

Evapotranspiration en zone semi-aride de deux couverts végétaux (gazon, blé) obtenue par plusieurs méthodes. I. — Evaluation de l'ETP (conditions hydriques non limitantes)

Charles RIOU & Roger CHARTIER*

I.N.R.A., Station de Bioclimatologie-Téledétection, route de St-Cyr, F 78000 Versailles

** Mission ORSTOM, 18, avenue Charles-Nicolas, Tunis, Tunisie*

RÉSUMÉ

Différentes méthodes sont utilisées pour évaluer l'évapotranspiration potentielle du gazon sous le climat semi-aride de la Tunisie (région de Tunis) :

1. La mesure directe de l'ETP par un évapotranspiromètre.
2. Les bacs d'évaporation « classe A » et « colorado » en différents sites (gazon irrigué et sol nu).
3. La formule de PENMAN avec une fonction du vent déterminée à partir des formulations de RIOU-ITIER et BRUTSAERT.

Toutes ces méthodes fournissent des résultats comparables satisfaisants.

Une fonction du vent a été élaborée pour le cas du blé et des valeurs d'ETP du blé calculées par la formule de PENMAN ; ces valeurs seront comparées aux mesures dans la 2^e partie de cet article (VACHAUD *et al.*).

Mots clés additionnels : Tunisie, bacs d'eau libre, formule de PENMAN, bilan hydrique.

SUMMARY

Use of different methods to estimate evapotranspiration from two plant covers (grass and wheat) in the semi-arid zone. I. — Estimation of potential evapotranspiration when soil water is not a limiting factor.

Several methods were used to estimate PET under a semi-arid Mediterranean climate in Tunisia (near Tunis) :

1. measurement of PET by means of a lysimeter ;
2. use of colorado and class A pans and correlation with PET ;
3. use of PENMAN'S formula with a modified version of Dalton's formula elaborated from RIOU-ITIER and BRUTSAERT relationships. The different methods were compared and found to lead to similar results. Finally, a modified DALTON formula is proposed for calculating wheat-field evaporation ; these values will be compared with measurements of water consumption obtained by use of neutron moisture probes and tensiometers in the next paper (VACHAUD *et al.*).

Additional key words : Tunisia, water pan evaporation, PENMAN'S formula, water balance.

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

N° : 29 193 ex A

Cote : B

I. INTRODUCTION

Les mesures ont été effectuées sur un site aménagé en 1979, par l'ORSTOM près de Tunis, dans le cadre d'une convention avec le Ministère de l'Agriculture de Tunisie et d'une collaboration avec la Direction des ressources en eau et en sol. Ce site installé dans la plaine du Mornag (RIOU & CHARTIER, 1982) comprend 3 parcelles : une parcelle de 0,5 ha maintenue sans végétation, un gazon irrigué en période sèche

d'une surface équivalente, 1 ha mis en culture (ici en blé). Le climat est méditerranéen et semi-aride (tabl. 2) ; comme on peut le constater, les années hydrologiques (1^{er} septembre-31 août) 1980-1981 et 1981-1982 ont des pluviosités assez proches (451 et 419 mm) et voisines de la moyenne (450 mm), mais dont la répartition mensuelle est différente et plus favorable à la production agricole au printemps 1982.

Sur ce site sont effectuées, outre les mesures météorologiques classiques sous abri, celles du rayonnement

TABLEAU 1
Liste des symboles.
List of symbols.

e_a	Pression de vapeur d'eau saturante à la température de l'air (mb).
e_d	Pression de vapeur sous abri (mb).
e_s	Pression de vapeur d'eau saturante à la température de la surface (mb).
E_a	Second terme de la formule de PENMAN : $E_a = f(\bar{U})(\bar{e}_a - \bar{e}_d)(SS_0/12)$.
E_p	Évaporation calculée par la formule de PENMAN.
$f(\bar{U})$	Fonction du vent.
R_n	Rayonnement net (en mm jour ⁻¹ d'eau évaporée équivalente).
SS	Durée d'insolation.
SS_0	Durée du jour.
T_a	Température de l'air sous abri.
T_s	Température de surface.
U	Vitesse du vent (m/s).
U_2	Vitesse du vent à 2 m (m/s).
Z_0	Hauteur de rugosité (m).
Δ	Pente de la courbe de pression de vapeur d'eau saturante en fonction de la température.
γ	Constante psychrométrique.
ε	Emissivité.

global (pyranomètre thermo-électrique étalonné par un pyréliomètre de LINKE-FEUSSNER), du vent, de l'évapotranspiration potentielle du gazon (kikuyu) d'un évapotranspiromètre THORNTHWAITE de 4 m², de l'évaporation de l'eau libre en bacs (classe A et colorado modifié ORSTOM).

La 1^{re} partie de cet article se propose de comparer les résultats de différentes méthodes d'estimation de l'évapotranspiration quand les conditions hydriques du sol sont considérées comme non limitantes.

La 1^{re} méthode consiste à se référer à l'évapotranspiromètre planté en gazon ; une 2^e méthode utilise l'évaporation corrigée des différents bacs utilisés ; en 3^e lieu enfin, l'évaporation a été calculée par la formule de PENMAN (1948) adaptée successivement au gazon et au couvert de blé.

La mesure de l'humidité du sol est également effectuée sur ces parcelles à partir de batteries de tensiomètres et d'humidimètres neutroniques ; la description de ce dispositif sera détaillée dans la 2^e partie de cet article (VACHAUD *et al.*, 1985).

II. ÉVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE DU GAZON. ÉVAPORATION DES BACS D'EAU LIBRE

L'évapotranspiromètre de 4 m² et de 0,8 m de profondeur est placé au milieu de la parcelle irriguée de

0,5 ha. Une nappe d'eau est maintenue à 0,5 m de la surface et un arrosage quotidien excédentaire est assuré en dehors des pluies importantes. Le gazon est le kikuyu, très répandu localement, maintenu à une hauteur peu variable par des tontes successives. L'eau drainée est recueillie en totalité, même pendant les épisodes très pluvieux. Deux pluviomètres, placés à la même hauteur que le rebord de l'évapotranspiromètre (0,10 m au-dessus du sol) et de part et d'autre de ce dernier, fournissent la hauteur de pluie. Il a été vérifié en zone équatoriale que la moyenne de ces 2 pluviomètres donnait une bonne indication de la pluie interceptée par l'évapotranspiromètre (RIOU, 1975). L'anneau de garde est suffisamment grand pour minimiser de manière satisfaisante l'effet d'advection en été : quand on mentionnera l'ETP, il s'agira donc en fait de la consommation d'eau du gazon bien irrigué telle qu'elle est évaluée à partir de cet appareil.

Les bacs d'eau libre sont de 2 types : le bac « colorado », légèrement modifié, appelé aussi bac « ORSTOM », qui a 1 m² de surface, 0,60 m de profondeur en émergeant du sol de 0,1 m, et le bac « classe A » installé suivant les normes, au-dessus du sol.

Un bac « colorado » et un bac « classe A » sont installés près de l'évapotranspiromètre au milieu de la pelouse, un bac colorado est également placé au milieu de la parcelle de sol nu.

Il faut noter que les mesures de l'évaporation des bacs d'eau libre sont moins précises en période pluvieuse qu'en saison sèche : les pluies accompagnées de vents forts rendent les mesures douteuses. Les journées correspondantes ont donc été éliminées. Dans les autres cas et à la suite d'une étude faite à Brazzaville (RIOU, 1975), des corrections de - 3 p. 100 et - 5 p. 100 sont apportées à la pluie mesurée au sol respectivement pour les bacs « colorado pelouse » et « classe A ». Pour le bac « sol nu », la pluie prise en compte est celle mesurée au sol par le pluviomètre international « Snowdon » placé au centre de son écran maillé.

La comparaison de l'évapotranspiration potentielle du gazon (ETP) avec l'évaporation des bacs a porté sur les moyennes décennales calculées pendant un peu plus de 2 ans. L'évaporation du bac « classe A » est notée E_{clA} , celle du bac « colorado » pelouse E_{Cpl} , et celle du bac « colorado » sol nu E_{Csn} ; elles sont exprimées en mm.j⁻¹.

Les équations de régression sont :

- $ETP = 0,60 E_{clA} - 0,12$; 75 couples ; $r = 0,98$,
- $ETP = 0,81 E_{Cpl} - 0,16$; 77 couples ; $r = 0,99$,
- $ETP = 0,57 E_{Csn} - 0,03$; 73 couples ; $r = 0,98$,

TABLEAU 2
Répartition mensuelle de la pluie à Tunis-Mornag en 1980, 1981 et 1982.
Monthly rain at Tunis-Mornag during 1980, 1981 and 1982.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total (mm/an)
1980	58	42	54	40	46	5	0	16	4	30	33	199	527
1981	63	42	22	29	22	7	0	0	11	23	16	39	274
1982	162	41	54	46	27	0	0	0	36	170	165	71	772

équations qui peuvent être simplifiées, en forçant les droites à passer par l'origine, sous la forme :

$$\text{ETP} = 0,58 E_{\text{clA}} \text{ (fig. 1),}$$

$$\text{ETP} = 0,78 E_{\text{Cpl}} \text{ (fig. 2),}$$

$$\text{ETP} = 0,57 E_{\text{Csn}} \text{ (fig. 3).}$$

Le rapport $E_{\text{clA}}/E_{\text{Cpl}}$ est ici supérieur à 1,30, valeur nettement plus élevée que le rapport constaté en Afrique centrale : 1,11 à 1,15 (RIOU, 1975) ; ceci peut être attribué à la vitesse du vent relativement élevée dans la région de Tunis (moyennes mensuelles de la vitesse du vent à 2 m allant de 2 à 4 m.s⁻¹ contre 1 à 2,5 m.s⁻¹ en Afrique centrale).

Le bac « colorado sol nu » fournit une évaporation journalière qui peut être supérieure de 50 p. 100 à celle du bac « pelouse ». Une telle différence est due en

grande partie à l'apport de chaleur convective dû au sol nu et sec en surface entourant le bac. A cet effet de bord s'ajoute l'augmentation de vitesse du vent sur une surface de faible rugosité ; la comparaison d'anémomètres placés à 0,25 m du sol près des bacs montre que la vitesse du vent sur sol nu est fréquemment 1,5 fois plus grande que sur pelouse.

La liaison entre l'ETP et l'évaporation des bacs est ici bien meilleure que celle qui avait été mise en évidence dans le sud de la France (SEGUIN, 1975) ; on ne trouve pas, en particulier, de valeurs d'ETP supérieures à celles du bac colorado.

Cas des mois d'été

Les équations de régression ont été également établies séparément pour les mois chauds et secs (mai à septembre) :

- $\text{ETP} = 0,50 E_{\text{clA}} + 0,84$; $r = 0,86$,

- $\text{ETP} = 0,72 E_{\text{Cpl}} + 0,53$; $r = 0,91$,

- $\text{ETP} = 0,51 E_{\text{Csn}} + 0,59$; $r = 0,85$.

Les rapports moyens $\text{ETP}/E_{\text{clA}}$, $\text{ETP}/E_{\text{Cpl}}$ et $\text{ETP}/E_{\text{Csn}}$ sont respectivement 0,57 - 0,79 - 0,58, soit pratiquement identiques aux rapports établis sur l'ensemble de l'année.

Les coefficients de corrélation, un peu moins bons ici que sur l'ensemble de l'année, sont cependant très supérieurs à ceux que SEGUIN (1975) a trouvés à Avignon ; la relation entre l'évaporation du bac colorado pelouse et l'ETP y est également très différente :

$$\text{Avignon } r = 0,72 \quad \text{ETP} = 1,82 E_{\text{Cpl}} - 2,36.$$

III. UTILISATION DE LA FORMULE DE PENMAN

La formule de PENMAN, $E_p = (\Delta R_n + \gamma E_a) / (\Delta + \gamma)$, a été modifiée à la suite de plusieurs résultats expérimentaux établis en Tunisie et qui portent sur l'estimation du rayonnement net R_n et le calcul de la fonction E_a .

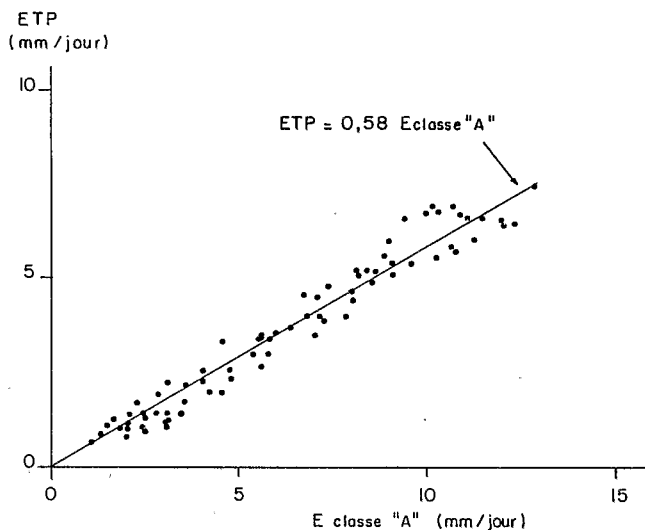


Figure 1
Comparaison des moyennes décadaires d'évaporation du bac « classe A » et de l'ETP.

Ten-day means of pan « class A » evaporation and PET.

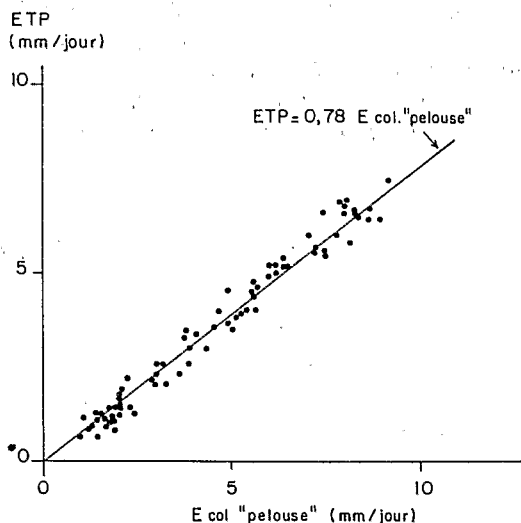


Figure 2
Comparaison des moyennes décadaires d'évaporation du bac « colorado pelouse » et de l'ETP.

Ten-day means of colorado pan (surrounded by lawn) evaporation and PET.

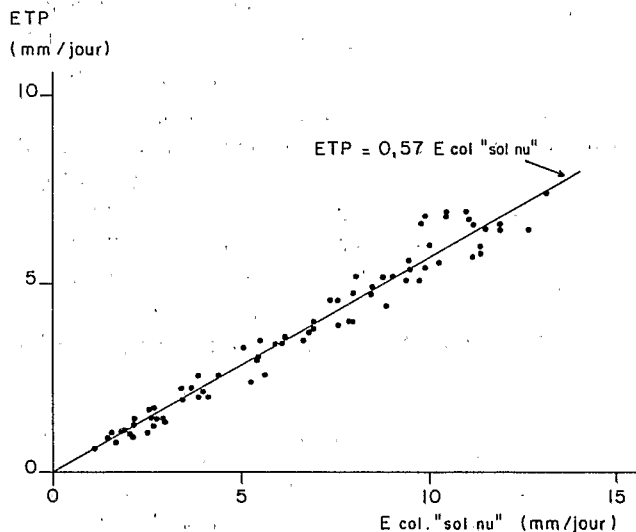


Figure 3
Comparaison des moyennes décadaires d'évaporation du bac « colorado sol nu » et de l'ETP.

Ten-day means of colorado pan (surrounded by bare soil) evaporation and PET.

A. Calcul du rayonnement net

Une erreur systématique est commise en saison fraîche en Tunisie sur le rayonnement atmosphérique qui est sous-estimé, ce qui entraîne une sous-estimation du rayonnement net (RIOU, 1981).

Par ailleurs, la correction introduite par PENMAN pour tenir compte de la nébulosité est de la forme $0,1 + 0,9 SS/SS_0$, alors qu'ici la relation $0,35 + 0,65 SS/SS_0$ conviendrait mieux (RIOU, 1981).

En fait, ces 2 erreurs se compensent en hiver, alors qu'en été la correction de nébulosité intervient peu ; il est donc souhaitable de conserver ici la forme habituelle $0,1 + 0,9 SS/SS_0$, malgré son imprécision.

Une correction peut en revanche être introduite pour tenir compte de l'écart entre la température de surface T_s et la température de l'air T_a , sous la forme du terme $\varepsilon(\sigma T_s^4 - \sigma T_a^4) \approx 4\varepsilon\sigma T_a^3(T_s - T_a)$ à ajouter au rayonnement net ; combinée à l'estimation de la chaleur convective $\gamma f(U)$ ($T_s - T_a$), cette correction conduit à la formule finale :

$$E_p = \frac{\Delta Rn + [\gamma + 4\varepsilon\sigma\bar{T}_a^3/f(U)] E_a}{\Delta + \gamma + 4\varepsilon\sigma\bar{T}_a^3/f(U)}$$

E_p , Rn et E_a étant exprimés ici en mm/jour.

B. Calcul de la fonction $f(U)$ dans E_a

1. Cas des bacs

En ce qui concerne les bacs, la température de l'eau relevée chaque jour à 6 h 00 et 12 h 00 TU permet le calcul des coefficients de la formule de DALTON.

Pour le bac colorado « pelouse », le meilleur ajustement statistique, effectué à partir des valeurs moyennes journalières des paramètres, est :

$$E_{Cp1} = (0,10 \bar{U}_2 + 0,15) (\bar{e}_s - \bar{e}_d) (SS_0/12) \quad (1)$$

$$r = 0,80$$

E est en mm.j^{-1} , U_2 en m/s , e_s et e_d en millibars.

C'est cette fonction qui est utilisée ici dans le calcul de la formule de PENMAN ; on note qu'elle s'écarte assez peu des formules traditionnellement proposées pour des petits plans d'eau ou des végétations rases, tout en introduisant le rapport $SS_0/12$.

$$\text{PENMAN} \quad E = (0,14 \bar{U}_2 + 0,13) (\bar{e}_s - \bar{e}_d)$$

Service hydrologique d'URSS

$$E = (0,10 \bar{U}_2 + 0,14) (\bar{e}_s - \bar{e}_d)$$

2. Cas du gazon et du blé

Dans un article récent, RIOU & ITIER (1983) proposent, en utilisant des résultats de BRUTSAERT (1975), une méthode de calcul de l'évapotranspiration valable pour un couvert de rugosité dynamique donnée Z_0 . La formulation peut être simplifiée pour permettre l'évaluation de E à partir des moyennes journalières \bar{e}_s , \bar{e}_d , \bar{U}_2 , \bar{T}_s et \bar{T}_a , ce qui conduit à une équation de la forme :

$$E = \left(a\bar{U}_2 + b \frac{\bar{T}_s - \bar{T}_a}{\bar{U}_2} \right) (SS_0/12) (\bar{e}_s - \bar{e}_d)$$

où E est l'évapotranspiration moyenne journalière et a et b sont des constantes dépendant de la hauteur de rugosité Z_0 (une telle expression est valable pour une vitesse de vent moyenne journalière supérieure à 1 m/s).

Les coefficients a et b ont été calculés pour un gazon court ($Z_0 = 4.10^{-3} \text{ m}$) et un blé bien développé ($Z_0 = 3.10^{-2} \text{ m}$), ce qui donne pour

$$f(U_2) = E/[(\bar{e}_s - \bar{e}_d) (SS_0/12)] :$$

$$\text{gazon} \quad f(U_2) = \left(0,09 \bar{U}_2 + 0,085 \frac{\bar{T}_s - \bar{T}_a}{\bar{U}_2} \right)$$

$$\text{blé développé} \quad f(U_2) = \left(0,21 \bar{U}_2 + 0,155 \frac{\bar{T}_s - \bar{T}_a}{\bar{U}_2} \right)$$

Différentes mesures effectuées au-dessus du gazon et du blé ont permis d'évaluer les écarts $\bar{T}_s - \bar{T}_a$ et de proposer des valeurs moyennes respectives de $3,5^\circ$ et 2° , ce qui donne les relations finales :

$$\text{gazon} : \quad f(U_2) = \left(0,09 \bar{U}_2 + \frac{0,30}{\bar{U}_2} \right) \quad (2)$$

blé à l'épiaison :

$$f(U_2) = \left(0,21 \bar{U}_2 + \frac{0,31}{\bar{U}_2} \right) \quad (3)$$

La première de ces estimations de $f(U)$ est voisine de celle qui est proposée par PENMAN ; elle est également proche de la relation établie expérimentalement pour le bac « colorado » (sauf pour les faibles vitesses du vent).

La fonction du vent adoptée pour un blé à son maximum de hauteur fournit par contre des valeurs nettement plus élevées que la précédente ($0,73$ au lieu de $0,37$ pour un vent de 3 m/s). En cours de croissance, la fonction $f(U)$ augmente donc pour le blé ; dans les calculs qui suivent nous nous sommes limités aux 2 cas extrêmes : blé jeune assimilé au gazon, blé en fin de croissance ; les évaluations de la formule de PENMAN dans ces 2 cas doivent donc encadrer les valeurs de l'évapotranspiration maximale du blé.

C. Résultats

1. Evaporation calculée du bac colorado « pelouse »

La formule de PENMAN ainsi corrigée et avec un terme E_a calculé selon (1) a été d'abord appliquée au calcul de l'évaporation décadaire du bac colorado au sein de la pelouse ; les résultats sont indiqués sur la figure 4 qui regroupe plus de 2 années de mesure et sont tout à fait satisfaisants, ce qui constitue ici un bon test pour l'estimation de Rn .

2. Calcul de l'ETP du gazon

La même formule, mais en utilisant (2) comme expression de $f(U)$ dans E_a , permet le calcul de l'ETP du gazon indiquée dans le tableau 3 ; la comparaison avec les valeurs mesurées décadaires est également illustrée par la figure 5.

La régression portant sur les moyennes mensuelles (ETP en mm/jour) conduit à la relation :

$$\text{ETP} = 0,964 \text{ ETP calculée} + 0,087 ; r = 0,988.$$

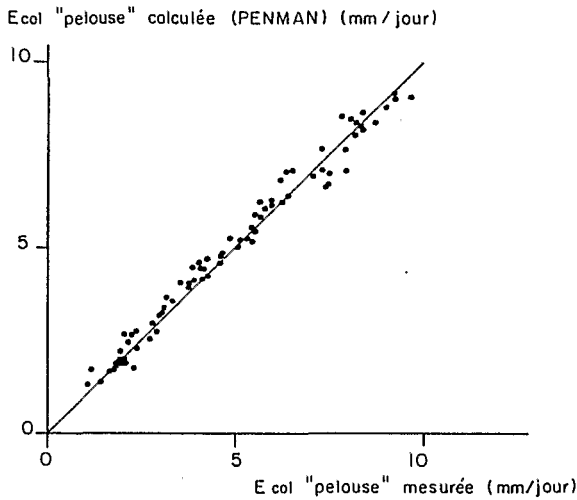


Figure 4
 Comparaison des moyennes décadaires d'évaporation du bac « colorado pelouse » calculées (Penman) et mesurées.
 Ten-day means of colorado pan (surrounded by lawn) evaporation and calculated data (Penman formula).

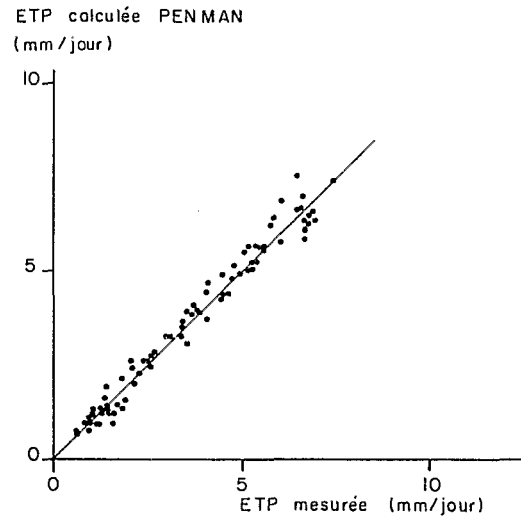


Figure 5
 Comparaison des moyennes décadaires de l'évapotranspiration potentielle calculées (Penman) et mesurées.
 Ten-day means of PET and calculated data (Penman formula).

Cette relation est meilleure que celle que SEGUIN (1975) obtint à Avignon, particulièrement en été ; la prise en compte ici de la correction $\epsilon (\sigma T_s^4 - \sigma T_a^4)$ majore la valeur calculée de l'ETP quand E_a est supérieur à R_n , soit en période d'advection, et peut expliquer en partie ce meilleur accord observé.

3. Calcul de l'ETP du blé

Le tableau 4 compare les moyennes décadaires de l'évapotranspiration obtenues par le calcul pour le

gazon (ETP_c gazon) et pour le blé (ETP_c blé), pendant la période de croissance du blé.

En fait, comme il a été indiqué au § B.2., seules les valeurs calculées de mars et avril peuvent être rapprochées de la consommation maximale du blé ; dans la période qui précède, l'évapotranspiration maximale du blé est intermédiaire entre les valeurs calculées du gazon et du blé.

La comparaison des valeurs du tableau 4 met également en évidence l'importance du terme E_a dans le

TABLEAU 3

Comparaison des valeurs mensuelles de l'ETP (en mm/mois) calculées (c, PENMAN) et mesurées (m) à Tunis-Mornag (1980 à 1982).
 Comparison of monthly PET data calculated (c, PENMAN) and measured (m) at Tunis-Mornag (1980-1982).

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
1980	c						179	196	174	120	80	48	33	
	m						189	209	182	107*	72*	44	31	
1981	c	40	39	75	104	148	165	200	172	128	89	41	37	(1199)
	m	31	—	75	101	137	162	186	171	125	97	50	51	(1186)
1982	c	38	38	68	76	126	198	209	173	120	71	39	24	1180
	m	35	32	53	66	114	184	203	163	115	71	79	27	1122

* Valeurs par défaut : reprise de la végétation après une coupe rase.
 () Total annuel - février.

TABLEAU 4

Valeurs décadaires calculées de l'ETP du gazon et de l'ETP du blé, en mm/jour.
 Ten-day values of calculated PET for grass and wheat-field (mm/day)

	1981		Janvier				Février				Mars				Avril				Mai			
ETP _c gazon	1,30	1,45	1,15	1,25	1,30	1,65	1,95	2,40	2,85	3,25	3,20	3,95	3,85	4,70	5,65							
ETP _c blé	1,90	2,00	1,45	1,80	1,75	2,25	2,45	3,30	3,65	4,20	3,95	5,00	5,05	6,10	7,65							
1982																						
ETP _c gazon	1,35	1,40	0,95	1,20	1,60	1,25	2,00	2,45	2,10	2,70	2,25	2,65	3,25	3,95	4,90							
ETP _c blé	2,00	2,15	1,40	1,65	2,15	1,70	2,85	3,30	2,80	3,35	2,65	3,15	3,90	4,55	5,65							

résultat fourni par la formule de PENMAN, la majoration de la fonction $f(\bar{U}_2)$ entraînant une nette augmentation de l'ETP calculée ; dans la 2^e partie de l'article, on verra que les mesures neutroniques confirment le dépassement de l'ETP gazon par l'évapotranspiration du blé.

IV. CONCLUSION

Les résultats font apparaître l'intérêt des mesures en bacs d'évaporation (bac colorado enterré ou bac classe A) pour estimer l'évapotranspiration potentielle d'un gazon court ; plus simple et moins coûteuse, l'installation d'un bac enterré au sein d'une petite parcelle irriguée nous paraît donc tout à fait à conseiller sur un périmètre irrigué.

Par ailleurs, la formule de PENMAN, calculée selon le mode indiqué et avec les fonctions $f(U)$ introduites ici (et justifiées expérimentalement dans le cas de l'évaporation en bac et par voie théorique pour la végétation), rend bien compte des valeurs mesurées de l'évaporation de l'eau libre et de l'ETP du gazon ; en ce qui concerne l'évapotranspiration du blé, seule l'évolution de la réserve en eau du sol, à partir de profils hydriques obtenus à l'humidimètre neutronique, nous permettra de tester la précision du calcul quand les conditions hydriques du sol seront favorables. C'est ce qui sera fait dans la 2^e partie de cet article (VACHAUD *et al.*, 1985).

Reçu le 7 février 1984.
Accepté le 2 novembre 1984.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Brutsaert W.**, 1975. The roughness length for water vapor, sensible heat and other scales. *J. Atmos. Sci.*, 32 (10), 2028-2031.
- Penman H. L.**, 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proc. R. Soc., A*, 193, 120-145.
- Riou C.**, 1975. *La détermination pratique de l'évaporation. Application à l'Afrique Centrale*. Mémoire ORSTOM, 80, 236 p.
- Riou C.**, 1981. Note sur la détermination du rayonnement atmosphérique en Tunisie et ses conséquences sur le calcul de l'évaporation. *La Météorologie*, VI^e série, 27, 15-18.
- Riou C., Chartier R.**, 1982. *La station hydroclimatologique du Mornag. N° 1 — Description et résultats 1980-1981. Evaporation en bac d'eau libre et évapotranspiration potentielle*. D.R.E.S. Tunis, ORSTOM Mission en Tunisie, Janvier 1982, 40 p.
- Riou C., Itier B.**, 1983. Expression des coefficients de transfert de la vapeur d'eau du sol à l'atmosphère. *La Météorologie*, VI^e série, 32 (sous presse).
- Seguin B.**, 1975. Etude comparée des méthodes d'estimation d'ETP en climat méditerranéen du Sud de la France (Région d'Avignon). *Ann. agron.*, 26 (6), 671-691.
- Vachaud G., Vauclin M., Riou C., Chaabouni Z.**, 1985. Evapotranspiration en zone semi-aride de deux couverts végétaux (gazon, blé) obtenue par plusieurs méthodes. II. — Méthodes neutroniques et tensiométriques. *Agronomie*, 5 (3), 267-274.