

Bilans d'énergie et évapotranspirations : les bases pour comprendre

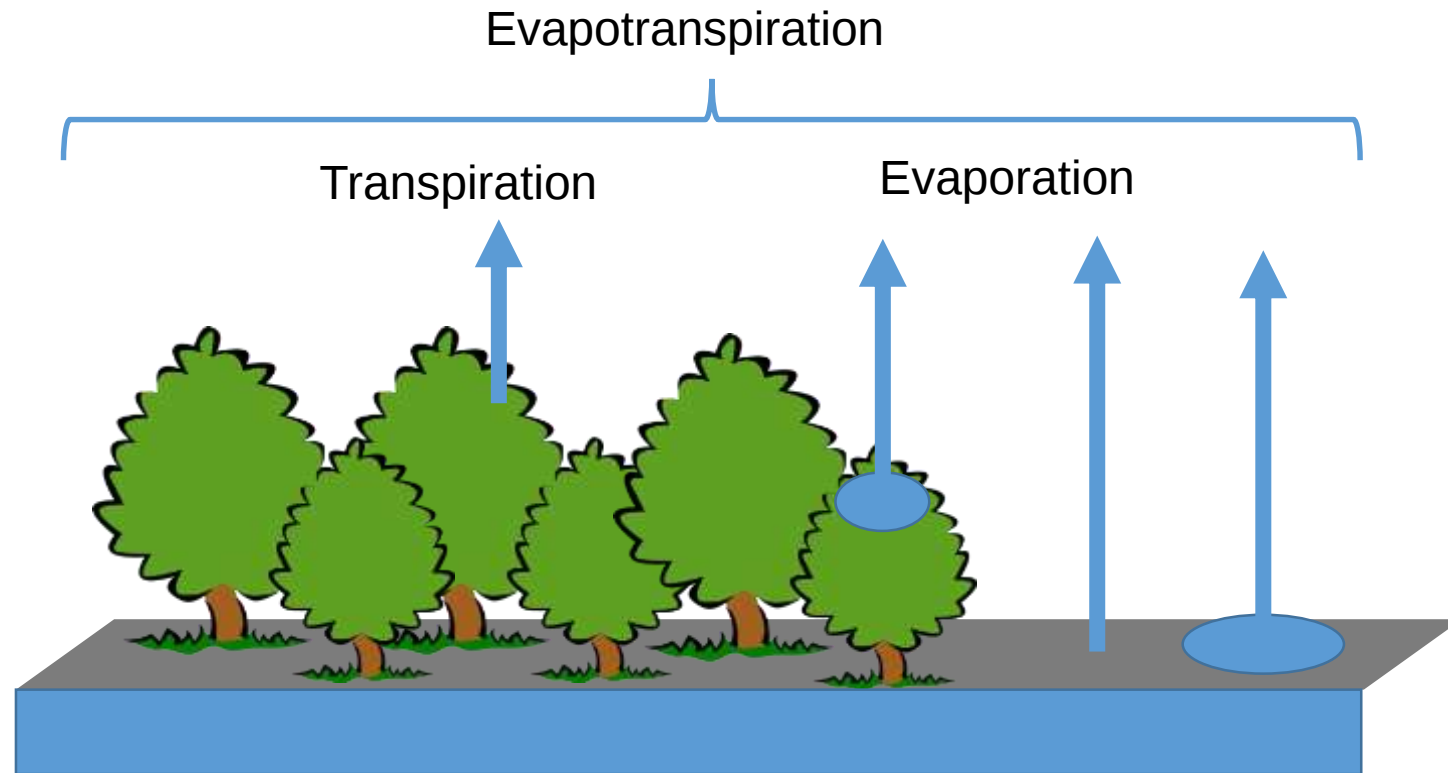
Introduction : le bilan d'énergie et les échanges végétation – atmosphère

Les termes du bilan d'énergie : bilan radiatif, flux de chaleur et évapotranspiration

Applications et déterminisme de la température de surface

Les évapotranspirations : définitions et expressions

Evapotranspirations



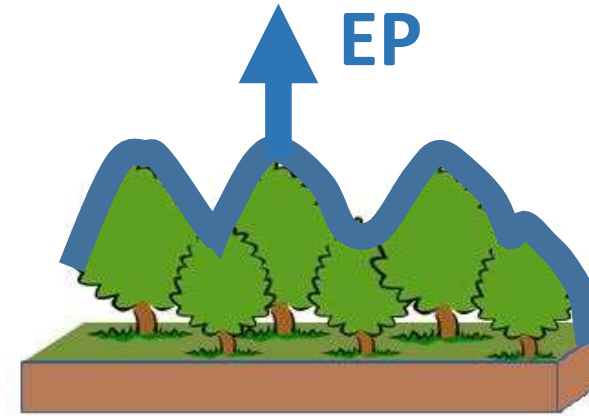
L'évapotranspiration est le flux de vapeur d'eau émis par l'ensemble sol - végétation vers l'atmosphère. Elle correspond à la transpiration des plantes et à l'évaporation directe de l'eau au niveau du sol et des surfaces d'eau libre.

Evapotranspirations

En fonction de la **disponibilité de l'eau**, on distingue :

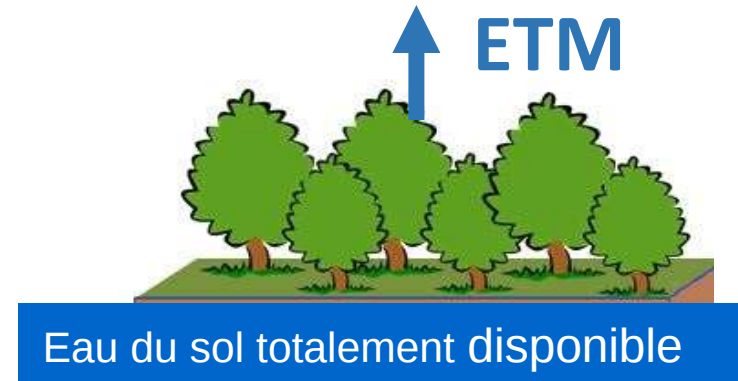
- **L' évaporation potentielle** (EP)

Demande climatique :
Quantité maximale d'eau que le **climat** permet d'évaporer dans l'atmosphère.



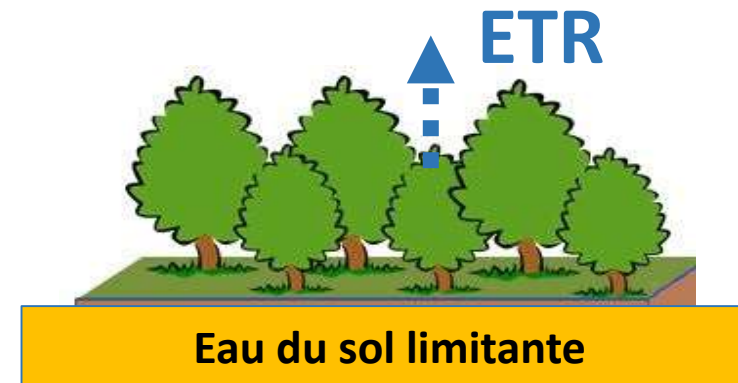
- **L' évapotranspiration maximale** (ETM)

Quantité maximale d'eau que la **végétation** peut évapotranspirer pour un climat donné (pas de limitation par la disponibilité en eau du sol).



- **L' évapotranspiration réelle** (ETR)

Quantité maximale d'eau que le **stock d'eau du sol** permet d'évaporer à une végétation donnée pour un climat donné (régulation stomatique).



Evapotranspirations

L'ETP (Evapotranspiration potentielle) est une **grandeur agrométéorologique** qui se calcule au moyen de formules qui prennent en compte **uniquement des variables météorologiques** (rayonnement, température, humidité de l'air, vent)

L'ETP donne une valeur approchée de l'ETM d'un couvert bas de type gazon.

ETP = ETM de référence

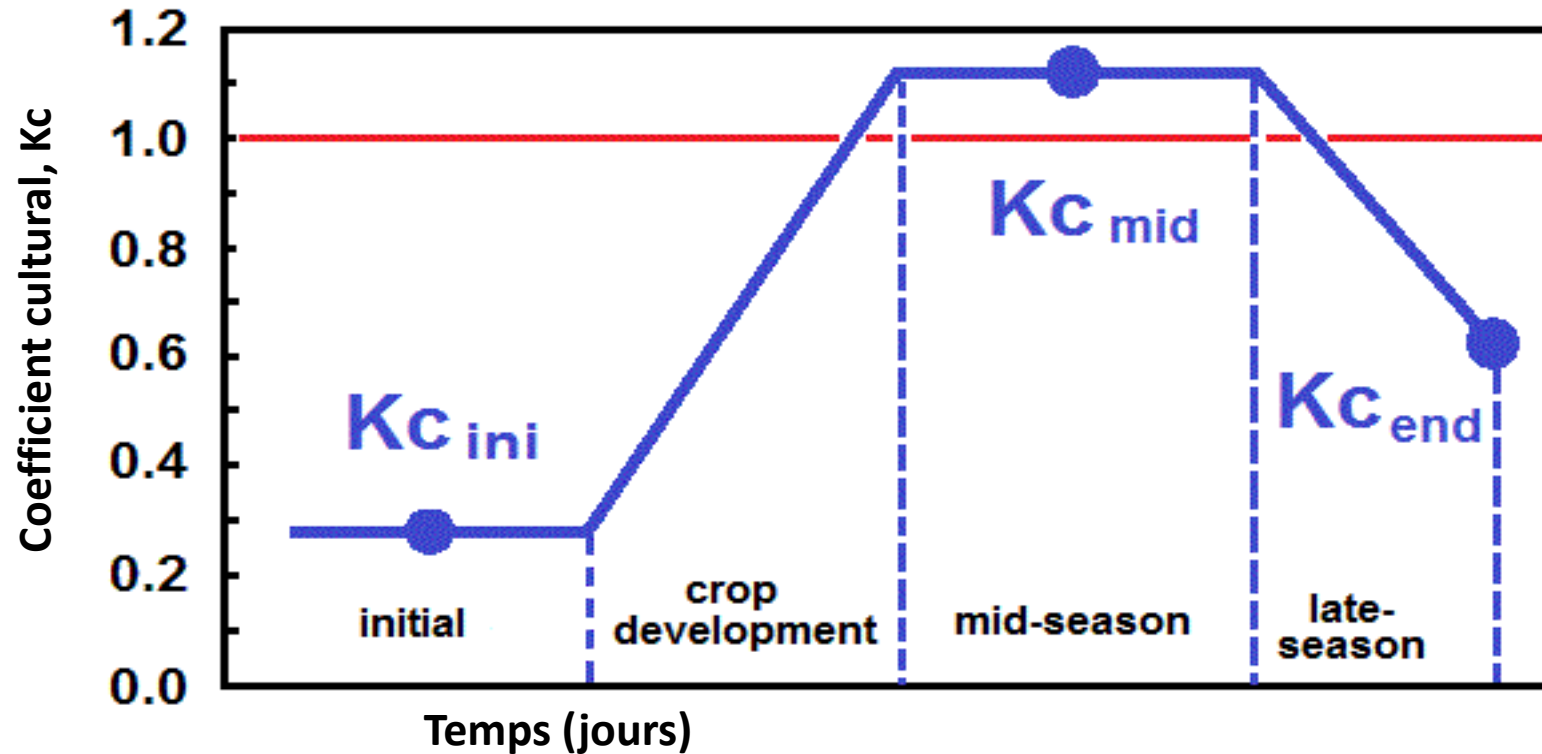
- **Humidité du sol non limitante (ETM)**
- **Caractéristiques de la végétation constantes**

L'ETP ne dépend que du climat

Evapotranspirations

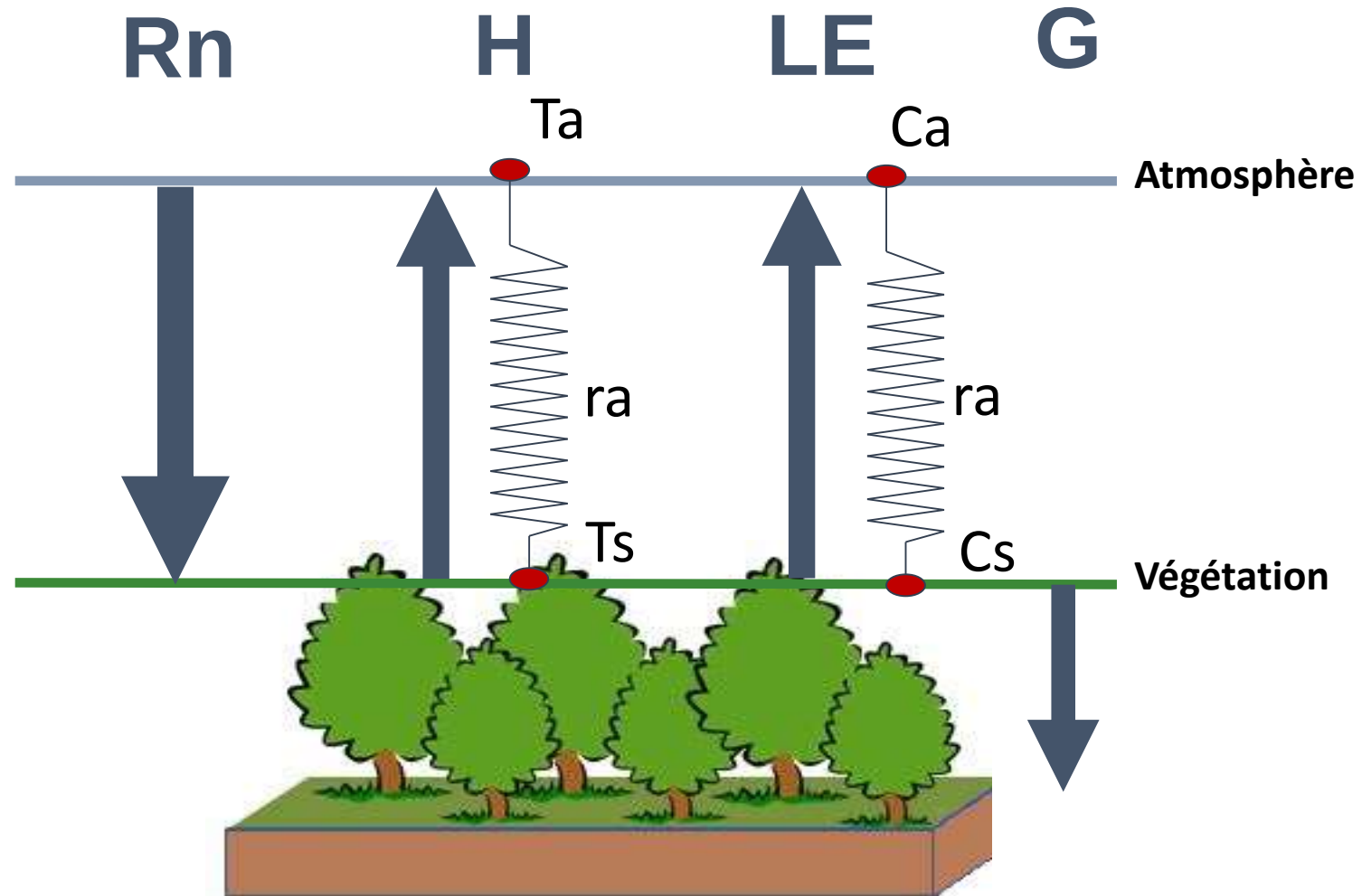
Le coefficient cultural : le rapport ETM/ETP

Exemple d'une culture de maïs



In : R.G. Allen et al. (1998) *Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements*.
FAO Irrigation and drainage paper n°56
<http://www.fao.org/docrep/x0490e/x0490e00.htm#Contents>

Evapotranspirations



Bilan d'énergie :

$$R_n + G + H + LE = 0$$

Evapotranspirations

Expression du flux de vapeur d'eau au-dessus de la végétation

$$LE = \frac{P'}{P' + \gamma} \left[\underbrace{R_n - G}_{\text{« Terme radiatif »}} + \underbrace{\rho C_p / r_a \frac{(D_a - D_s)}{P'}}_{\text{« Terme convectif »}} \right]$$

L'évapotranspiration dépend :

- de l'énergie radiative disponible,
- du gradient d'humidité surface-air,
- de la vitesse du vent
- de la structure du couvert végétal

Le calcul de l'ETP par l'expression de Penman-Monteith :

$$LE = \frac{P'}{P' + \gamma} \left[\cancel{Rn - G} + \rho C_p / r_a \frac{(\cancel{D_a - D_s})}{P'} \right]$$

Comment calculer l'ETM d'une culture de référence à partir de cette relation, en n'utilisant que des données météo ?

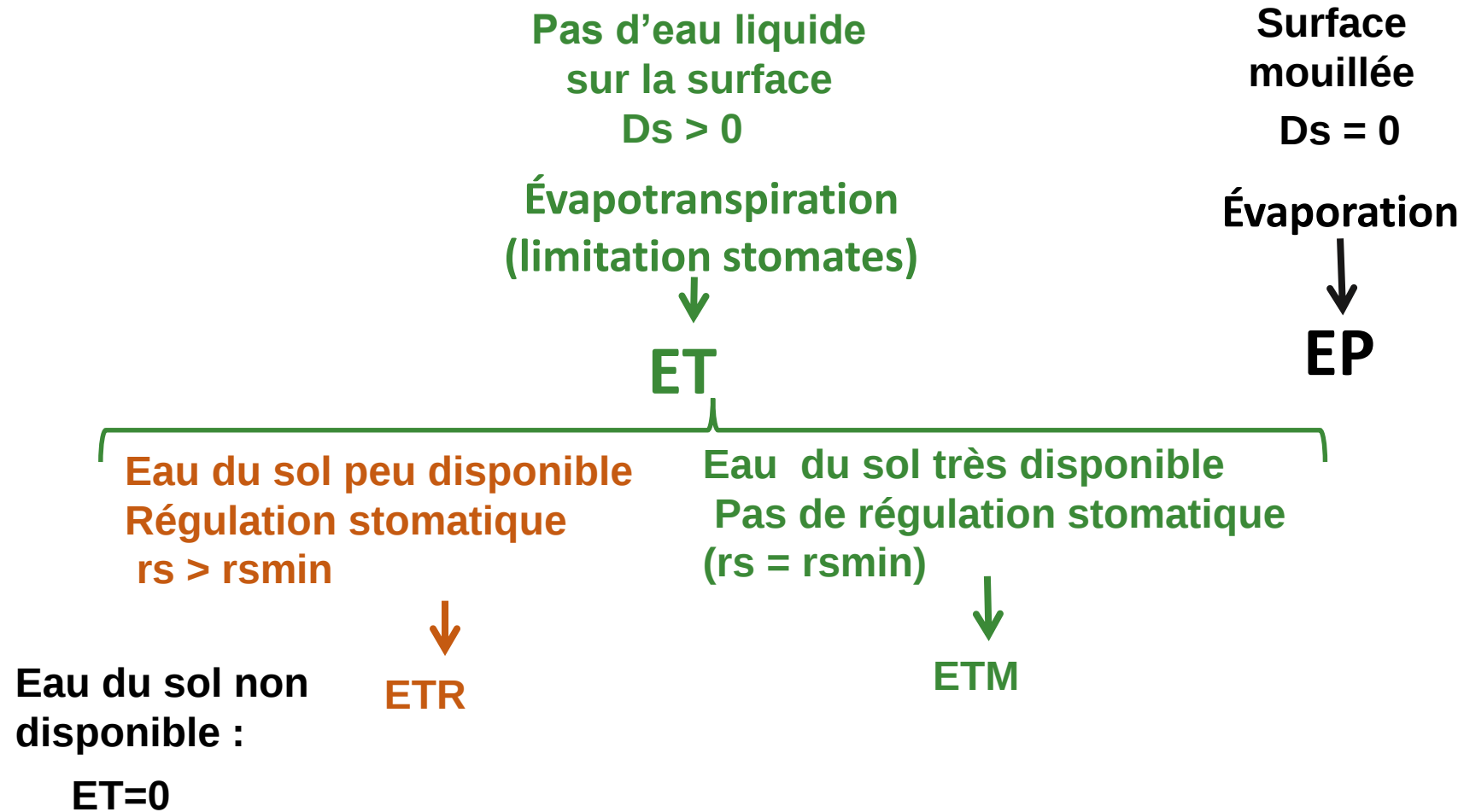
4 « adaptations » de l'expression analytique :

1. $Rn = Rn^*$
2. $G = 0$
3. $\rho C_p / r_a = a + b.u$
4. $D_s = 0$

$$L.ETP = \frac{P'}{P' + \gamma} \left[Rn^* + (a + b.u) \cdot \frac{D_a}{P'} \right]$$

Evapotranspirations

Récapitulation :



Données
nécessaires pour
l'estimation des
différentes
grandeurs

	ETP	EP	ETM	ETR
Données météo (Rg, Ta, Tr, u)	X	X	X	X
Caractéristiques de la végétation: ra	-	X	X	X
Résistance stomatique minimale (rs min)	-	- (Ds=0)	X	X
Résistance stomatique (rs)	-	-	- (rs = rsmin)	X