaires.

L'albedo.

Il s'agit surtout ici de l'albedo du rayonnement de courte longueur d'onde; celui de l'eau comme ceux des principaux couverts végétaux sont connus et il est relativement aisé de les mesurer. La différence d'albedo entre deux surfaces n'entraîne pas de difficulté majeure quand il s'agit de comparer leurs évaporations.

Les échanges thermiques entre le bac et le sol.

On reproche souvent aux petits bacs enterrés de recevoir une certaine quantité d'énergie calorifique du sol qui les entoure, énergie qui, s'ajoutant à celle reçue de l'atmosphère, entraîne un supplément notable d'évaporation. Ceci est indéniable, mais il faut préciser l'importance de cet effet. A Fort-Lamy, dans la zone sahélienne du Tchad, deux bacs enterrés de 1 m² ont été comparés pendant la saison chaude et sèche, l'un d'eux étant isolé thermiquement du sol; l'écart mensuel sur les évaporations n'a pas dépassé 7% et, dès les premières pluies, cet écart est devenu négligeable. Il n'y a donc pas lieu de donner une grande importance à ce facteur.

En ce qui concerne les échanges de chaleur entre la surface et la profondeur, s'ils sont significatifs pour des intervalles de temps réduits, à l'échelle de 10 jours, et même des 24 heures, ils ne représentent qu'une faible part de l'énergie utilisée par l'évaporation, l'eau comme le sol se réchauffant le jour, mais restituant à l'atmosphère une grande part de cette énergie pendant la nuit.

Le rôle du vent.

La surface de l'eau est une petite surface lisse, mais le rebord du bac est un brise-vent imperméable. L'effet de ce rebord est mal connu mais on peut faire à propos du rôle du vent deux remarques. L'évaporation du bac reste sensible au vent puisqu'elle peut s'exprimer par la formule de DALTON: $E = bu(e_s - e_a)$, où u est la vitesse du vent, généralement mesurée à 2 m, b une constante, e_s la pression de vapeur saturante à la température de la surface de l'eau et e_a la pression de vapeur

* Communication présentée au Séminaire International sur les perspectives pour l'irrigation en Afrique de l'Ouest, Ibadan (Nigeria), 22-27 octobre 1972.

mesurée sous abri. L'exposant 1 qui affecte ici u montre l'importance du vent dans l'évaporation. Cette formule n'est cependant valable que pour un certain intervalle de vitesse du vent; par vent faible (vitesse inférieure à 1 m/sec), le coefficient b n'est plus constant mais augmente. Ceci pourrait être attribué à une sous-estimation des vents faibles par les anémomètres usuels, mais on peut noter que la variation de b est différente suivant la nature de la surface qui entoure le bac; un bac situé au sein d'une surface de sol nu est par exemple plus sensible aux vents modérés qu'un même bac situé au milieu d'une pelouse. Ceci nous conduit à noter l'importance de la surface qui entoure le bac.

L'effet d'hétérogénéité.

Les résultats théoriques et expérimentaux montrent qu'au sein d'une zone sèche, une surface évaporante qui diminue voit son évaporation augmenter et que cette augmentation d'abord faible devient notable dès que la surface devient inférieure à une dizaine de mètres carrés. On peut donc distinguer, à propos des bacs, trois échelles spatiales. Celle du champ de quelques hectares qui intéresse en général l'agronome, celle de la parcelle d'une dizaine de mètres carrés et enfin celle du bac. Si le bac avait une surface assez grande (10 m² ou plus), son évaporation serait comparable à celle d'un petit lac peu profond et donc plus facile à rapprocher de celle d'un couvert végétal de même importance. Pour des bacs plus petits, la nature de la surface immédiatement environnante joue un rôle important. C'est ainsi qu'en zone désertique un bac enterré de 1 m² au sein d'une parcelle de sol nu évapore 30 % de plus qu'un même bac au sein d'une petite pelouse irriguée de 400 m².

On a vu, un peu plus haut, que l'effet du vent variait également avec la nature de la surface environnante. Il est encore d'autres effets liés à cette surface comme l'importance des rebonds des gouttes de pluie, ce qui entraîne qu'une part plus ou moins grande de la pluie au sol reste dans le bac. Tous ces effets sont dus à l'introduction d'une petite surface d'eau au sein d'une zone donnée, créant ainsi une hétérogénéité locale affectant la température, l'albedo, la rugosité... Cet effet affecte évidemment l'évaporation, et ceci est la cause première des difficultés d'utilisation des données du bac.

Un essai d'analyse

Le mécanisme de la diffusion de la vapeur d'eau est très complexe et les théories élaborées pour interpréter la turbulence naturelle sont loin d'être pleinement satisfaisantes. En attendant que des progrès décisifs soient faits dans cette voie, un certain nombre d'auteurs ont utilisé ces résultats théoriques pour évaluer l'évaporation. Ils l'ont fait en général en simplifiant le problème et il faut reconnaître que malgré l'audace de ces simplifications, ces tentatives ont parfois été couronnées de succès, car à l'échelle de l'évaporation décadaire ou mensuelle bien des approximations sont légitimes. C'est dans ce même esprit que nous avons

tenté d'évaluer l'effet d'hétérogénéité sur la température de la surface évaporante et ses conséquences sur l'évaporation.

A l'échelle d'une surface d'une certaine dimension, de l'ordre du kilomètre carré, le climat est repéré par des mesures effectuées au-dessus du sol, le plus souvent à une altitude de 2 m. Pour le bac, un autre climat doit être défini et il ne pourrait être repéré que par des mesures situées très près de la surface du bac, à une hauteur z qui dépend des dimensions de ce bac. Dans cette hypothèse, l'évaporation du bac peut être analysée par les formules usuelles à condition d'y introduire les éléments du microclimat obtenus à la hauteur z . On peut admettre qu'au-dessus du niveau z le climat n'est guère modifié par l'introduction du bac et l'on peut alors rattacher les éléments obtenus à 2 m d'altitude à ceux qui définissent le climat au niveau z . Il est alors possible d'exprimer l'évaporation du bac en fonction des données usuelles du climat et de paramètres dépendant de la surface du bac. La formule ainsi obtenue n'est guère utilisable, mais elle se simplifie dans un cas limite, celui d'un petit bac pour lequel l'effet d'hétérogénéité est maximum. Le bac de 1 m², les résultats expérimentaux le montrent, a une évaporation très proche d'un tel bac.

Une méthode identique à celle de PENMAN conduit alors à une expression de l'évaporation valable pour le bac de 1 m² :

$$E_b = \frac{\Delta Q/L + 2\gamma E_a}{\Delta + 2\gamma}$$

où Q : bilan de rayonnement; L : chaleur latente de vaporisation; γ : constante psychrométrique; E_a : $\beta u (e_a - e_a)$ où e_a est la pression de vapeur d'eau saturante à la température de l'air θ_a ; $\Delta = de_a/d\theta_a$.

On voit qu'elle ne diffère de celle de PENMAN que par le coefficient 2γ . La consommation d'eau d'un couvert végétal bien irrigué est en général traduite correctement par la formule :

$$ETP = f \frac{\Delta Q/L + \gamma E_a}{\Delta + \gamma}$$

f étant un coefficient qui peut varier avec la saison et le type de couvert végétal. On en déduit une relation entre ETP et E_b :

$$ETP = f \frac{\Delta + 2\gamma}{\Delta + \gamma} \quad \left(E_b = \frac{\gamma E_a}{\Delta + 2\gamma} \right)$$

qui devient, quand f est proche de 0,80 :

$$ETP \approx E_b \frac{\gamma E_a}{\Delta + 2\gamma}$$

Utilisée à la fois en zone sèche et en zone équatoriale, cette formule a donné de bons résultats en Afrique Centrale, comparée aux données des évapotranspiromètres. Une légère correction peut encore l'améliorer, surtout en zone humide si, notant que la température de l'eau du bac est différente de celle de l'air, on en tient compte dans l'estimation du bilan de rayonnement dans le calcul de E_b .

Ces résultats sont encourageants et montrent l'intérêt des mesures en bac plus souvent effectuées que réellement utilisées. La méthodologie à adopter est simple :

choix d'un type de bac aux caractéristiques bien définies, de préférence enterré, une surface de 1 m² pouvant suffire ;

installation de ce bac au sein d'une petite zone bien représentative de la région : sol nu en zone aride, pelouse en zone humide ;

association avec le bac d'une petite station climatologique (abri météorologique, anémomètre totalisateur) fournissant les éléments usuels du climat.

Un tel dispositif suffit pour obtenir le terme E, et donc pour calculer ETP à partir de l'évaporation du bac.

Ce dispositif existe souvent et il est facile à mettre en place. Les résultats que nous en avons tirés, au Tchad, en RCA et au Congo pendant plusieurs années, nous ont amené à penser qu'ils pourraient s'étendre à d'autres régions.

Notre souhait ici est de voir cet appareil, simple et bon marché, qu'est le bac d'évaporation se répandre et s'avérer efficace pour fournir des données approchées mais utiles à l'agronome.

BIBLIOGRAPHIE

RIOU (Ch.), 1971. Evaporation en bac et évapotranspiration potentielle.

Bulletin de l'IASH, XVI, 2, 6/1971.

—, 1972. Etude de l'évaporation en Afrique centrale.

Thèse de Doctorat ès Sciences Physiques, ORSTOM, 1972.

4

L'AGRONOMIE TROPICALE

—
Extrait du Vol. XXVIII, n° 9

SEPTEMBRE 1973
—

LE BAC D'EAU LIBRE ET L'ÉVALUATION DES CONSOMMATIONS D'EAU DES COUVERTS VÉGÉTAUX

par

Ch. RIOU

Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM)

25 JAN. 1974

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° 6610Hydr.