

Ch. RIOU* et G. J. DUBOIS**

L'utilisation des bacs d'évaporation sous climat sahélien

INTRODUCTION

Les bacs d'évaporation constituent un matériel utilisé depuis de nombreuses années, en de nombreux points du globe. Comme tous les évaporomètres, ils fournissent des valeurs qui ne concernent que des réservoirs identiques placés dans les mêmes conditions générales. Le problème demeure toujours d'utiliser ces données pour des réservoirs ou des surfaces évaporantes différentes. En particulier, le but de beaucoup d'utilisateurs des bacs est l'estimation de l'évaporation de grandes nappes d'eau. On peut dire que les deux voies suivies jusqu'à présent pour corriger les valeurs obtenues sur bac, la voie empirique qui consiste à multiplier l'évaporation globale du bac par un coefficient, et la méthode rationnelle visant à étudier les causes de divergence entre petits et grands réservoirs, ne donnent pas entièrement satisfaction. L'ambition de l'auteur n'est pas d'apporter une solution à ce problème, mais de mettre l'accent sur un certain nombre de précautions à prendre, pour l'installation des bacs et l'interprétation de leurs résultats.

INSTALLATION D'UNE STATION D'ÉVAPORATION

Des bacs, quels qu'ils soient, sont des réservoirs conventionnels, utilisés tout d'abord pour des mesures relatives et comparées. Ceci implique que les caractéristiques des bacs soient scrupuleusement identiques aux normes.

Pour un bac exposé au soleil comme le bac « Classe A », la couleur joue évidemment un rôle important, la chaleur des parois étant modifiée par leur pouvoir de réflexion. Il y a peu de mesures mettant en évidence l'influence de la couleur, mais celle-ci doit être choisie conformément aux règles fixées.

L'influence de la hauteur du rebord des bacs enterrés apparaît par contre très nettement. Ce rebord constitue évidemment un brise-vent et modifie la turbulence sur une distance représentant plusieurs fois sa hauteur. Le rebord intervient d'autre part en faisant de l'ombre sur la surface de l'eau. Il y aurait théoriquement intérêt à réduire ce rebord au maximum. En fait, la nécessité

* Maître de Recherches de l'O.R.S.T.O.M.

** Hydrologue de l'O.R.S.T.O.M.

de ne pas perdre d'eau, quand la surface du bac est agitée, la protection contre le rebond des gouttes de pluie, fait que le rebord a toujours une certaine hauteur, mais là encore il importe qu'elle soit toujours la même pour un bac donné.

La hauteur de la nappe dans le bac intervient pour les mêmes raisons. BONYTHON a montré qu'une variation de 5 cm pourrait entraîner une variation de 15 % de l'évaporation. Plusieurs facteurs peuvent intervenir.

La turbulence varie au niveau de la surface avec la hauteur de l'eau derrière le brise-vent constitué par le rebord. D'autre part, pour les bacs enterrés, il y a des échanges thermiques entre l'eau et le sol environnant. Si la nappe est au-dessus du sol, les échanges avec la couche d'eau superficielle se font avec l'air et non avec le sol, les parois directement chauffées par le soleil intervenant dans l'établissement de la température superficielle de l'eau.

Or, la loi de Dalton

$$E = (a + bu) (e_s - e_a)$$

nous montre que toute modification de la turbulence et de la température superficielle de l'eau entraîne une variation de E.

LECTURE

La mesure volumétrique de l'eau ajoutée au bac, pour rétablir le niveau à l'aide d'un repère, constitue une mesure précise, car toute erreur dans l'ajustement du niveau est compensée par les lectures suivantes, si l'on s'attache à connaître l'évaporation pendant des périodes assez longues (décade ou mois). L'erreur absolue sur la période restant la même quelle que soit sa durée (erreur sur le premier et le dernier ajustement) l'erreur relative diminue rapidement; ceci toutefois, si la surface projetée du bac est connue avec précision. Cette remarque s'applique en particulier au bac rond, lorsqu'on opère par des mesures de volume au lieu d'utiliser la vis micrométrique. Une question souvent évoquée est celle de la dilatation... Un calcul élémentaire montre (BOUCHARDEAU) que, sur un bac colorado, l'accroissement apparent du niveau de l'eau est de l'ordre de 0,12 mm par degré. Il est évident que si la dilatation intervient pour des mesures précises portant sur de petits intervalles de temps, elle devient négligeable pour des mesures quotidiennes. Un bac colorado relevé à 07 h à Fort-Lamy a des différences de température de l'eau de 2° maximum d'un jour à l'autre, et ces différences ne sont pas toujours dans le même sens. Même en admettant un accroissement maximal continu de la température, l'erreur ne serait que de 7,2 mm sur le mois, c'est-à-dire une erreur inférieure à 4 %.

La mesure de l'évaporation pendant la saison des pluies pose des problèmes. Un certain nombre de facteurs viennent la perturber :

- Influence du vent précédant la tornade qui peut faire sortir du bac une certaine quantité d'eau.
- Rebondissement des gouttes d'eau sur le rebord du bac ou autour de celui-ci, et leur pénétration dans le bac.
- Rebondissement hors du bac des gouttes de pluie.

Dans ces conditions, l'évaluation de l'eau apportée par la pluie grâce à un ou plusieurs pluviomètres devient aléatoire. Une solution peu pratique consiste à recouvrir le bac d'un toit pendant la pluie, toit ne modifiant pas la turbulence, mais protégeant de la pluie. Par vent assez faible, pluie peu abondante, et quand les nombreux pluviomètres répartis autour des bacs, à la même hauteur que ceux-ci, donnent des résultats cohérents, on peut sans difficulté corriger les résultats des bacs, en tenant compte de la pluie. Dans les autres cas, c'est souvent une question d'appréciation.

Il est néanmoins nécessaire de limiter les surfaces de rebondissement des gouttes près du bac, en évitant les larges rebords, ou les plaques supports de la bouteille graduée de mesure.

COMPARAISON DES BACS

Comparaison de plusieurs bacs colorado. Dispersion des résultats.

Trois bacs colorado identiques ont été suivis pendant deux mois, comme phase préliminaire d'une expérimentation. Ils étaient situés tous trois dans une aire de 100 m². Les résultats sont les suivants :

Bac n°	1	2	3
<i>Novembre</i>			
Décade 1	72,8	73,0	72,5
2	70,8	71,0	70,4
3	63,2	62,8	63,9
Total -	206,8	206,8	206,8
<i>Décembre</i>			
Décade 1	59,7	60,1	61,0
2	48,7	49,3	49,2
3	54,8	56,8	56,4
Total -	163,2	166,2	166,6
Total des 2 mois	370,0	373,0	373,4

Les résultats sont remarquablement identiques et il est certain qu'à l'échelle du mois et même de la décade des mesures faites avec soin conduisent à des résultats significatifs.

Il paraît intéressant à ce sujet d'évaluer l'écart maximal relatif en fonction de la durée de la période des mesures; on trouve :

1 journée	19 %
10 jours	4 %
1 mois	2 %
2 mois	1 %

L'erreur relative diminue donc rapidement avec la durée des mesures (fig. 1).

Bac colorado et Bac Classe A. (Voir tableau en fin de texte.)

La comparaison entre le bac classe A et le bac colorado porte maintenant sur trois années d'observations à Fort-Lamy. Il apparaît nettement une relation linéaire entre les données mensuelles des deux bacs, de la forme

$$E \text{ classe A} = 1,12 E \text{ colorado (fig. 2).}$$

Les rapports extrêmes varient de 1,00 à 1,23. Ce rapport semble plus faible en saison des pluies et en hiver, ce qui pourrait s'expliquer par une diminution de la température et du rayonnement solaire pendant ces deux périodes, facteurs qui interviennent évidemment dans l'écart entre les deux bacs. Cependant, il n'est pas possible actuellement de trouver une relation satisfaisante entre ce rapport et des données climatiques.

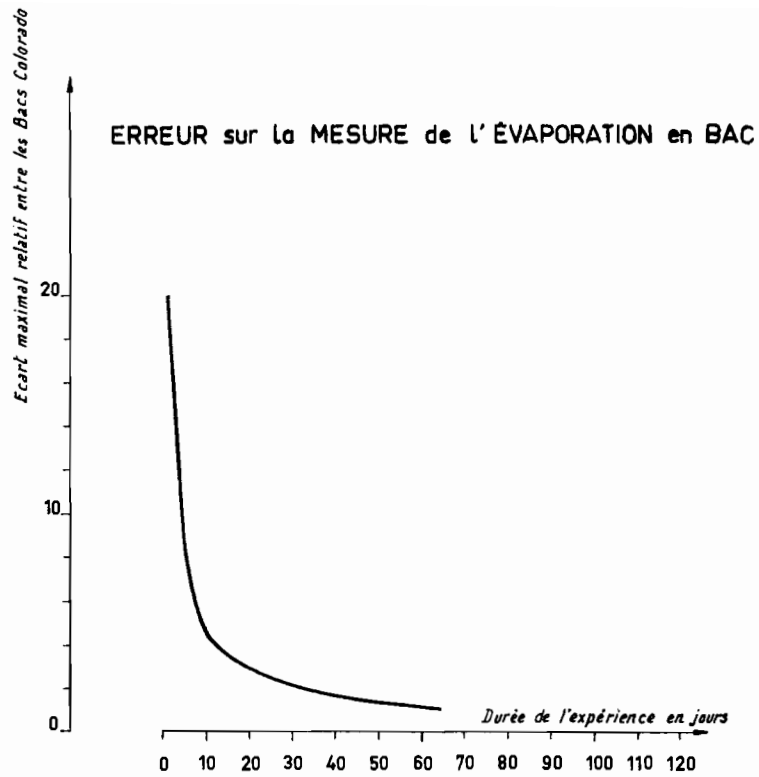


FIGURE 1.

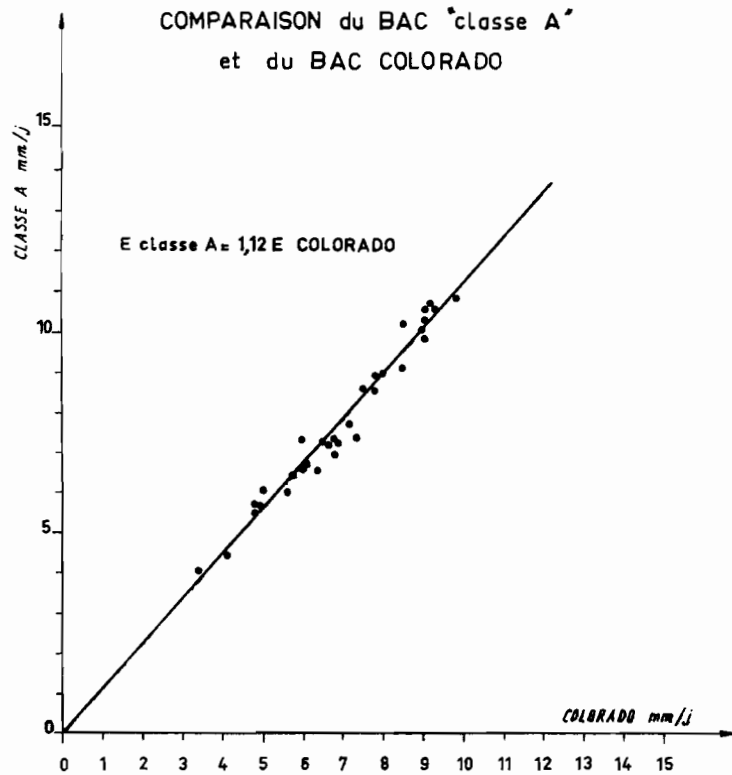


FIGURE 2.

TEMPÉRATURE DE L'EAU

Répartition des températures sur le bac colorado.

Des mesures de température en différents points de la surface du bac font apparaître un gradient horizontal. Les températures augmentent du centre vers les bords.

La différence de température atteint 1°. Les températures égales se répartissent en gros en cercles concentriques avec une déformation due à l'influence du vent et à l'ombre portée par les bords. Le côté sous le vent est légèrement plus chaud. En l'absence de vent, l'ombre portée réduit également l'écart. Ce gradient diminue rapidement vers le centre et à 15 cm du centre, la température ne varie plus. Ce gradient est dû à un réchauffement des bords par le sol.

On en tire une conséquence pratique : la température doit être prise au centre, mais la position du thermomètre peut légèrement varier transversalement sans fausser le résultat.

Ce gradient horizontal disparaît à 2 cm de profondeur. Il existe également un gradient vertical de température dans les tout premiers cm sous la surface et, pour la pratique des mesures, le thermomètre doit être juste immergé. On a observé un écart de 0,6 degré pour une variation de 2 cm du thermomètre en profondeur.

Variation journalière de la température des bacs.

La figure 3, donne l'évolution de la température de l'eau sur le bac colorado et le bac classe A pour deux journées : l'une en saison sèche, l'autre en saison des pluies.

Pour le bac colorado, on constate qu'en saison sèche, la température de l'eau devient rapidement inférieure à celle de l'air, et le reste jusqu'au coucher du soleil. Il en est de même pour le bac classe A qui se refroidit davantage que l'air, et dont la température ne devient supérieure à celle du bac colorado qu'assez tard.

En saison des pluies, par contre, les températures des bacs sont constamment supérieures à celles de l'air. L'inertie du bac colorado fait que son amplitude thermique est évidemment bien inférieure à celle du bac classe A. Celle-ci est identique à celle de l'air en saison sèche, et supérieure en saison des pluies.

Variation annuelle de la température des bacs.

La température moyenne de l'eau évolue comme celle de l'air. Pour le bac colorado, elle s'abaisse davantage en hiver, par suite de la faible remontée des maximums, elle passe au-dessus de celle de l'air en saison des pluies.

La variation annuelle montre donc pour les deux types de bacs deux minimums en hiver et au milieu de la saison des pluies, et deux maximums en saison sèche et à la fin de la saison des pluies. Le refroidissement nocturne est faible en saison des pluies et, à 6 h, la courbe de température ne présente qu'un léger fléchissement alors que le minimum d'hiver est très accentué, le refroidissement nocturne par ciel clair étant intense.

Le bac Classe A est évidemment, le matin, à une température plus basse que le colorado, mais à 12 h sa température est devenue supérieure (fig. 4).

La figure 5 montre la variation de l'écart $T_a - T_s$, pour 3 heures de la journée (*). A 6 h. le bac colorado est toujours plus chaud que l'air, et la perte de chaleur est maximale en hiver, minimale et faible en Avril, Mai. A 12 h et 18 h le bac reçoit de la chaleur de l'air pendant pratiquement toute la saison sèche, mais c'est l'inverse qui se produit pendant la saison des pluies.

DÉTERMINISME DE L'ÉVAPORATION

Une des lois les plus utilisées pour mettre en formule l'évaporation est celle de DALTON. C'est une loi semi-empirique ; elle fait intervenir les facteurs de l'évaporation, mais sous une forme approximative.

(*) T_a : Température de l'air.
 T_s : Température de l'eau dans le bac.

Température de l'eau des bacs - Variation journalière -

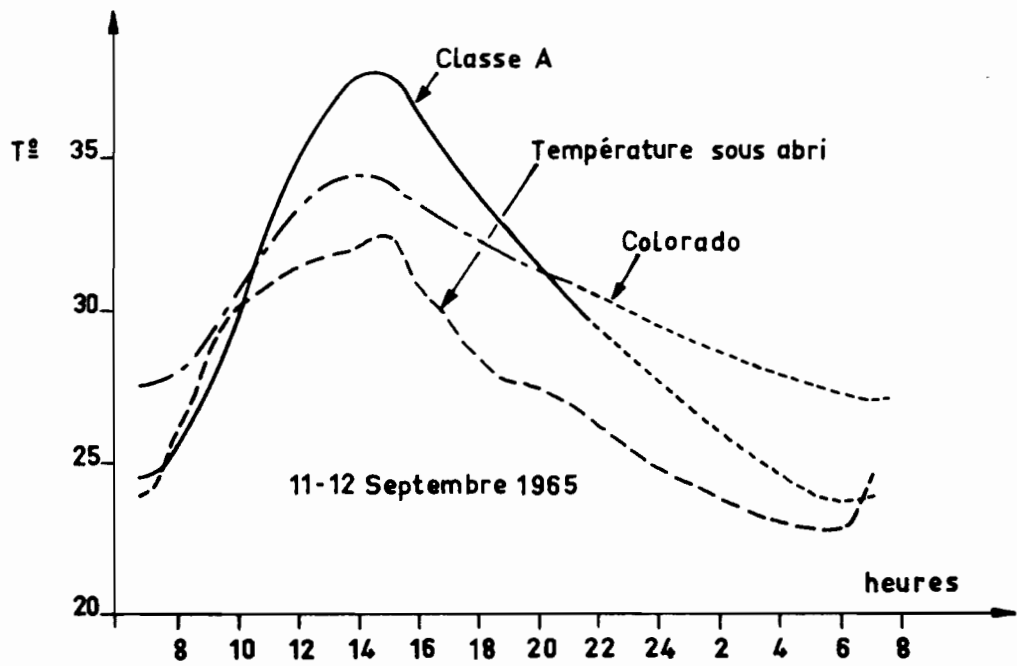
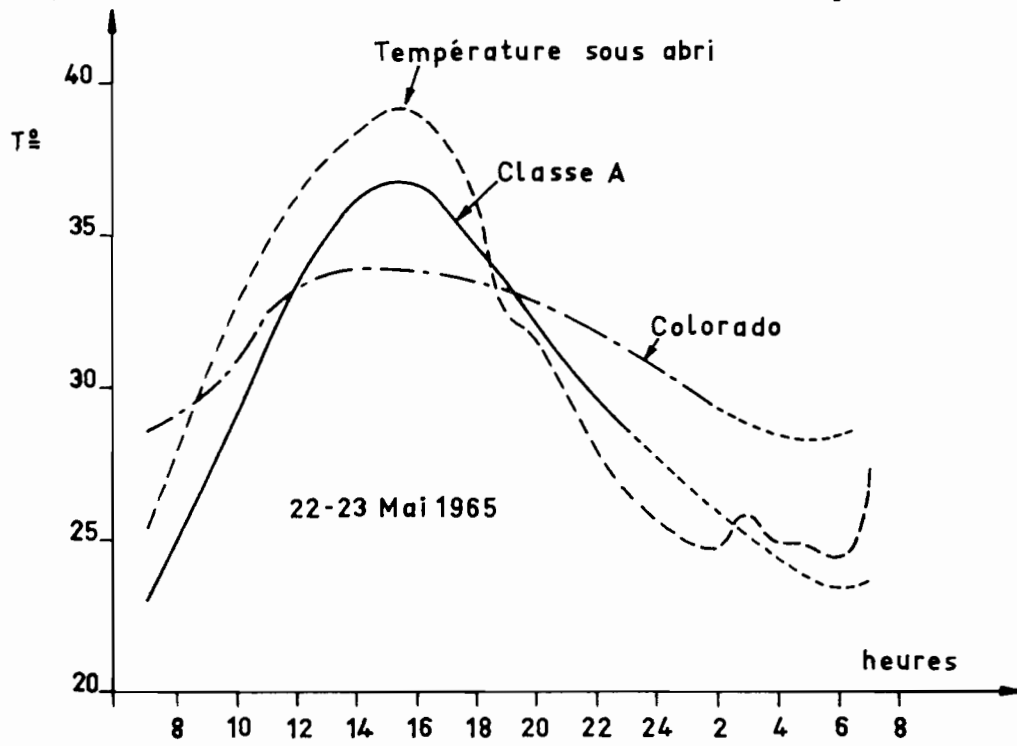


FIGURE 3.

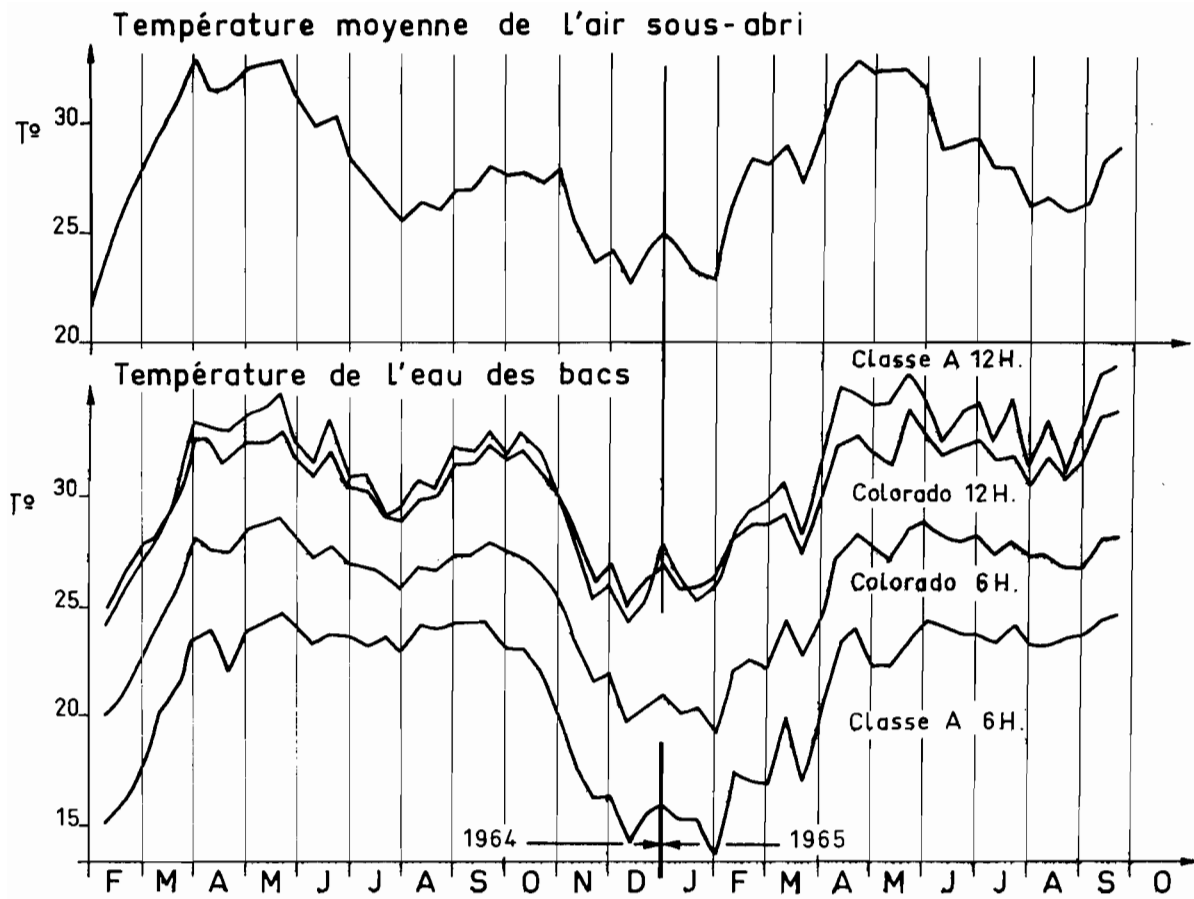
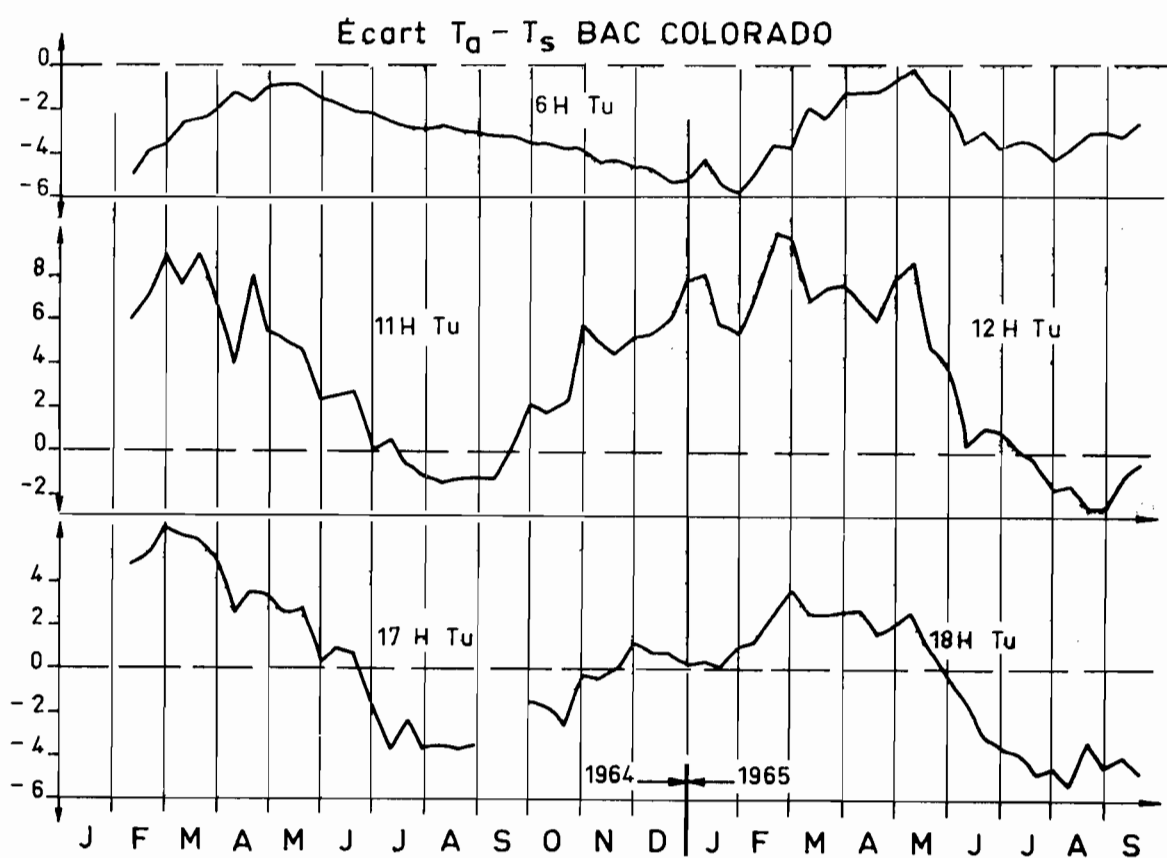


FIGURE 4.



En effet, la tension de vapeur utilisée dans la formule est mesurée sous abri et non dans la couche limite. La formule véritable serait :

$$E = D \frac{\varepsilon}{p} \frac{de}{dz}$$

D — étant le coefficient de diffusion moléculaire de la vapeur d'eau,

ε — une constante, rapport des masses moléculaires de la vapeur d'eau et de l'air,

p — la pression atmosphérique,

$\frac{de}{dz}$ — le gradient de tension de vapeur dans la couche limite.

Le gradient considéré dans la formule de DALTON est pris en fait entre la surface et l'abri. La fonction $\frac{D\varepsilon}{p}$ est remplacée par une fonction empirique du type $a + bu$, u étant la vitesse du vent.

La formule de DALTON n'a pas non plus de signification si l'on considère l'expression de l'évaporation dans la couche turbulente :

$$E = \frac{k \varepsilon \rho}{p} \frac{de}{dz}$$

ρ — masse spécifique de la vapeur d'eau,

k — coefficient de diffusion turbulente,

$\frac{de}{dz}$ — gradient de vapeur d'eau entre deux niveaux Z_1 et Z_2 .

Ces deux niveaux doivent en effet être distincts de la surface évaporante.

La loi de DALTON, qui englobe les deux processus, reste donc une approximation.

Expression de la loi de Dalton à Fort-Lamy.

L'expression $e_s - e_a$, différence entre la tension de vapeur saturante à la température de l'eau et la tension de vapeur existant dans l'air, a été calculée en prenant la moyenne de trois valeurs :

$$e_s - e_a \text{ à } 6 \text{ TU, } 11 \text{ TU} \quad \text{et} \quad 17 \text{ TU en } 1964 \\ 6 \text{ TU, } 12 \text{ TU} \quad \text{et} \quad 18 \text{ TU en } 1965,$$

ceci pour des intervalles de temps égaux à la décade. L'ajustement linéaire, sans faire intervenir la turbulence, est satisfaisant pour les deux bacs. Pour le bac Classe A, la dispersion plus grande est due vraisemblablement à la plus faible inertie, au changement d'horaire plus sensible sur ce bac, et à l'influence plus grande du vent.

Ce premier ajustement permet d'écrire :

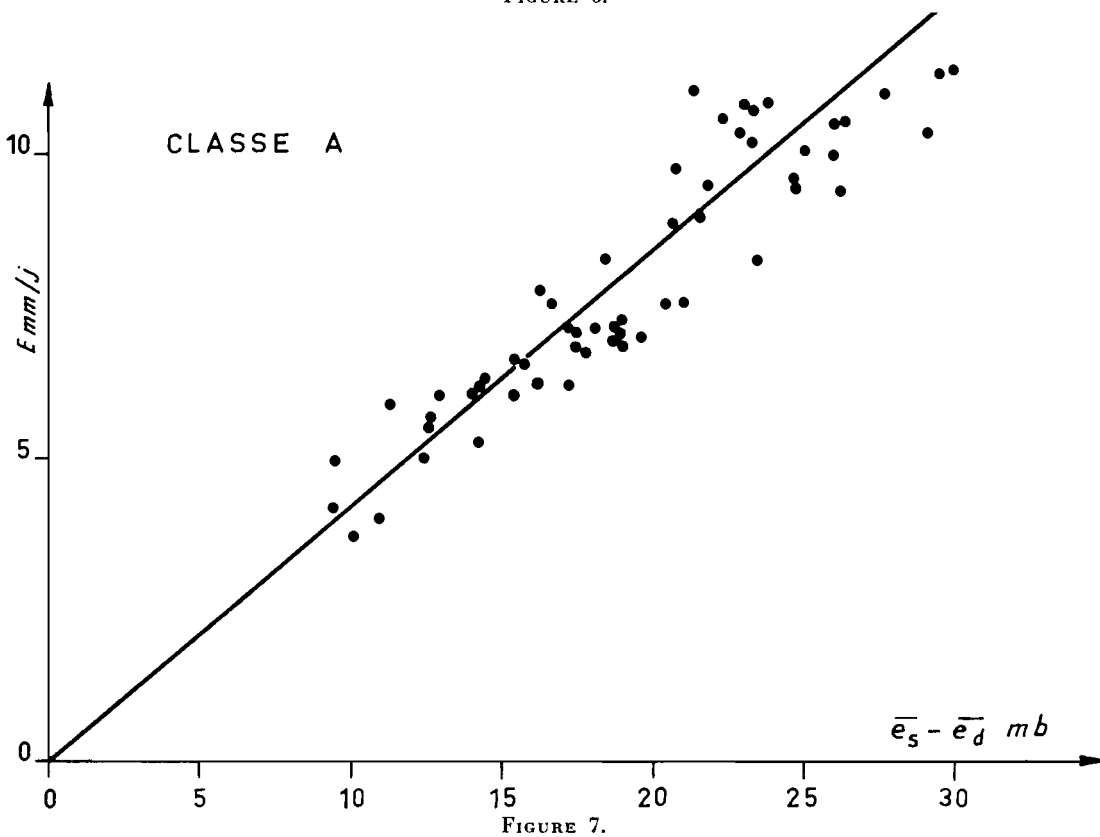
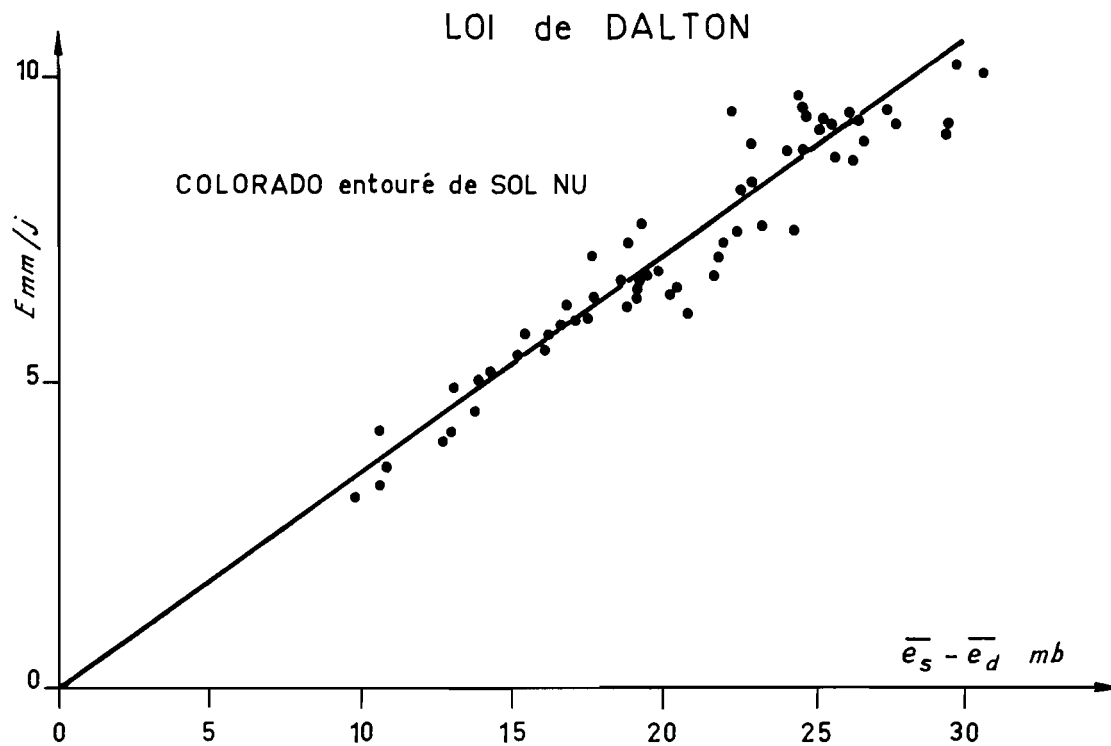
$$\text{Bac colorado : } E = 0,35 (e_s^c - e_a) \text{ (fig. 6).}$$

$$\text{Bac classe A : } E = 0,42 (e_s^A - e_a) \text{ (fig. 7).}$$

Influence du vent.

A Fort-Lamy, le rôle du vent semble assez complexe. Il paraît intervenir de deux façons, par sa force vive, mais aussi par son orientation. Malgré la dispersion des points sur un graphique $E/(e_s - e_a) = f(u)$, il semble que deux relations linéaires apparaissent : une pour la saison sèche avec vents dominants de N-E, une autre pour les vents de S-O.

$$E = A (1 + bu) (e_s - e_a)$$



par vent de N-E, A serait plus faible
b plus important.

Au stade actuel des dépouillements, l'intervention du vent n'améliore pas sensiblement la forme de la loi de DALTON. Le vent est d'ailleurs assez peu variable à Fort-Lamy, il diminue cependant un peu en saison des pluies.

Signification du déficit de saturation *.

Un certain nombre d'auteurs s'attachent à rattacher des valeurs d'évaporation au déficit de saturation. La comparaison des deux grandeurs montre qu'il n'y a aucune relation linéaire entre les deux. En effet, en saison des pluies le déficit de saturation est inférieur au facteur $e_b - e_a$, alors qu'il devient très supérieur en saison sèche (fig. 8 et 9).

Les travaux de BOUCHET permettent d'ailleurs de comprendre aisément ce processus.

Si l'on utilise la formule de PENMAN :

$$E = \frac{\Delta R_n + \gamma E_a}{\Delta + \gamma}$$

et si l'on pose :

$$\epsilon = \frac{R_n}{E} \neq \frac{ETR}{E}$$

ETR étant l'évaporation de la région,

on écrit :

$$E = \frac{\gamma E_a}{\Delta(1 - \epsilon) + \gamma}$$

Le terme $\frac{\gamma}{\Delta(1 - \epsilon) + \gamma}$ est plus faible en saison sèche où ϵ est petit, et tend vers 1 en saison des pluies. Ceci est propre à la zone sahélienne ; en zone forestière, on peut écrire approximativement $E \neq ETR$ soit $\epsilon = 1$, on trouve $E \neq E_a$, ce qui explique qu'un certain nombre de formules (PRESCOTT, HAUDE) utilise le déficit de saturation. En zone sahélienne, par suite de la période sèche, ETR devient inférieure à E, en même temps que E augmente par effet d'oasis, ce qui accélère la diminution de ϵ , et fait perdre au déficit de saturation sa signification. On pourrait d'ailleurs comprendre ce processus en raisonnant sur les températures de l'air sous abri et les températures de l'eau. Par suite de la sécheresse environnante, l'air s'échauffe sur le sol et sa température devient supérieure à celle du bac, alors qu'en saison des pluies, l'apport latéral de chaleur devenant presque nul, il y a égalisation de température des surfaces, et par suite, de celle de l'air.

Il faut noter à ce propos l'importance de la notion d'échelle ; le bac colorado est une petite surface évaporante qui ne saurait modifier en rien les données sous abri. Pour un bac placé dans une zone à forte évaporation, ou pour un très grand réservoir influençant les données de l'abri, le déficit de saturation est un facteur ayant une influence directe sur l'évaporation. Les relations entre $e_a - e_a$, l'évaporation du Piche et l'évaporation des bacs, seront donc nuancées par le site, l'importance des surfaces évaporantes, l'humidité plus ou moins grande du microclimat.

Évaporomètre de Piche et Évaporation en bac.

Pour le Piche, on peut écrire (BOUCHET),

à un coefficient de forme près :

$$E_p = \frac{\gamma E_a}{\Delta + \gamma}$$

* Différence entre la tension de vapeur saturante à la température de l'air et la tension de vapeur dans l'air.

Évaporation du BAC COLORADO et Déficit de saturation

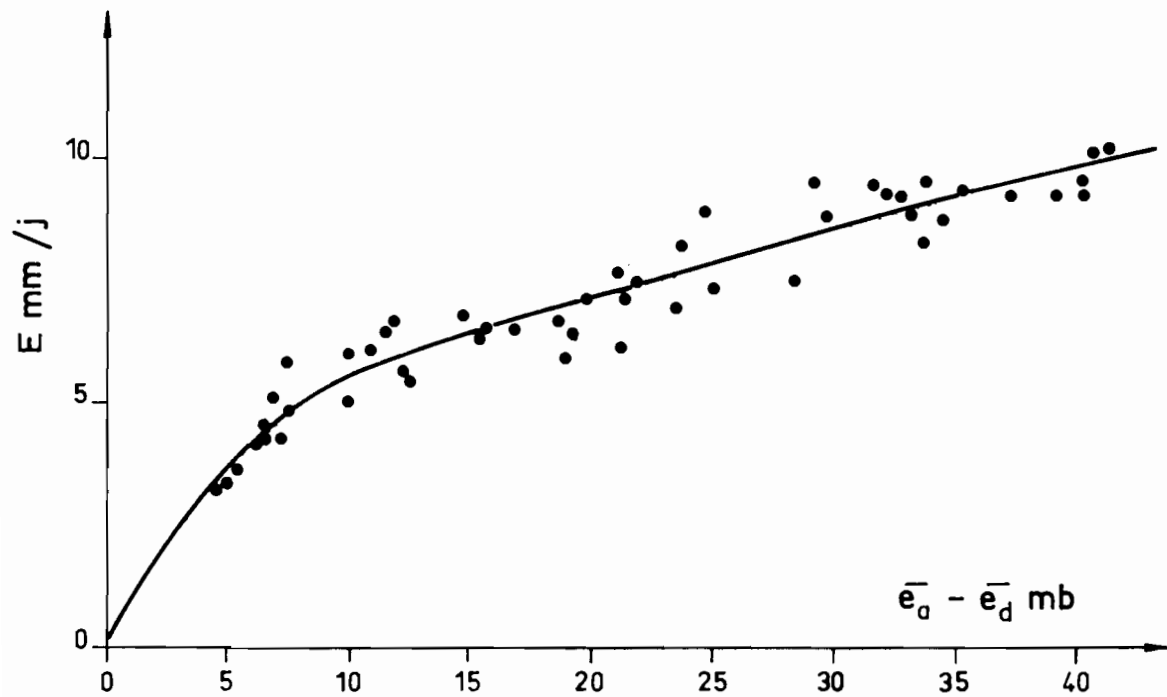


FIGURE 8.

Évaporation du BAC classe A et Déficit de saturation

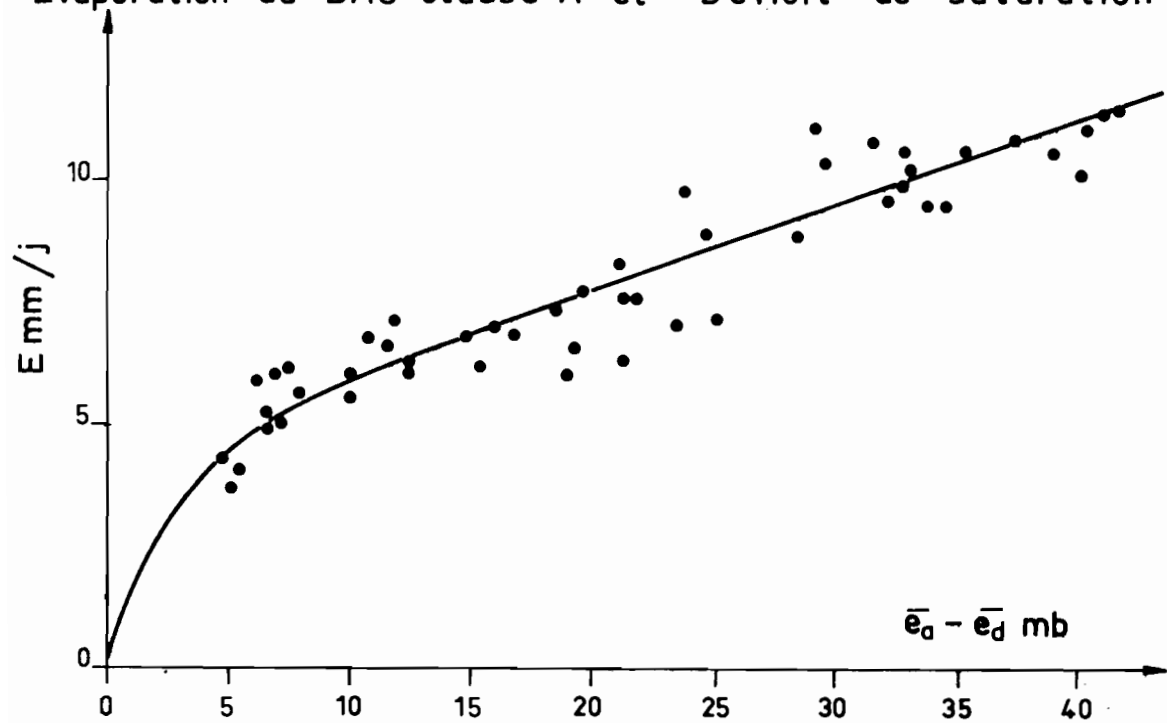


FIGURE 9.

et on peut écrire approximativement pour le bac :

$$E = \frac{\Delta R_n + \gamma E_a}{\Delta + \gamma}$$

$$E = \frac{\Delta R_n}{\Delta + \gamma} + E_p$$

ou encore :

$$1 = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \frac{R_n}{E} + \frac{E_p}{E}$$

soit, en posant $R_n/E = \epsilon$,

$$\begin{aligned} \frac{E_p}{E} &= 1 - \frac{\Delta \epsilon}{\Delta + \gamma} \\ &= \frac{\Delta (1 - \epsilon) + \gamma}{\Delta + \gamma} \end{aligned}$$

Ce terme varie ; il tend vers 1 en saison sèche, et diminue en saison des pluies. C'est ce qui explique la courbe en S qu'on observe, quand on porte sur un graphique les valeurs correspondantes de E et E_p (fig. 10). Ici encore, les alternances d'humidité et de sécheresse, qui caractérisent la zone sahélienne, entraînent des significations différentes des mesures sous abri, par rapport aux mesures en bac.

ÉVAPORATION ET FACTEURS CLIMATIQUES

1° La température.

Il n'apparaît aucune relation simple entre la température moyenne de l'air et l'évaporation, et ceci est dû principalement aux mois d'hiver, où l'évaporation reste relativement forte, malgré la baisse de température due en fait à la faiblesse des minimums, la température diurne restant assez forte. C'est pourquoi la relation avec la température maximale est bien plus nette, et apparaît linéaire (fig. 11).

2° Le déficit de saturation.

L'étude en a été faite précédemment. On peut noter que la plus grande partie de la courbe $E = f(e_a - e_d)$ peut être assimilée à une droite (fig. 8 et 9).

3° Le rayonnement global.

Ici aussi, apparaît une relation linéaire, assez bonne. Cependant la faible variabilité du rayonnement fait que ce facteur n'est pas d'une utilisation très féconde pour l'établissement de formules empiriques (fig. 12).

ÉVAPORATION EN BAC ET FORMULE DE PENMAN

Le bac colorado placé en zone non irriguée est soumis à l'effet de bord, en saison sèche, ce qui explique la forme de la courbe obtenue sur la figure 13.

On note l'existence de valeurs E PENMAN supérieures à celles du bac en saison des pluies, ceci semble dû à une surestimation des valeurs calculées en saison humide.

Le bac colorado placé en zone irriguée donne des valeurs en meilleur accord avec les valeurs calculées, mais avec une certaine dispersion due aux valeurs surestimées de saison des pluies,

COMPARAISON entre le BAC COLORADO
et l'ÉVAPOROMÈTRE de PICHE

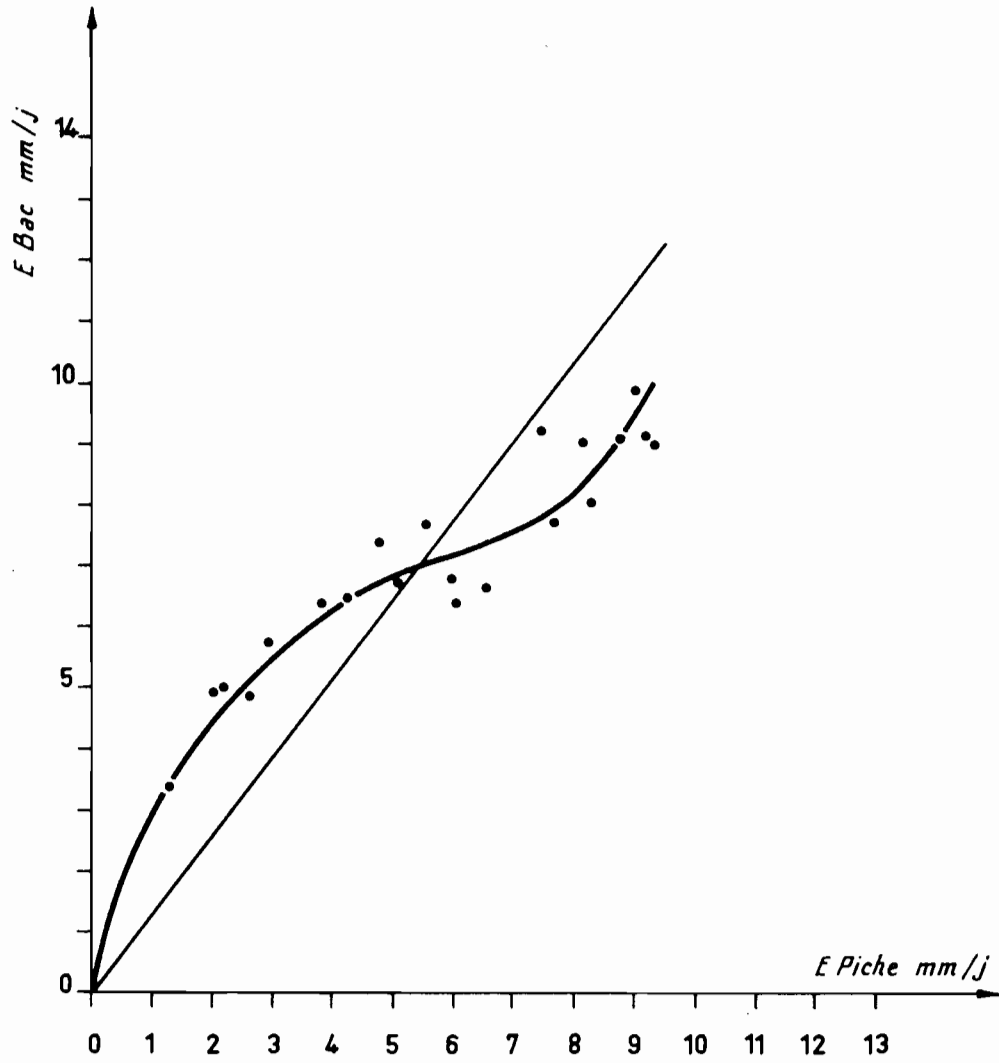


FIGURE 10.

ÉVAPORATION du BAC COLORADO et TEMPÉRATURE

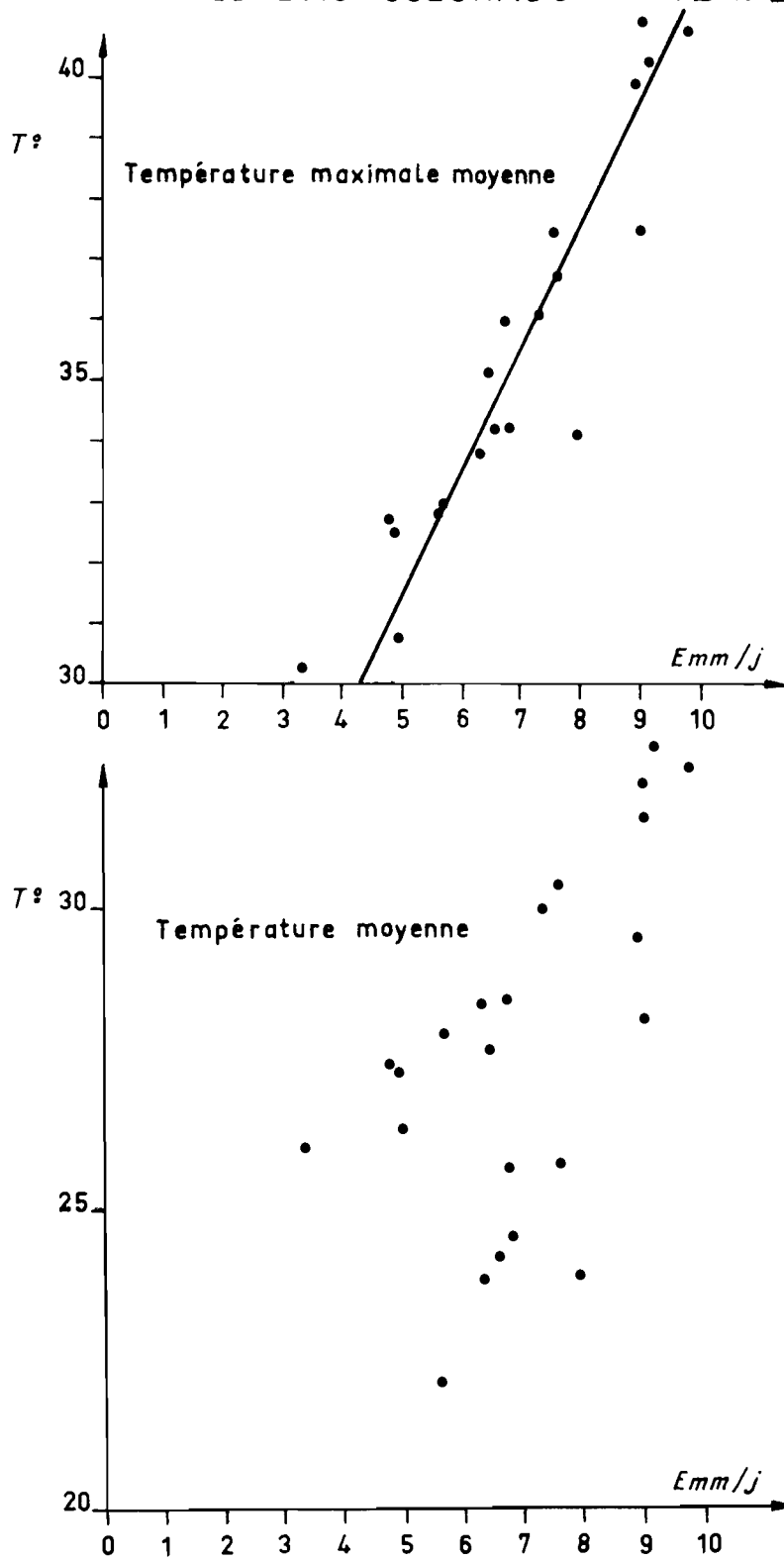


FIGURE 11.

BAC COLORADO

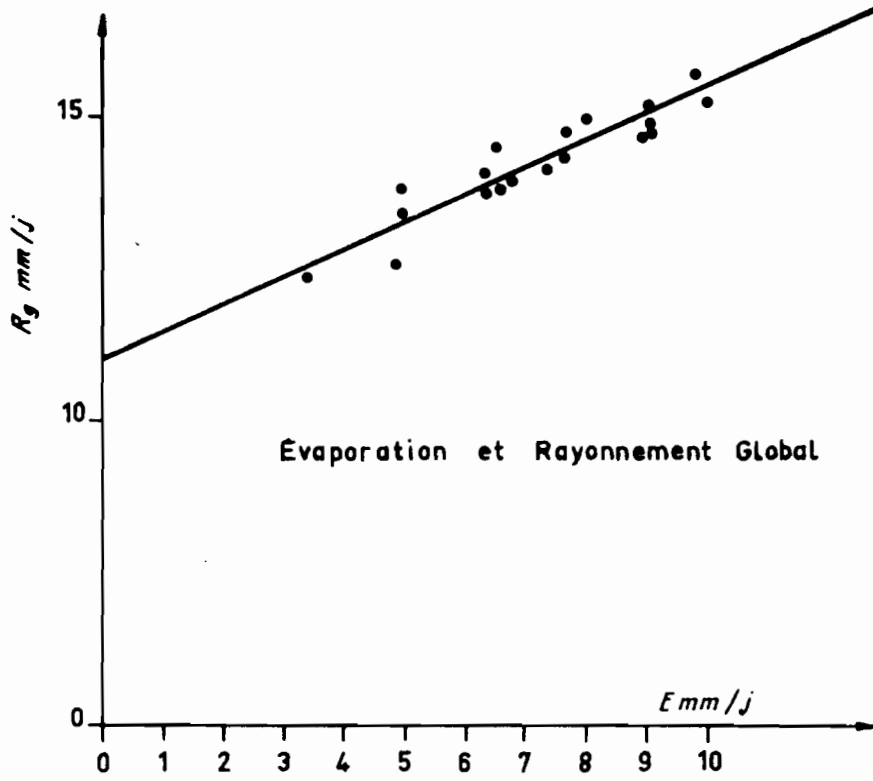


FIGURE 12.

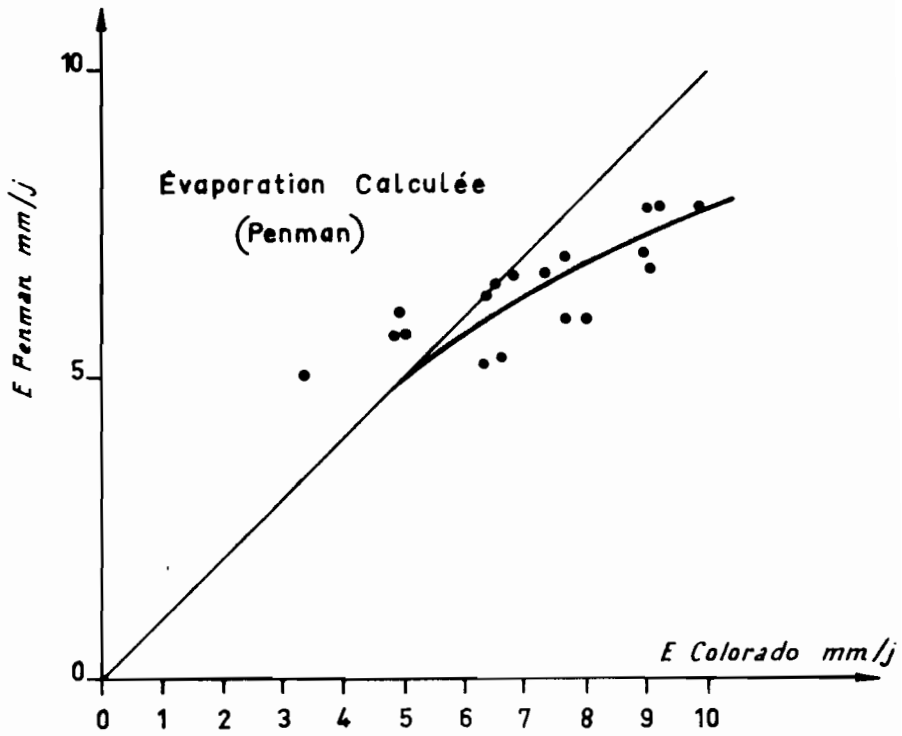


FIGURE 13.

et sans doute également à l'existence d'un effet de bord qui n'est pas totalement amorti par la surface irriguée insuffisante (440 m²). Les résultats cumulés sur l'année semblent par contre assez cohérents.

	<i>Valeur mesurée</i>	<i>Valeur calculée</i>
Août 1964 - Juillet 1965	2 171 mm	2 241 mm

soit un écart de 3,2 %.

INTERPRÉTATION DES DONNÉES EN BAC

L'évaporation en bac, et l'évaporation du lac Tchad.

La station d'évaporation de Bol reçoit, d'Octobre à Avril, des vents de secteur N-E ; ces vents secs arrivent de la zone désertique et atteignent Bol avant de passer sur le lac Tchad ; d'Avril à Octobre le régime des vents s'inverse, et ceux-ci, venant du S-O, atteignent Bol après être passés sur le lac.

Cette simple constatation permet de comprendre la signification des mesures en bac. Un excellent indice du régime des vents est la tension de vapeur, qui varie brusquement lors du renversement du vent.

Une comparaison du bac de Bol-Dune, et de l'évaporation calculée par la méthode de PENMAN (calcul d'ailleurs approximatif au stade actuel, certains termes étant pris dans des stations assez éloignées), fait apparaître une grande variation du coefficient de bac :

$$a = \frac{\text{Evaporation du bac colorado}}{\text{Evaporation PENMAN}}$$

Ce coefficient de bac paraît cependant en relation étroite avec la tension de vapeur, indice du régime relatif d'aridité. Il tend vers 1 en saison des pluies, alors qu'il devient égal à 2 au cœur de la saison sèche (fig. 14).

Évaporation en bac à Fort-Lamy.

A la station de Fort-Lamy, deux bacs colorado sont observés, l'un au milieu d'une pelouse de 440 m², l'autre installé dans une zone sèche.

La figure 15 montre que les évaporations sur les deux bacs se rapprochent en saison des pluies, et divergent au fur et à mesure de la sécheresse. C'est là une manifestation classique de l'effet de bord.

Dans ce cadre bien défini : surface évaporant à l'E. T. P., d'une superficie donnée, influençant le bac colorado, données climatologiques prises sous abri à 2 m du sol à la limite de cette surface, il nous a paru intéressant de rattacher cet effet de bord à d'autres données climatologiques. Une tentative a en particulier donné des résultats corrects, celle qui consiste à exprimer l'écart E bac sol nu — E bac pelouse, en fonction du déficit de saturation.

Il apparaît une relation linéaire du type :

$$E_{sn} - E_p = 0,053 (e_a - e_d) \text{ (fig. 16) } *$$

Utiliser $u (e_a - e_d)$, u étant la vitesse du vent prise à 1 m du sol, n'a pas sensiblement amélioré la relation.

Ce résultat paraît actuellement difficile à interpréter physiquement et on peut le considérer comme empirique.

Il a paru intéressant d'appliquer ce type de relation à Bol, en étudiant la forme de la relation E bac — E_p en fonction du déficit de saturation.

* E_{sn} : évaporation du bac entouré de sol nus
 E_p : évaporation Penman.

Variation du coefficient de bac $a = \frac{E_{\text{bac}}}{E_{\text{Penman}}}$ à BOL-DUNE
en fonction de la tension de vapeur à BOL-DUNE

Moyenne 1957-1962

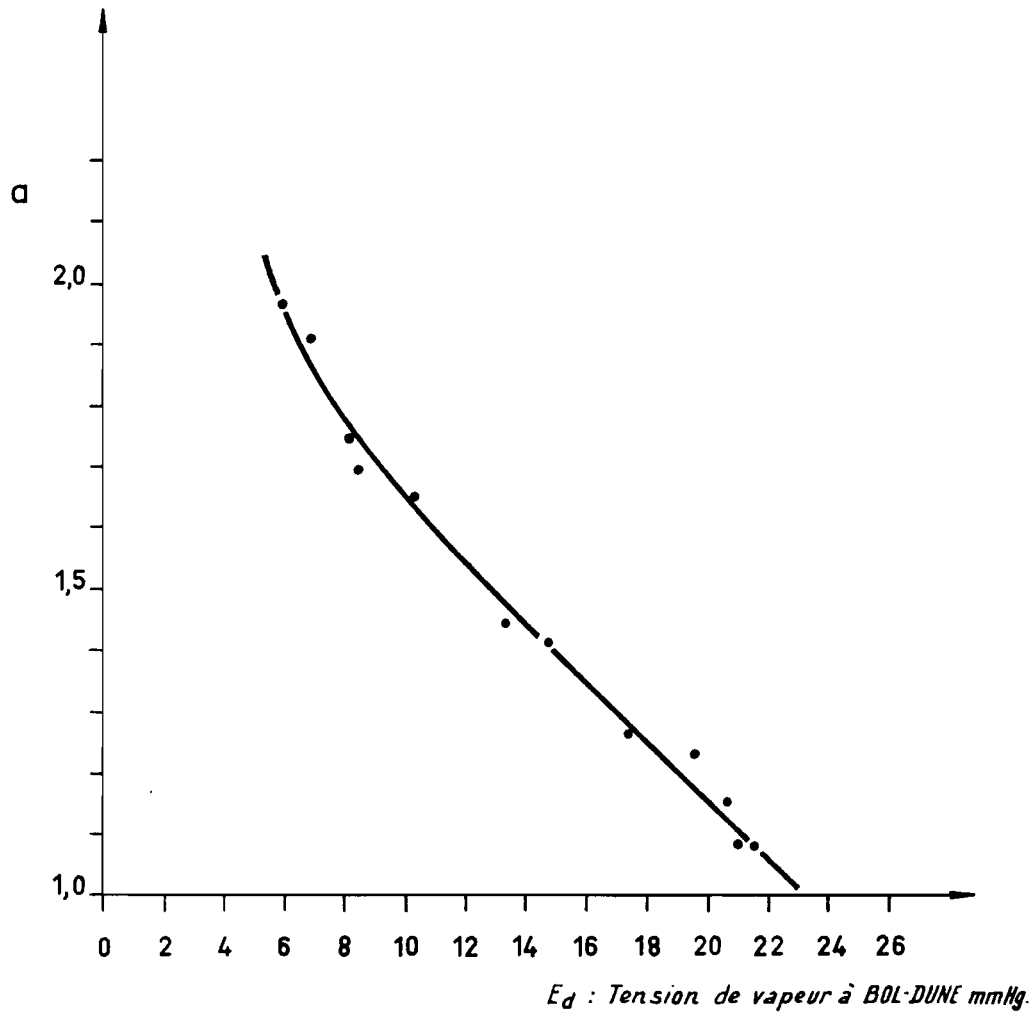


FIGURE 14.

Comparaison de 2 BACS COLORADO situés dans
des micros-climats différents

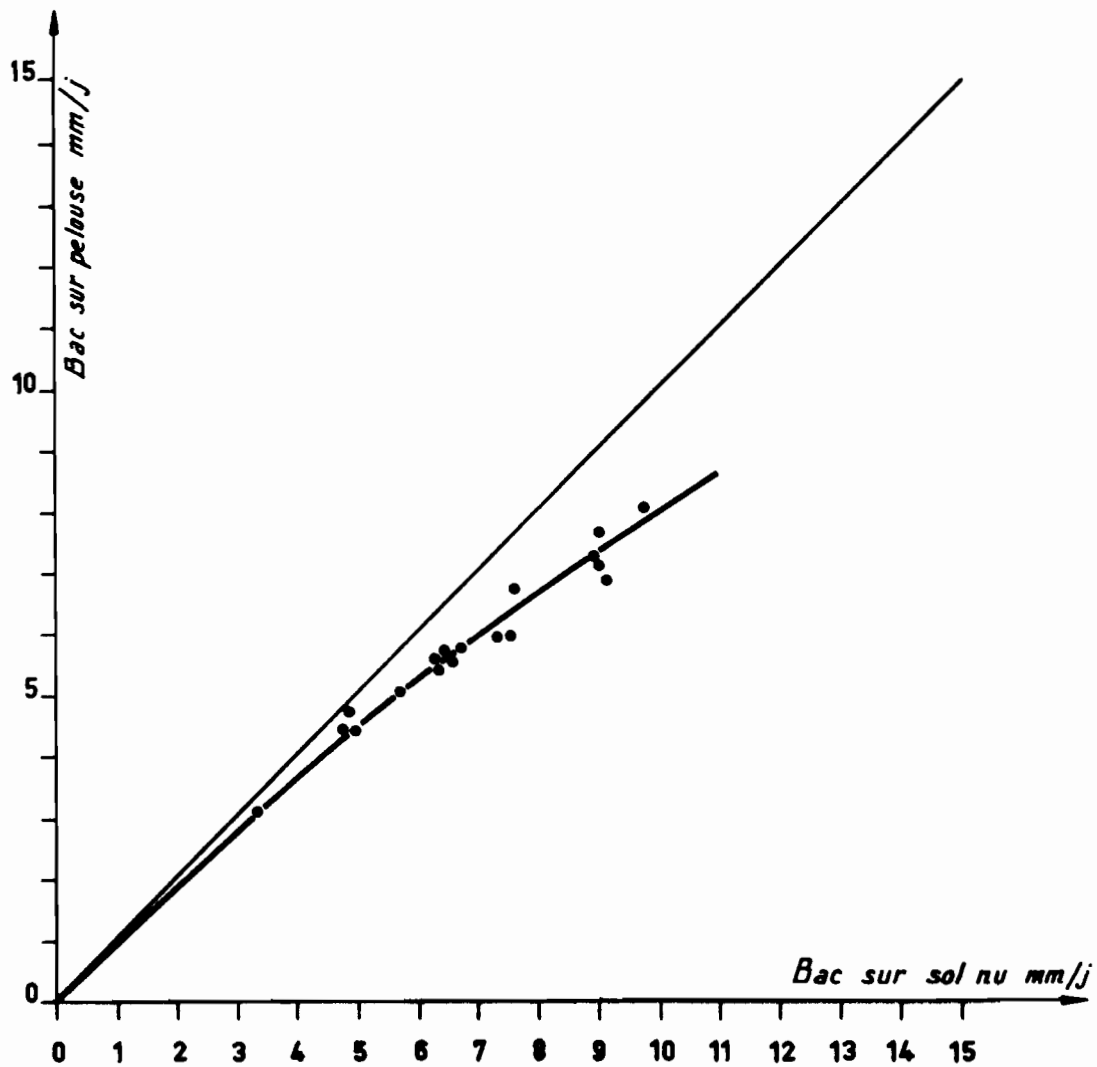


FIGURE 15.

Écart entre 2 BACS COLORADO situés dans des micro-climats différents
et Déficit de saturation

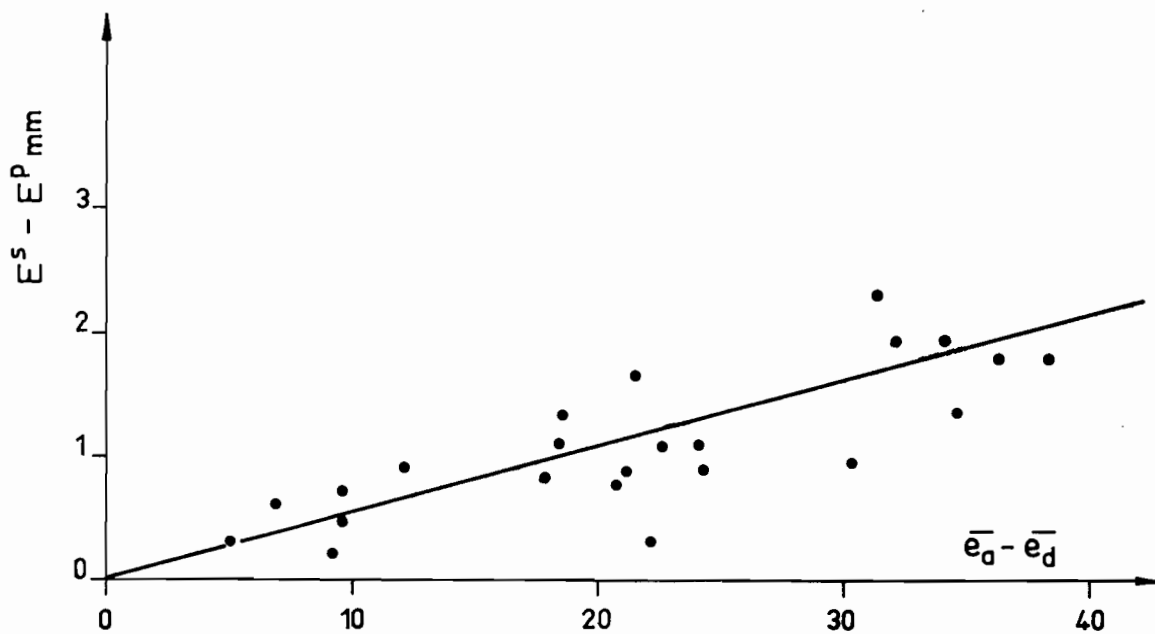
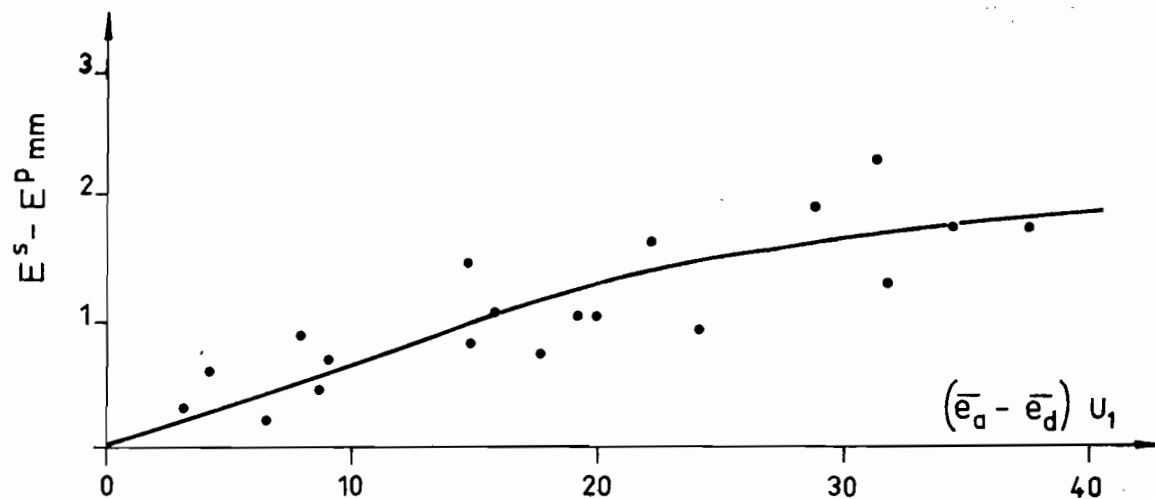


FIGURE 16.

Ecart entre l'évaporation en BAC COLORADO et
l'évaporation d'une grande surface à BOL et déficit de saturation

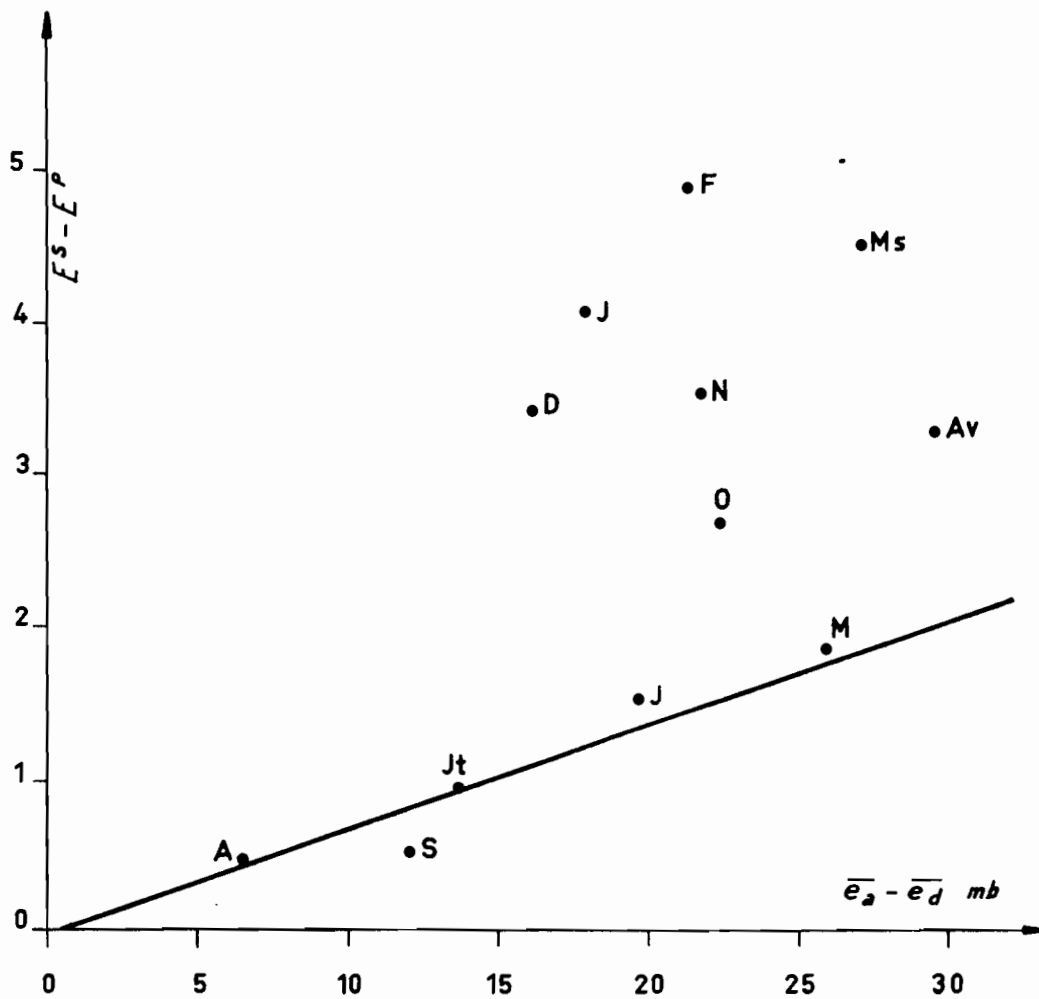


FIGURE 17.

Il apparaît, pour les mois où le vent souffle du S-O, une relation linéaire du type :

$$E_{\text{bac}} - E_p = 0,068 (e_a - e_d) \text{ (fig. 17).}$$

Par contre, les mois où le vent vient du N-E présentent une grande dispersion. Enfin les mois de transition, Avril et Octobre, se situent entre la droite et le nuage de points.

Ceci fait apparaître le fait, déjà mentionné, qu'en saison humide le lac exerce son influence sur le bac colorado, protégé par une zone sèche qui intervient par l'effet de bord. Au contraire en saison sèche, le bac échappe complètement à l'influence du lac.

Aussi, dans deux cas précis, seule l'interprétation des données du bac colorado par des procédés différents permet de comprendre les résultats.

Au point de vue méthode, il nous paraît évident que le bac colorado doit être replacé dans son site, qu'on doit analyser les effets des facteurs locaux, avant d'utiliser ses données.

Conclusion

Plutôt que des données sur l'évaporation en bac, cette étude se proposait de fournir un certain nombre de remarques sur la signification de ces données, dans le cadre du climat sahélien. Il apparaît, en effet, d'une part, que des mesures faites avec soin, sur des appareils conformes aux normes adoptées, conduisent à des résultats cohérents, d'autre part, que l'extrapolation de ces données est délicate, liée à la zone climatique considérée, ce qui fait que beaucoup de formules n'ont qu'une application locale. Toute généralisation hâtive dans ce domaine nous paraît hasardeuse. Seules, une expérimentation sous de nombreux climats et une étude physique précise dans chaque cas, peuvent conduire à une théorie générale de l'évaporation en bac. Les auteurs poursuivent actuellement cette étude dans les conditions du climat sahélien.

BIBLIOGRAPHIE

— L'eau et la production végétale. 1964. I.N.R.A. Paris, 459 p.

J. RIQUIER, 1963. — Formules d'évapotranspiration. Cahiers O.R.S.T.O.M. — Pédologie n° 4, p. 33-50.

Ch. RIOU, J. CALLEDE, A. BOUCHARDEAU, 1964. — Résultats récents des mesures d'évaporation au Tchad. O.R.S.T.O.M., Fort-Lamy, ronéoté, 17 p. + graph.

ÉVAPORATION EN BAC A FORT-LAMY

mm/jour

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Total (mm)
1963														
Colorado	5,95	7,80	9,30	8,50	8,50	7,80	6,10	4,10	—	5,49	7,15	5,95	6,82	2488
Classe A	7,30	8,90	10,55	10,20	9,10	8,55	6,70	4,45	—	6,02	7,70	6,60	7,66	2796
1964														
Colorado	—	8,00	8,95	9,01	9,20	7,61	4,87	3,38	4,92	6,50	6,80	6,36	6,79	2487
Classe A	—	8,94	10,07	10,59	10,67	8,57	5,50	4,02	5,66	7,26	6,92	6,60	7,60	2784
1965														
Colorado	6,63	7,65	9,08	9,06	9,81	7,22	6,36	5,00	5,75	6,78	6,89	5,65	7,15	2611
Classe A	7,19	8,56	10,25	9,82	10,81	7,34	6,50	6,03	6,40	7,33	7,25	6,00	7,79	2842

Le total et la moyenne annuelle ont été effectués en introduisant des valeurs estimées pour les mois manquants en 1963 et 1964.