# 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**

# Bilan d'énergie : Applications et déterminisme de la température de surface

## le rapport de Bowen

$$Rn + G + H + LE = 0$$

$$\beta = \frac{H}{LE} = \frac{\frac{\rho\, Cp(Ta-Ts)}{ra}}{\frac{L\,M}{RT}\,\frac{[P(Tra)-P(Trs)]}{ra}}$$

$$\beta = \gamma\,\frac{(Ta-Ts)}{[P(Tra)-P(Trs)]}$$

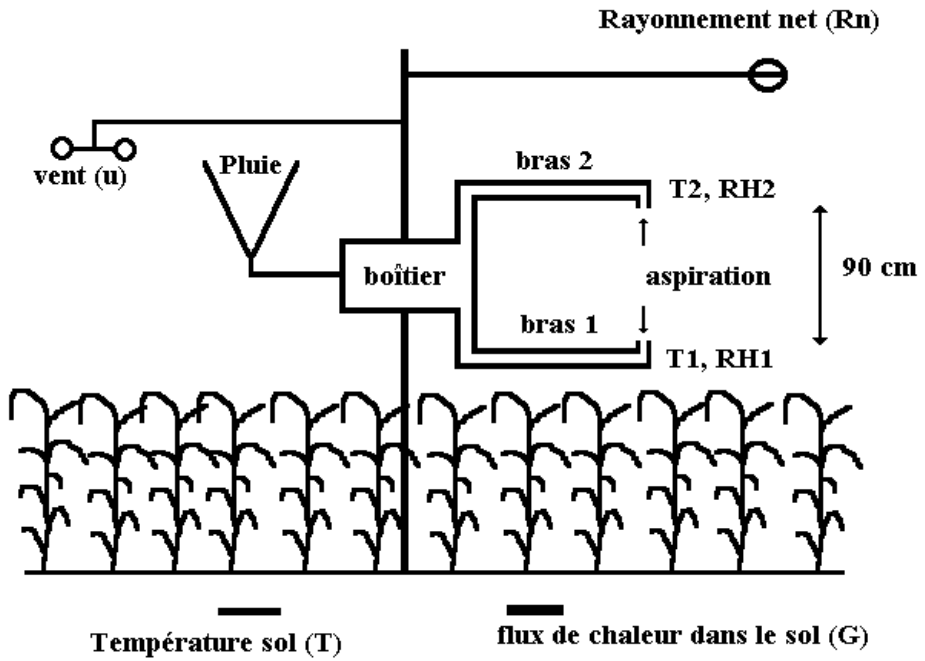
$$LE = \frac{-(Rn + G)}{(1+\beta)}$$

$\gamma$ = constante psychrométrique :

$$\gamma = \frac{\rho\, Cp}{\frac{L\,M}{RT}} = 66\ Pa.K^{-1}$$

à 20°C

# Bilan d'énergie : Applications et déterminisme de la température de surface

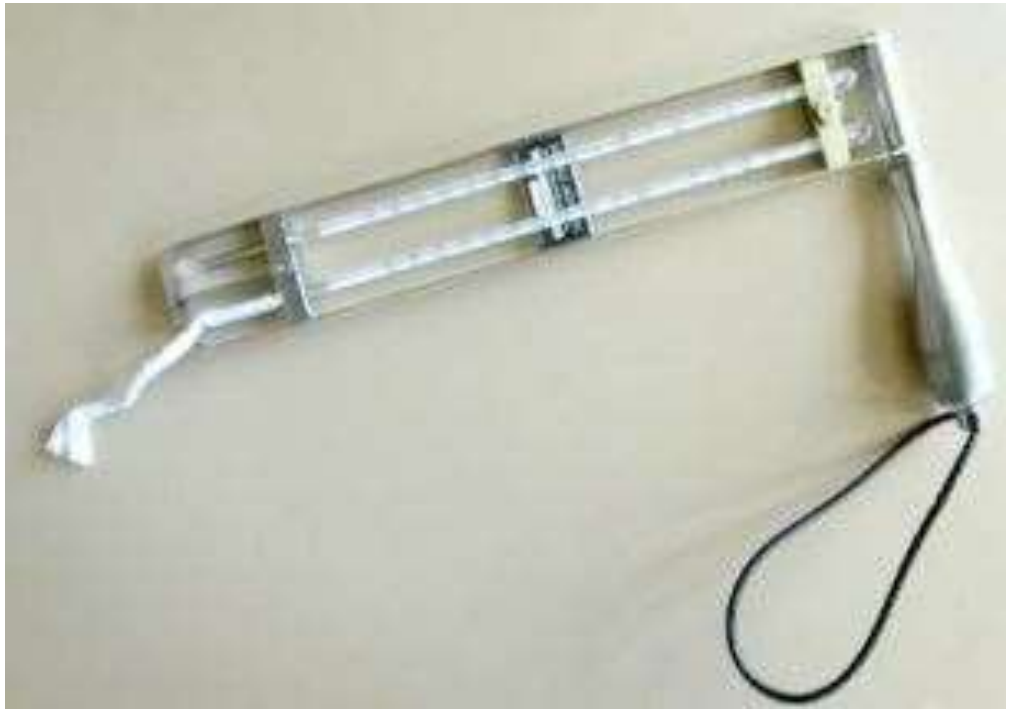



Station « AgroCLim »

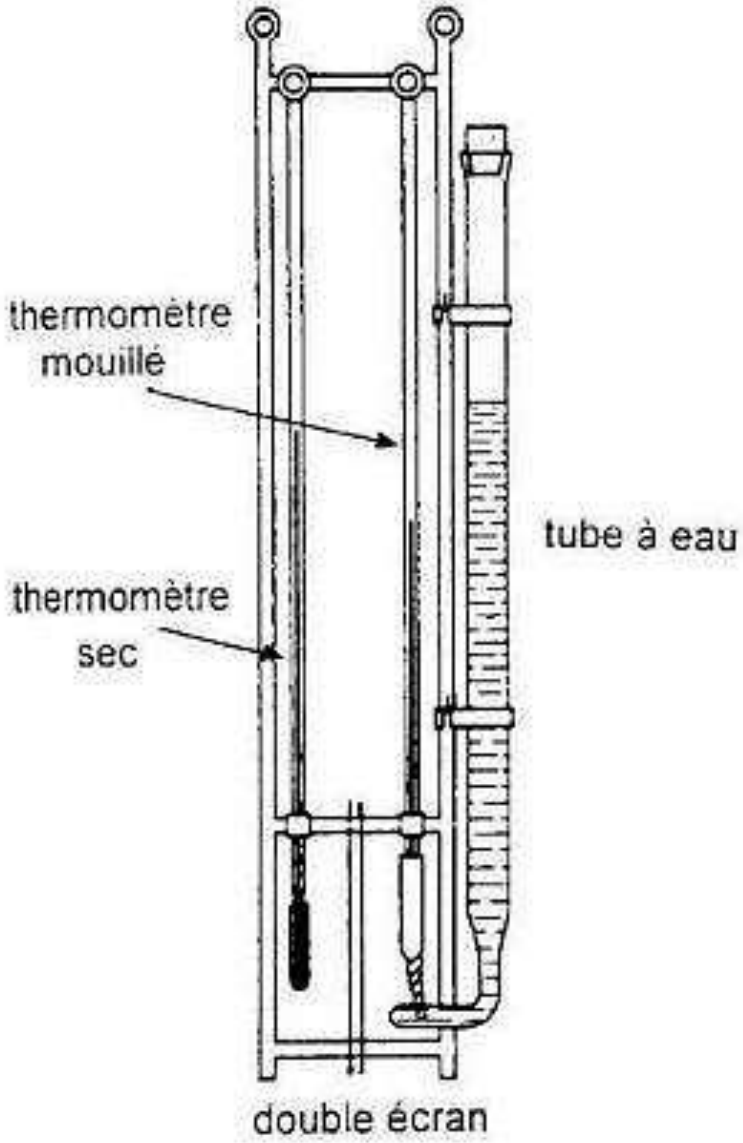
Système BEARN

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

## le psychromètre



*Météo France*

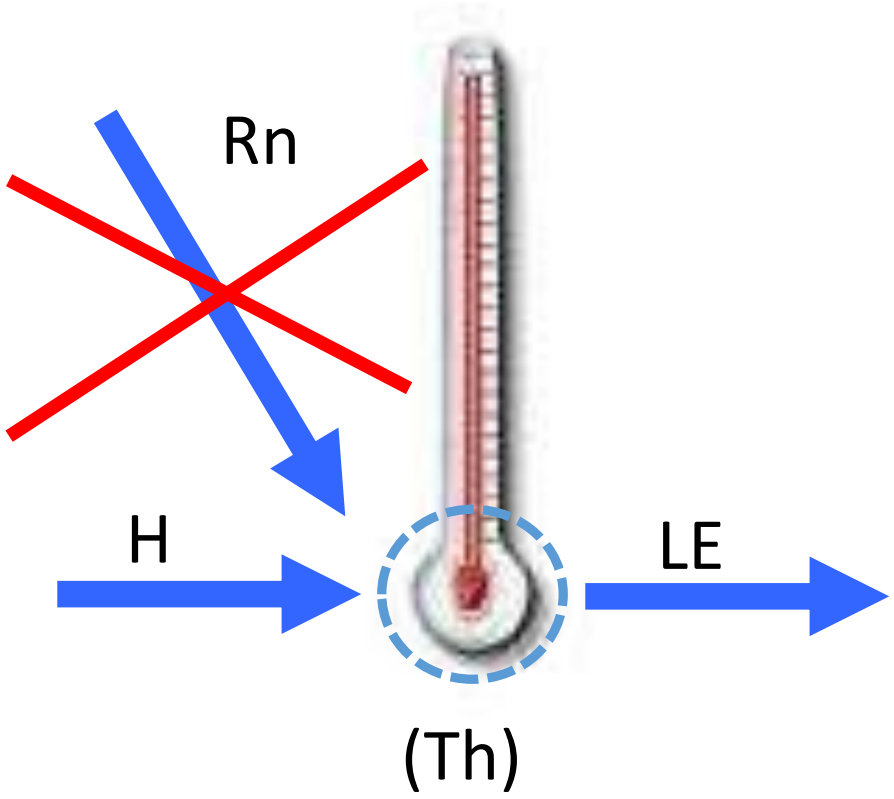



Mesure de deux températures :

Ta (Thermomètre sec)
Th (thermomètre mouillé)

# Bilan d'énergie : Applications et déterminisme de la température de surface

## le psychromètre




**Calcul de l'humidité de l'air à partir du bilan d'énergie du thermomètre mouillé :**

$$H+LE = 0$$

$$\frac{\rho Cp\ (Ta-Th)}{ra} = (LM/RT)\ \frac{[P(Tr_a)-P(Th)]}{ra}$$

$$\gamma\ (Ta-Th) = P(Tr_a)-P(Th)$$

$$P(Tr_a) = P(Th) + \gamma\ (Ta-Th)$$

# Bilan d'énergie : Applications et déterminisme de la température de surface

## Le déterminisme de la température de surface :

Quelles valeurs peuvent prendre l'humidité et la température d'une surface de végétation dans un environnement climatique donné ?

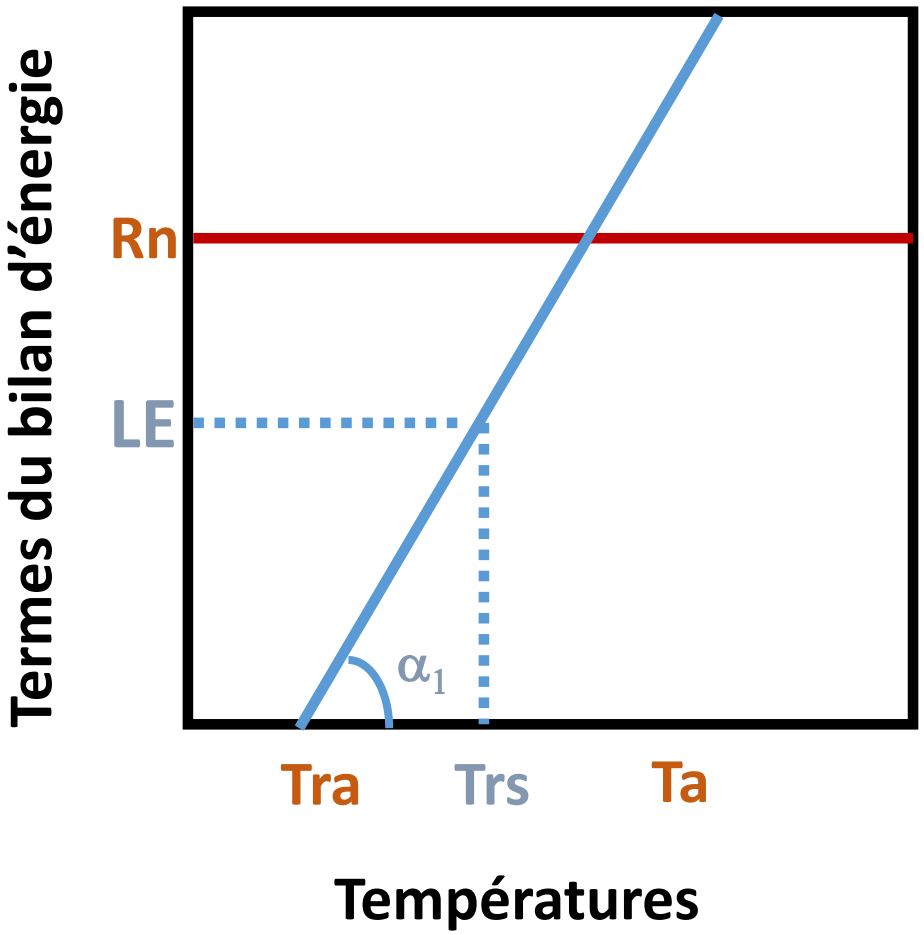
Grandeurs imposées par le climat :

- Rayonnement net : Rn
- Température et Humidité de l'air (Ta, Tra)
- Vitesse du vent (ra)

**Dans ces conditions, quelle sont les gammes de variation de la température et de l'humidité de la surface (Ts et Trs) ?**

# Bilan d'énergie : Applications et déterminisme de la température de surface

1. Expression de l'évaporation en fonction de **Tra et Trs :**




$$LE = \frac{(LM/RT)}{ra} [P(Tr_a)-P(Tr_s)]$$

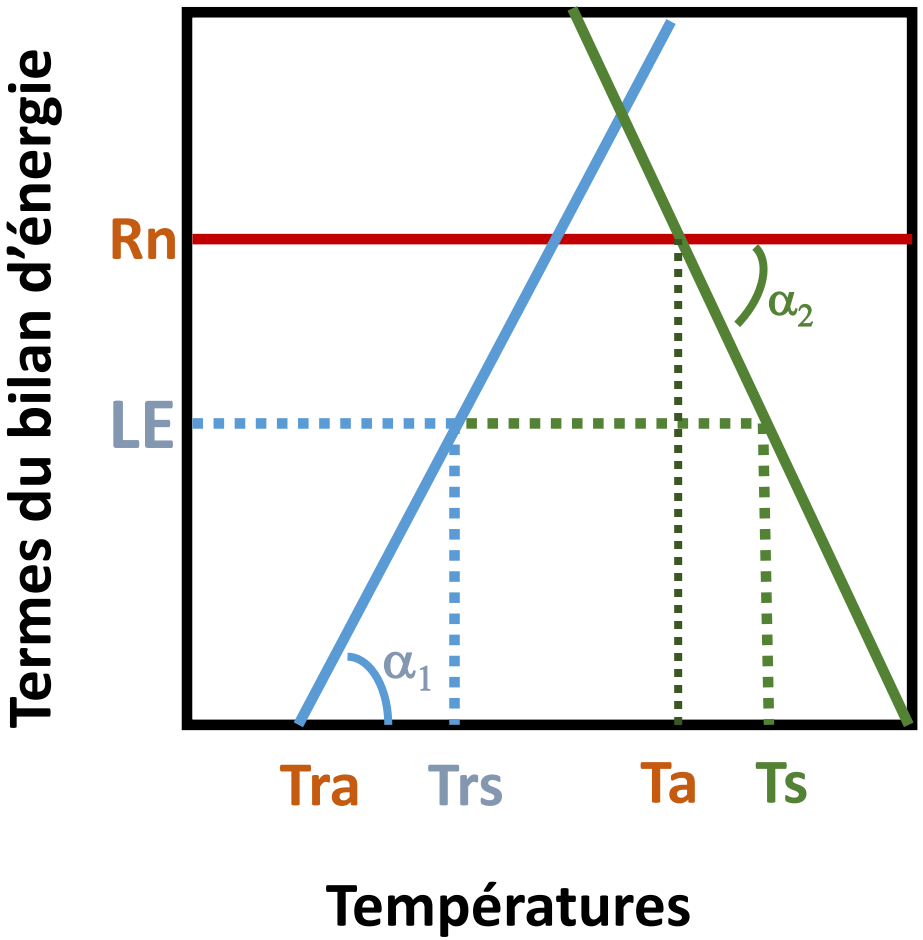
$$LE = \frac{(LM/RT)}{ra} P'(Tra-Trs)$$

**$LE \sim \alpha_1 (Tra-Trs)$**

- L'humidité de la surface ne peut pas être inférieure à celle de l'air
- Plus la surface est humide par rapport à l'air, plus l'évaporation est importante

# Bilan d'énergie : Applications et déterminisme de la température de surface

## 2. Expression de l'évaporation en fonction de **Ta et Ts**




$$Rn + G + H + LE = 0$$

$$LE = Rn - H \quad \text{(on néglige G)}$$

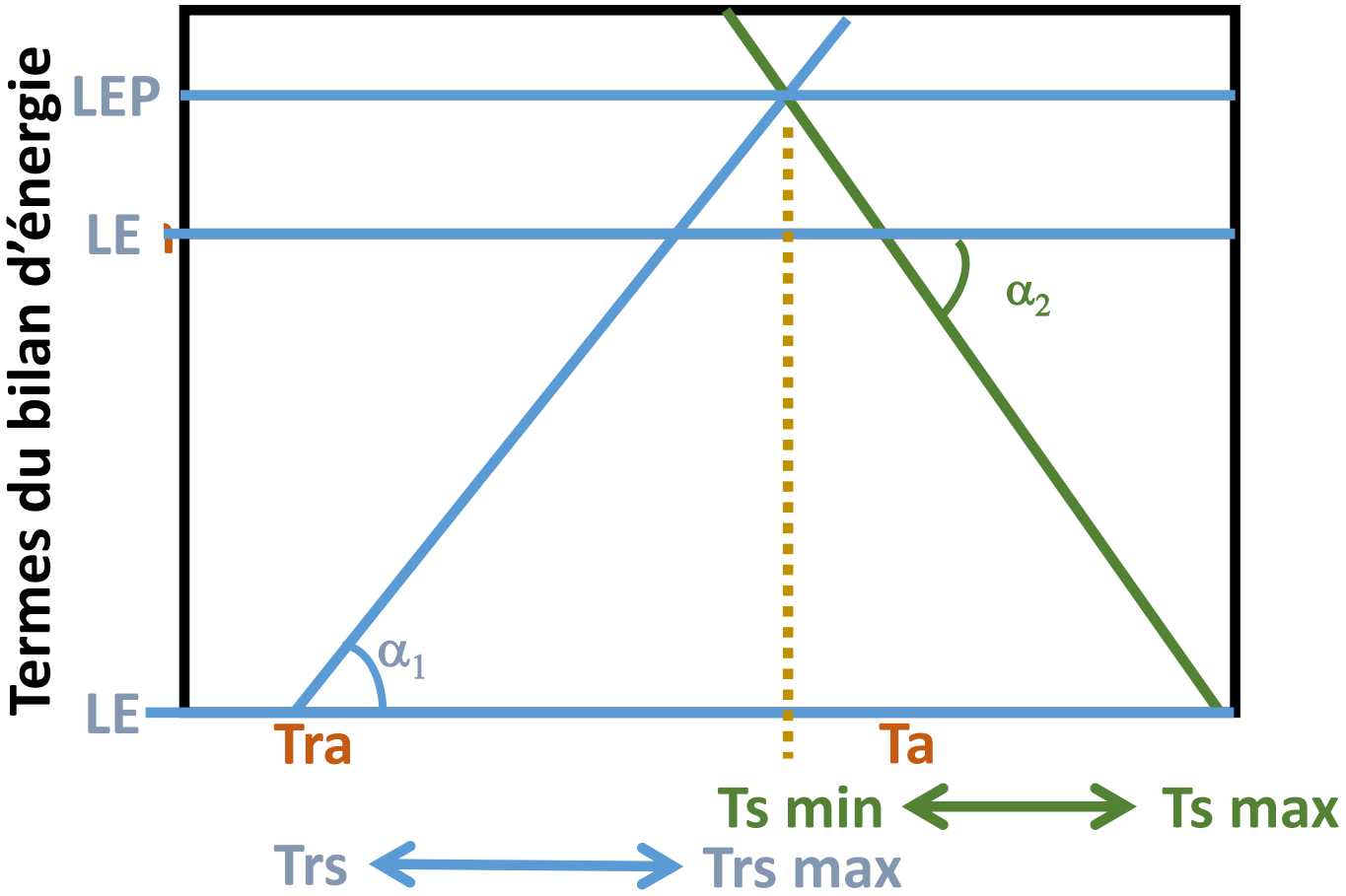
$$LE = Rn - \frac{\rho\, Cp}{ra}\,(Ta-Ts)$$

$$\mathbf{LE \sim Rn - \alpha_2\,(Ta-Ts)}$$

- **La température de la surface est maximale quand l'évaporation est nulle**
- **La température de la surface peut être inférieure à celle de l'air**
- **Dans ce cas, LE >Rn**

# Bilan d'énergie : Applications et déterminisme de la température de surface

## Bilan




1. Quand LE =0 : Trs = Tra, Ts = Ts max

2. Quand LE = Rn : Ts = Ta (H=0)

3. Quand LE = L EP : Trs = Trs max, Ts = Ts min, EP>Rn : H<0