

# Mesures liées à l'estimation de l'évaporation et de l'évapotranspiration

- Le retour de l'eau à l'atmosphère peut se faire de différentes manières, soit directement par évaporation à partir d'une surface d'eau libre (mer, lac, cours d'eau, etc.), soit le plus souvent à partir d'un sol ou par l'intermédiaire des végétaux. On parle dans ce deuxième cas d'**évapotranspiration**. Pour l'évaporation, la quantité d'eau qui repart dans l'atmosphère dépend uniquement des paramètres physiques tels que la température de l'air, de l'eau, de la vitesse du vent, du degré hygrométrique, de l'ensoleillement, etc. L'évapotranspiration, elle, dépend en plus du couvert végétal et de son stade de développement ; sa mesure en est rendue d'autant plus difficile.

# MESURE DES PARAMETRES PHYSIQUES CONDITIONNANT L'EVAPORATION

- Ces mesures sont généralement faites par les services météorologiques. Cependant, dans certains cas particuliers, les données ne sont pas disponibles à proximité du site envisagé ; dans ce cas, l'hydrologue peut être amené à installer des stations climatologiques plus ou moins complètes. Il faut noter qu'il existe de grandes différences dans les appareils de mesures. Lorsqu'ils sont destinés à équiper des stations du type synoptique, on rencontre des appareils très précis mais nécessitant entre autres un important investissement, des sources d'énergie électrique et un personnel compétent. Au contraire, pour les stations tertiaires que
- l'hydrologue peut être amené à installer, il convient de mettre l'accent sur la robustesse et l'autonomie d'appareils destinés bien souvent à être "abandonnés" durant des semaines

## MESURES DE L'EVAPORATION

### **Évaporation – sublimation**

*C'est l'ensemble des processus physiques de transformation de l'eau liquide en vapeur.*

### **Transpiration (phénomène biologique)**

*Elle dépend du couvert végétal, de son stade de développement...*

### **Notion d'évapotranspiration réelle et potentielle**

*L'évapotranspiration potentielle (notée par la suite Etp ou Ep) est la quantité d'eau qui serait évaporée ou transpirée à partir d'un bassin versant si l'eau disponible pour l'évapotranspiration n'était pas un facteur limitant.*

*L'évapotranspiration réelle (Etr ou Er), la quantité d'eau, évaporée ou transpirée réellement par le sol, les végétaux et les surfaces libres d'un bassin versant.*

***L'évapotranspiration réelle (Etr ou Er), la quantité d'eau, évaporée ou transpirée réellement par le sol, les végétaux et les surfaces libres d'un bassin versant.***

On calcule plutôt l'évapo-transpiration à l'aide de formules empiriques comme celle de Thornthwaite, de Penman ou de Turc. On distingue l'évapotranspiration potentielle (ETP) qui est le pouvoir évaporant de l'atmosphère sur un sol avec couvert végétal disposant de l'eau en abondance. L'évapotranspiration réelle (ETR) correspond à la perte en eau d'un sol quand l'eau vient à manquer: l'ETR est fonction de l'ETP et de la quantité d'eau présente dans le sol.

## **Mesures de l'Evaporation:**

Les mesures de "l'évaporation" peuvent se faire de différentes façons selon les buts poursuivis : estimation de l'évaporation à partir d'un réservoir, estimation de l'évaporation potentielle.

Parfois on souhaite même évaluer l'ensemble de l'évaporation et de la transpiration par le système sol-végétaux, c'est à dire directement l'évapotranspiration réelle.

## Mesures de l'évaporation à partir d'une surface libre

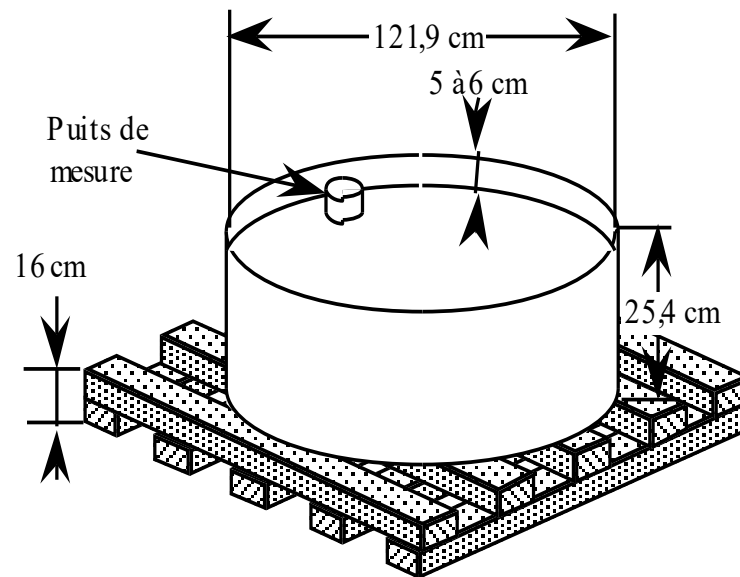
Différents types d'appareils ont été conçus mais avec leurs défauts et leurs qualités. Les plus utilisés sont :

### V.2.1.1 - Bac classe A (du Weather Bureau, U.S.A.)

Ce bac est constitué d'un cylindre métallique de 121,9 cm de diamètre et de 25,4 cm de hauteur. Dans ce cylindre, on maintient une épaisseur d'eau de 17,5 à 20 cm.

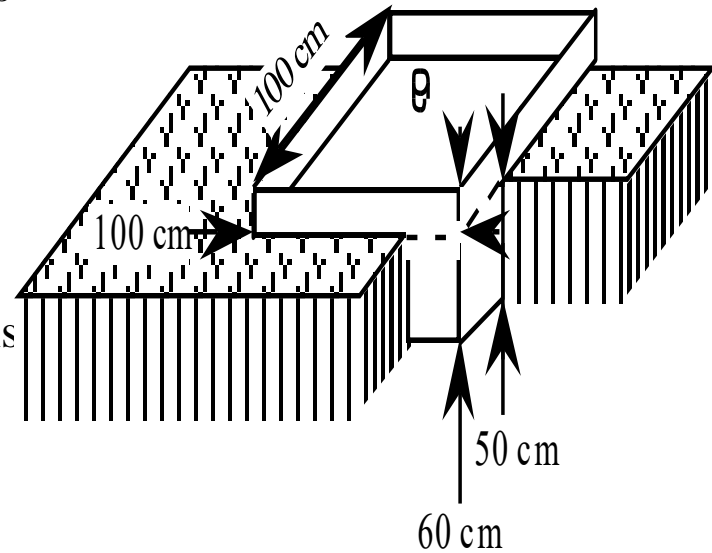
Le cylindre est supporté par un caillebotis à 15 cm du sol. Le caillebotis doit permettre une bonne aération sous le bac.

Ce bac universellement répandu ne satisfait que très partiellement l'hydrologue car, du fait de sa disposition par rapport au sol, il est très sensible aux variations de température, son inertie thermique étant faible.



**Le bac Colorado et le bac ORSTOM** qui en dérive, sont des bacs de section carrée de 92,5 cm de côté (1 m pour le bac ORSTOM), d'une hauteur de 60 cm et enterré de 50 cm.

L'eau est maintenue à 10 cm environ du rebord, soit sensiblement au niveau du sol. Cet appareil étant enterré et avec une plus grande épaisseur d'eau, il possède une plus grande inertie thermique et se rapproche plus des conditions naturelles.

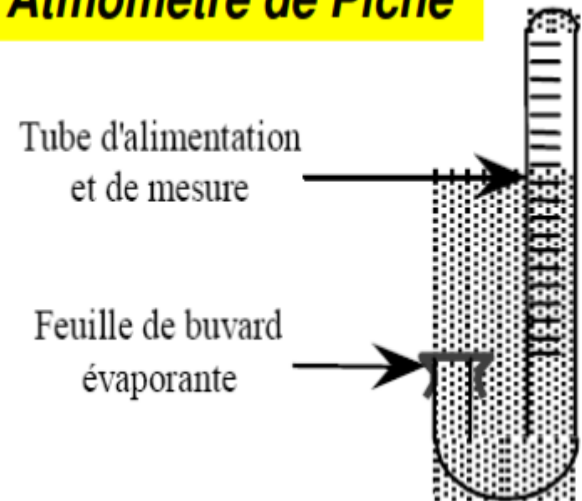


### Le "Piche"

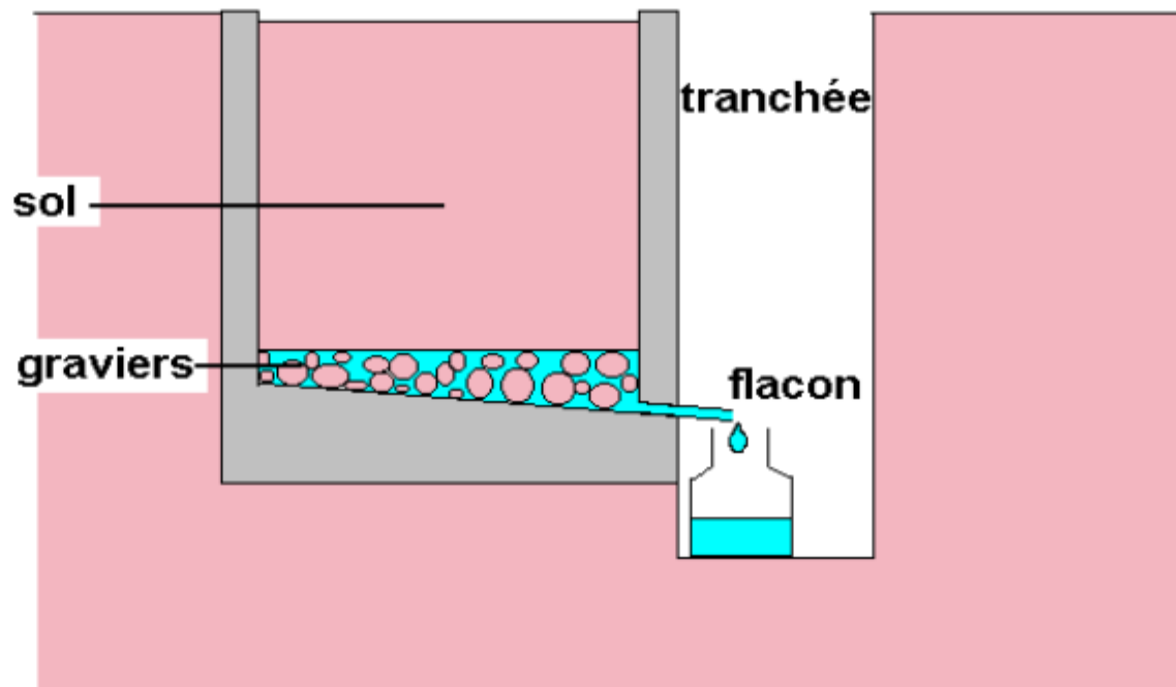
Parmi un grand nombre d'autres atmomètres, nous signalerons l'atmomètre de Piche, bien qu'il ne réponde qu'imparfaitement aux qualités exigibles d'un appareil de mesure. Il est utilisé très fréquemment par les agronomes. Son emploi se justifie par la simplicité et le faible coût de l'appareil.

La surface évaporante est constituée par un film de papier buvard blanc, fixé à l'extrémité du tube en verre en forme de U. Ce tube sert à la fois à l'alimentation et à la mesure de l'évaporation. La feuille de buvard est changée chaque jour après lecture de l'appareil

### **Atmomètre de Piche**



## ***Mesure de l'évapotranspiration réelle (ETR),***





# Estimation de l'Évaporation potentielle

En hydrologie l'évapotranspiration est estimée par des formules plus ou moins complexes. La plupart de ces formules sont établies sur un certain nombre de bassins versants. Elles tiennent en compte des mesures climatologiques telles que la température, l'humidité de l'air, le rayonnement global etc.

## A- Formule de Turc

La formule de Turc est exprimée en fonction du rayonnement global, de la température de l'air, et de l'humidité relative lorsque celle-ci est inférieure à 50 % :

$$ET_{Turc} = k \frac{T}{T + 15} (Rg + 50) \left[ 1 + \frac{50 - H_r}{70} \right]$$

$$Rg = Iga \left[ 0.18 + 0.62 \frac{h}{H} \right]$$

**Etp** évapotranspiration potentielle mensuelle (en mm d'eau)

**T** température moyenne mensuelle de l'air (en °C)

**Rg** radiation ou rayonnement globale moyenne mensuelle reçue au sol (en calorie/cm<sup>2</sup>/jour) évalué à partir de la durée de l'insolation **H** ;

**k** un coefficient = 0.013h

**h** durée réelle moyenne d'insolation en (h/j)

**H<sub>r</sub>** Humidité relative en % ≤ 50%



***I<sub>ga</sub>*** radiation globale théorique (en cal/cm<sup>2</sup>/jour) ;  
***H*** durée théorique des jours du mois.

***Si H<sub>r</sub> est ≥ 50% la formule se base alors uniquement sur le rayonnement global et la température.***

Paramètres	SEPT	OCT	NOV	DEC	JANV	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT
I <sub>ga</sub> (1)	788,00	658,00	528,00	469,00	508,00	624,00	764,00	880,00	950,00	972,00	955,00	891,00
h/H (1)	27,41	29,20	31,55	32,65	31,70	28,20	32,00	30,50	30,70	29,11	29,50	32,26
R <sub>a</sub> (2)	402,00	334,80	249,00	223,20	244,90	274,40	384,40	444,00	511,50	513,00	520,80	480,50
R <sub>g</sub> (3)	1353,33	1203,09	1042,32	957,84	1007,57	1102,23	1529,53	1679,92	1825,33	1771,78	1763,89	1798,14

***Valeurs de quelques paramètres climatiques pour la zone 30°N.***

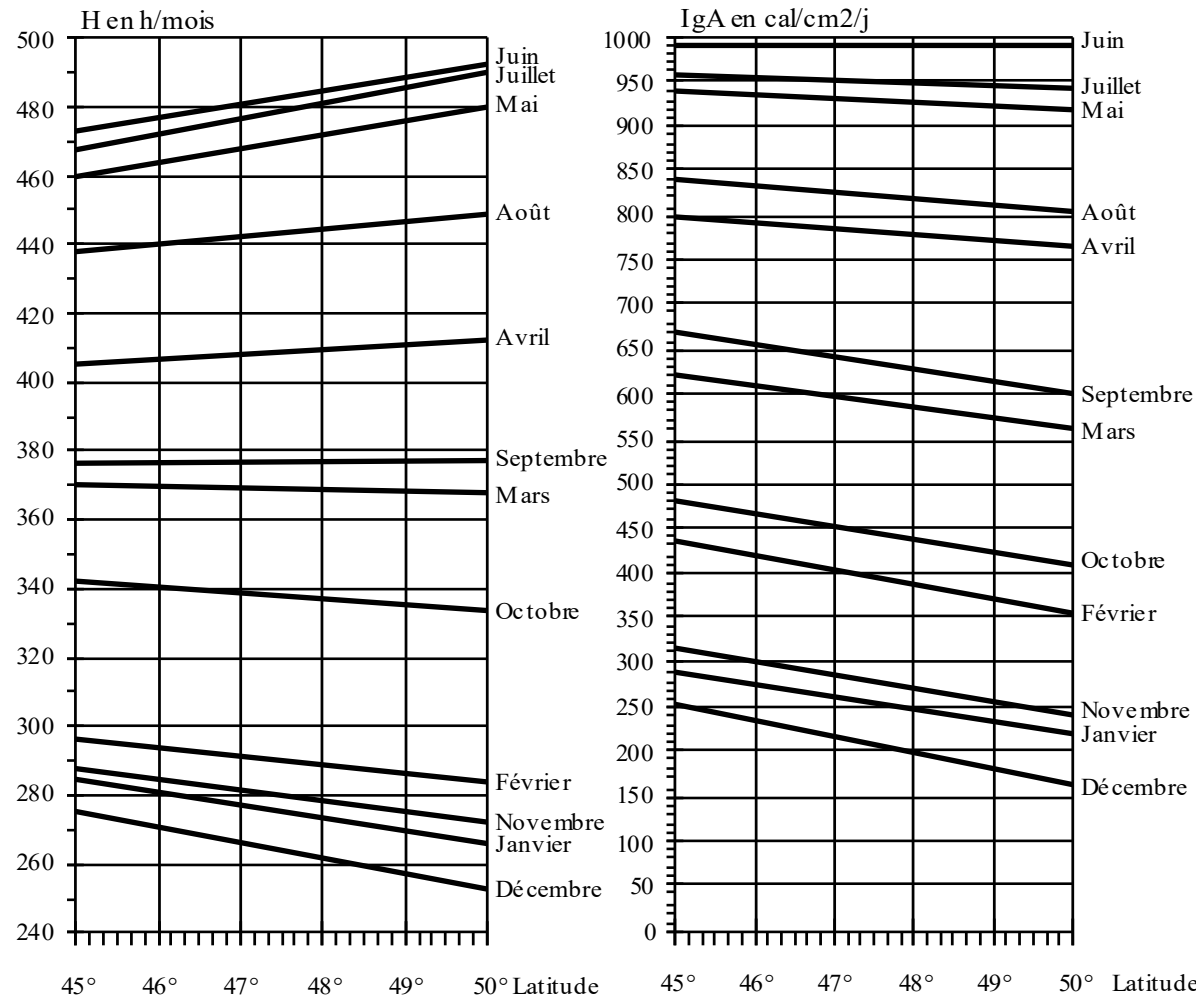
### ***B- Formule de Thornthwaite:***

***Cette formule est basée sur la température de l'aire:***

$$ETP_{Th} = 16 \left( \frac{10t}{I} \right)^a K$$

***t: température moyenne mensuelle du mois considéré,***  
***I : indice thermique annuel, somme de douze indices thermiques mensuels i,***  
***a: fonction complexe de l'indice I,***

# Estimation de l'Evapotranspiration Potentielle



**Abaques pour évaluer IgA et H en fonction de la latitude et du mois**

$$I = \sum_1^{12} \left[ \frac{t}{5} \right]^{1.514}$$

**K: coefficient d'ajustement mensuel**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
K	0,73	0,78	1,02	1,15	1,32	1,33	1,33	1,24	1,05	0,91	0,75	0,70

### **Estimation de l'Évaporation réelle**

#### **Formule de Turc**

**Cette formule tient compte de la hauteur annuelle de la pluie et de la température moyenne annuelle et donne l'ordre de grandeur d'une moyenne annuelle de l'Etr.**

$$E_{tr} = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}} \quad \text{avec } L = 300 + 25t + 0.05t^3$$

**Etr: évapotranspiration réelle (en mm/an) ;  
P: la hauteur annuelle de pluie (en mm) ;  
t : la température annuelle (en °C).**