

Evapotranspiration - Concepts

Alirio Arborera

Ouagadougou 5-9 Mai 2014

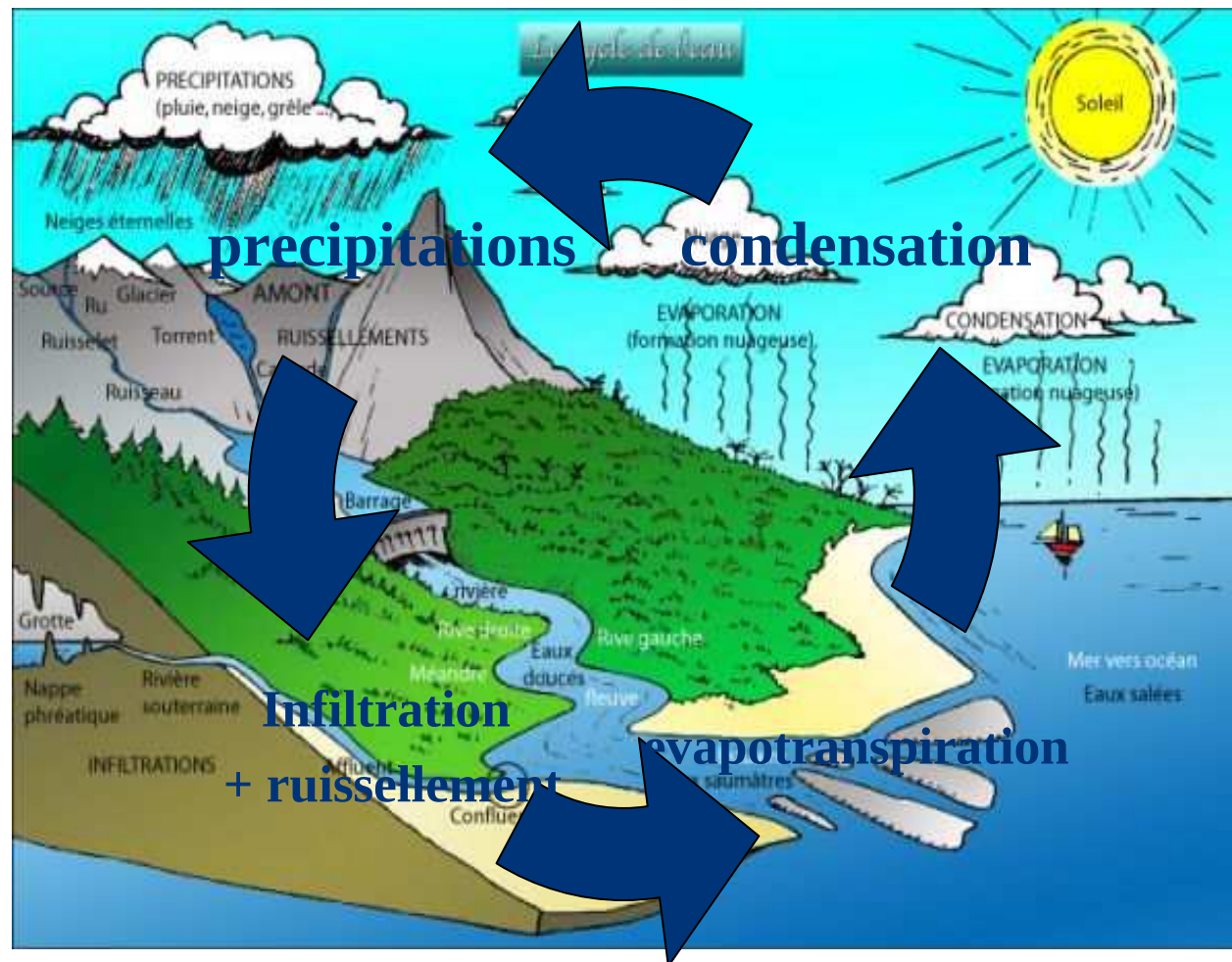
En collaboration avec:

Nicolas Ghilain et Françoise Gellens-Meulenberghs
Institut Royal Météorologique de Belgique

Objectives

- ❖ Vue d'ensemble de la physique de l'évapotranspiration ainsi que les facteurs qu'affectent celle-ci
- ❖ Définir l'évapotranspiration et clarifier les différentes concepts (potential, reel et de reference)
- ❖ Méthodes de détermination /estimation de l'ET
- ❖ Utilizations possibles

Le cycle de l'eau

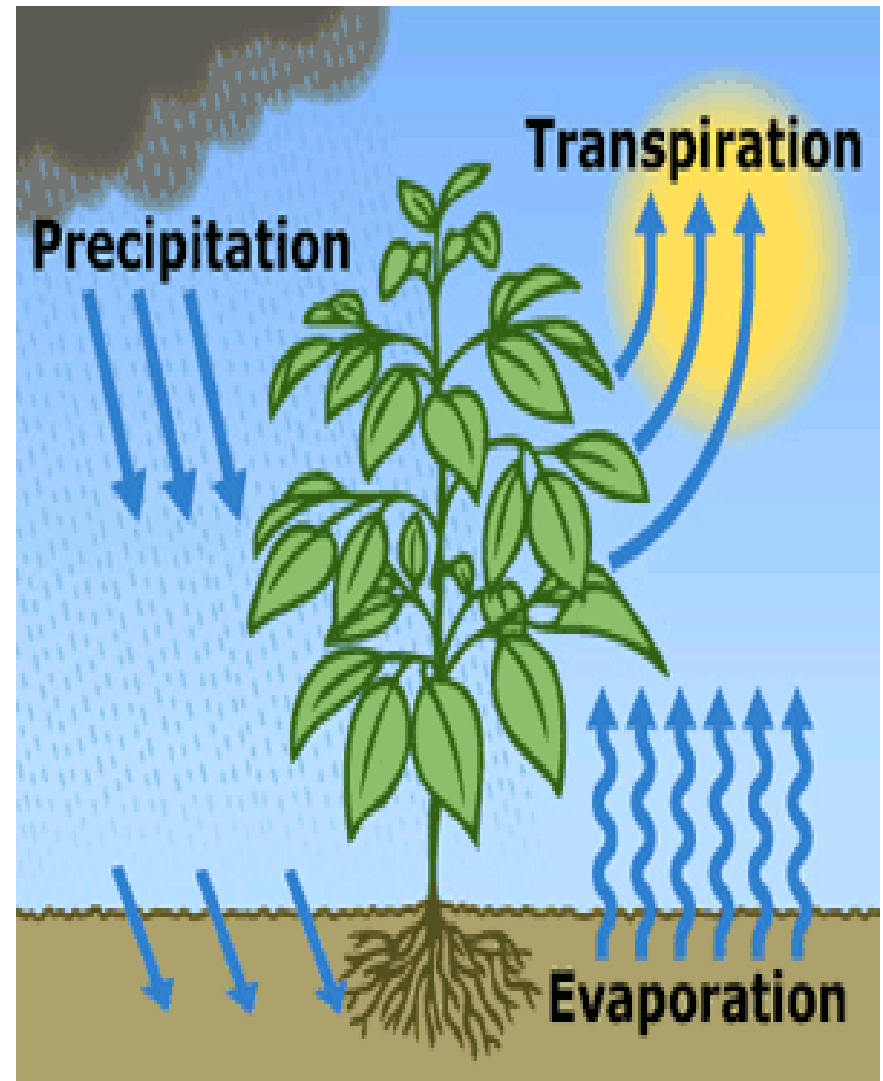


1) Quels est le moteur de l'ensemble du cycle de l'eau?

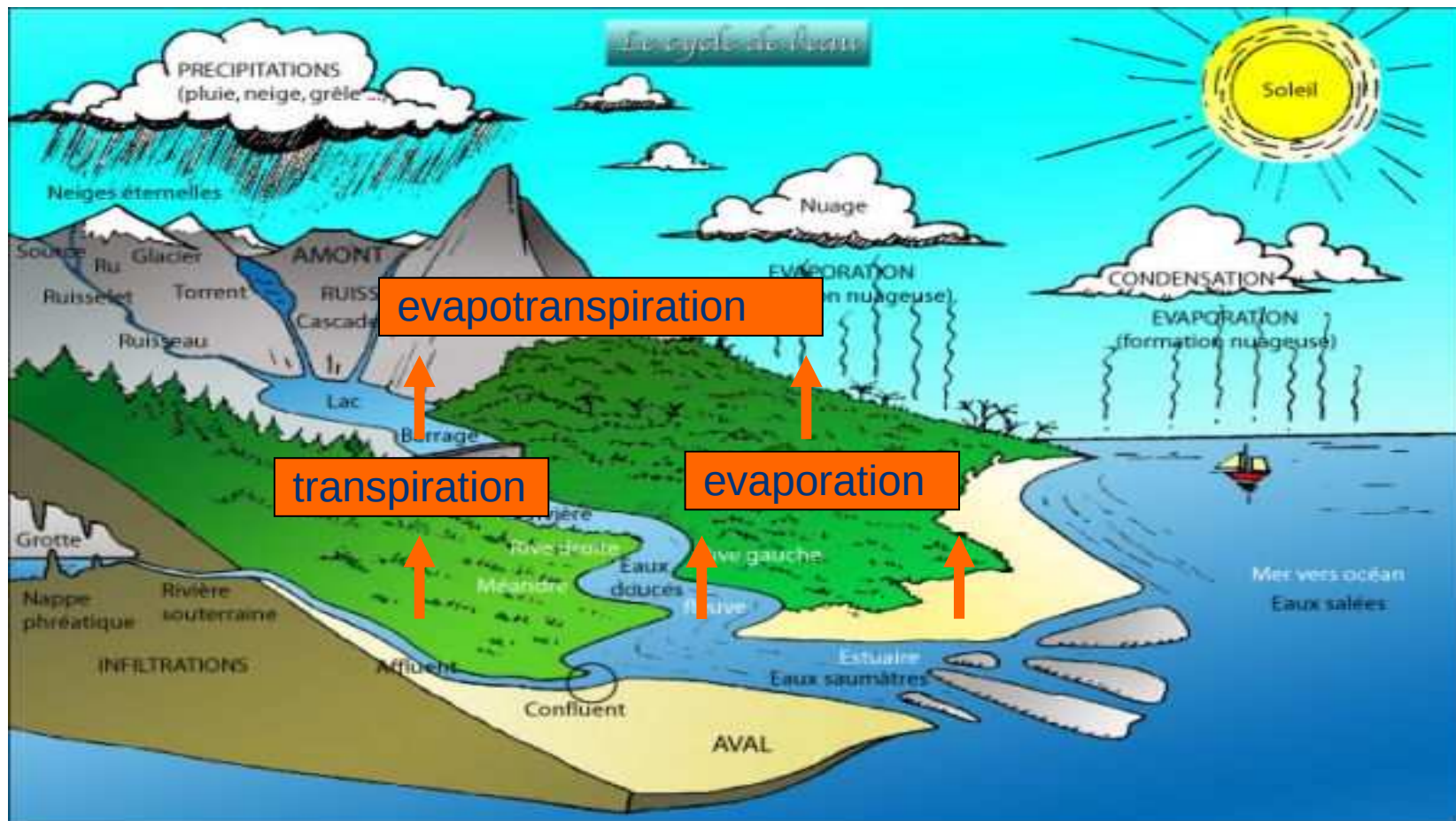
L'Evapotranspiration(ET)

Evapotranspiration: Quantité de vapeur d'eau transférée dans l'atmosphère par transpiration des plantes et par évaporation au niveau du sol, de surfaces d'eau libre et autres surfaces interceptant la pluie.

$$ET = \text{Evaporation} + \text{Transpiration}$$



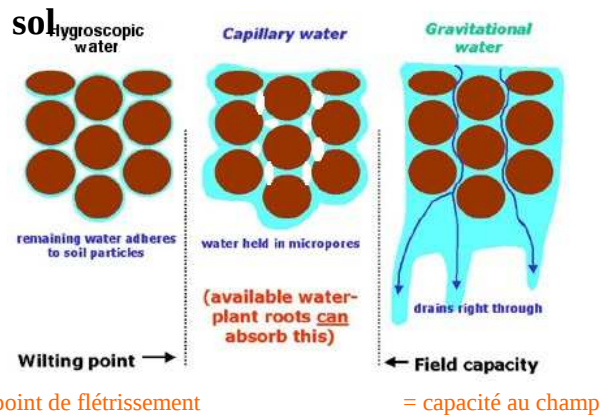
L'Evapotranspiration



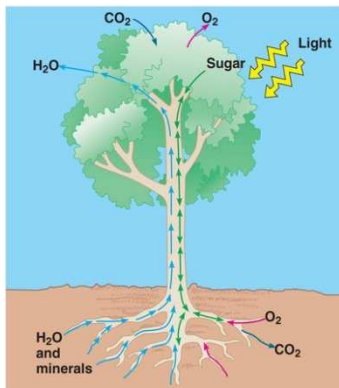
Le processus de transpiration

Pour que la transpiration puisse se produire, il faut de l'eau disponible dans le sol !

1. L'eau de la zone d'aération du sol

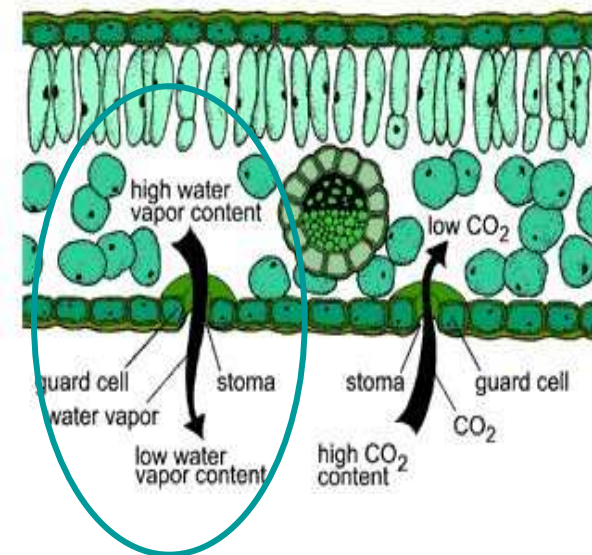


2. Absorption d'eau par les racines



- Eau prélevée par les racines et transportée vers les feuilles
- La lumière est indispensable

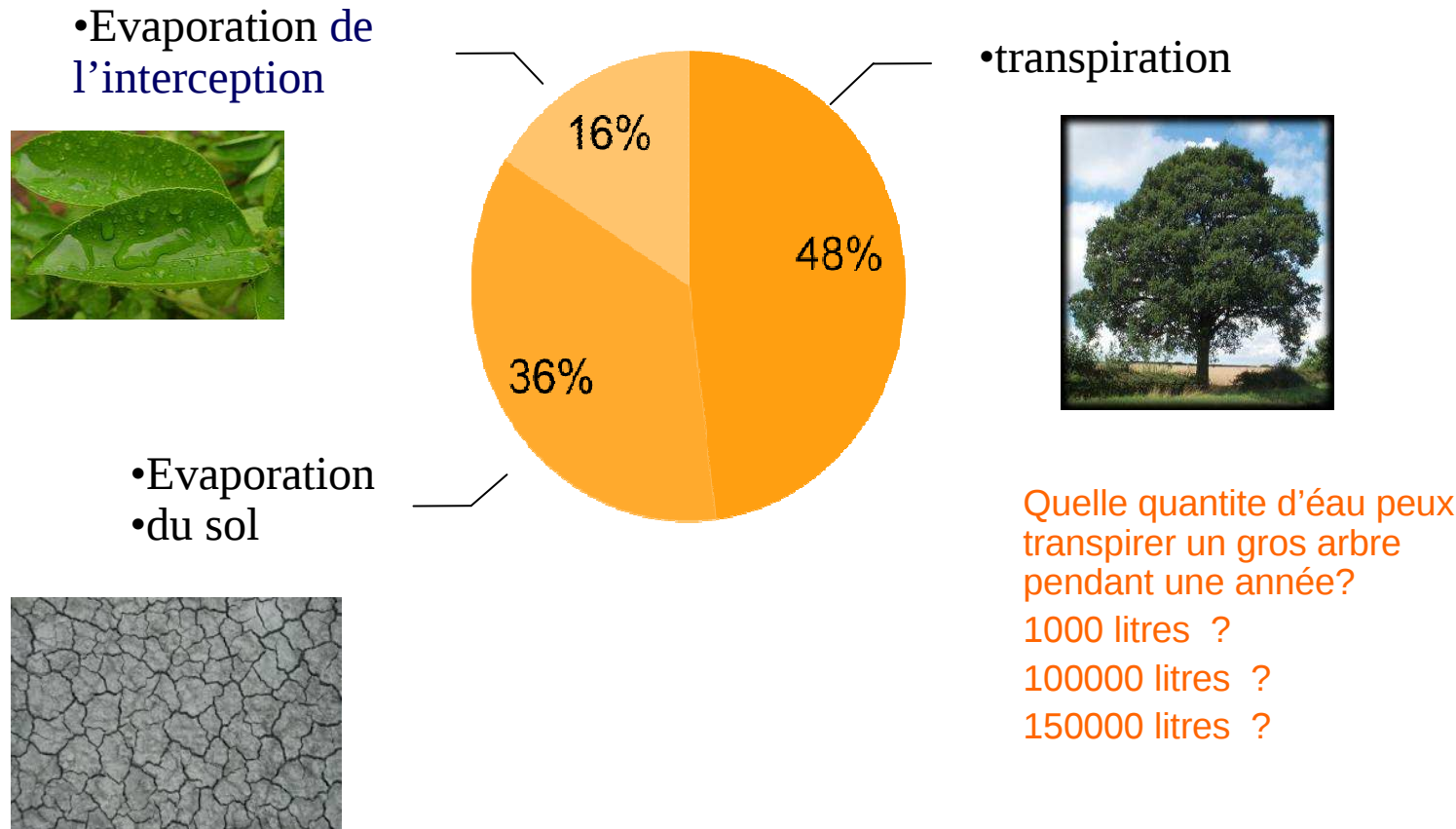
3. Echange plante-atmosphère



La vapeur d'eau s'échappe dans l'air par les stomates des feuilles

Evapotranspiration ~ perte d'eau

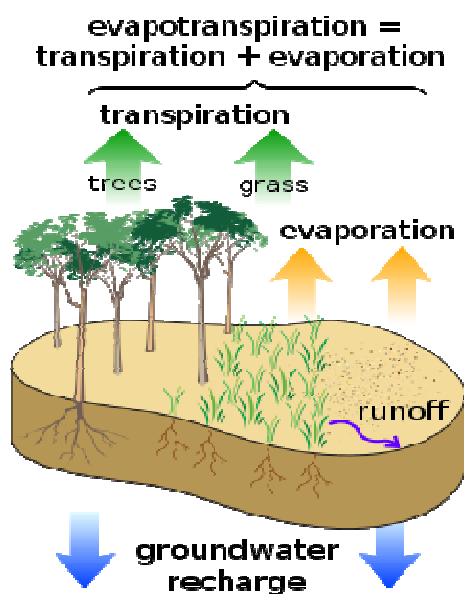
- A l'échelle globale sur les continents: ET représente 58 % des précipitations !



Bilans d'eau et d'énergie liés via ET

Bilan d'énergie:

$$(1 - \alpha)S_{\downarrow} + \varepsilon(L_{\downarrow} - \sigma T_{sk,i}^4) + H_i + LE_i - G_i = 0$$



$$LE = \alpha L_v ET$$

où

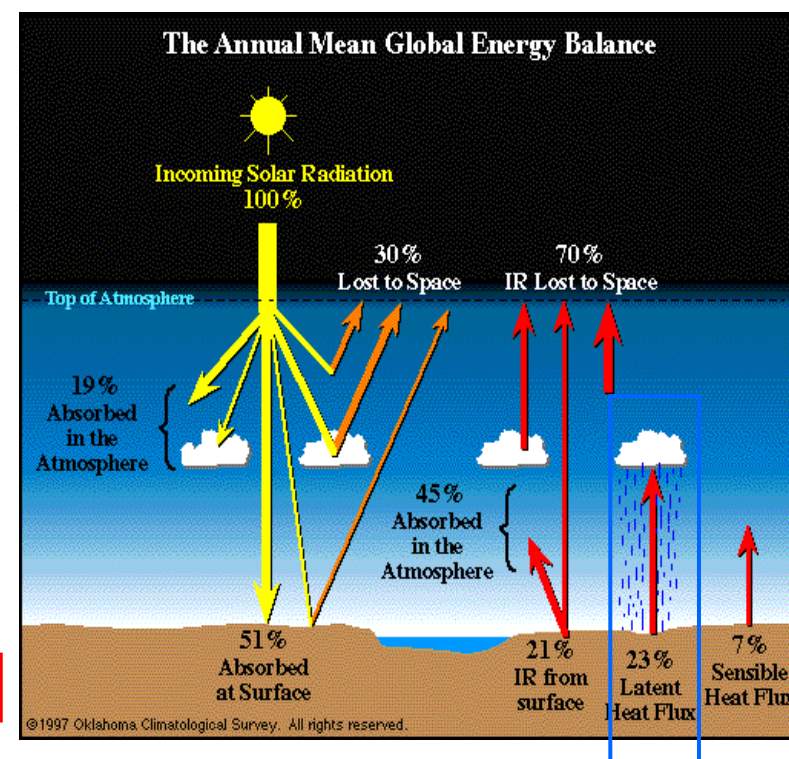
α est constante

L_v : chaleur latente de vaporisation

LE : flux de chaleur latente

Bilan hydrique d'un BV: $P - ET - \Delta w - ECT = 0$

P =Precipitation; Δw =variation de stock; ECT =écoulement total à l'exutoire (+ importation/exportation souterraine)



Evapotranspiration – Quelques définitions

- **Évapotranspiration potentielle (ETP)**: valeur maximale d'ET pour un climat donné, en fonction des caractéristiques énergétiques et dynamiques de l'atmosphère (suffisamment d'eau pour satisfaire la demande évaporatoire)
- **Évapotranspiration réelle (ET)**: perte de vapeur d'eau effective subie par un couvert végétal. Moindre que l'ETP à cause des résistances à la circulation de l'eau (sol-plantes) et à la diffusion de la vapeur d'eau (feuilles–atmosphère)
- **Evapotranspiration de référence (des cultures)**: Taux d'évapotranspiration d'une surface de référence ne manquant pas d'eau. La surface de référence est d'habitude une surface couverte de l'herbe, avec des caractéristiques spécifiques. Ex: évaporation de référence des cultures de la FAO (la méthode de la FAO Penman-Monteith est recommandé comme la méthode standard pour le calcul de l'évapotranspiration de référence, Eto)

Reference Evapotranspiration

$$ET_c = K_c ET_0$$

Reference evapotranspiration (equivalent to the evapotranspiration from a well defined surface (FAO))

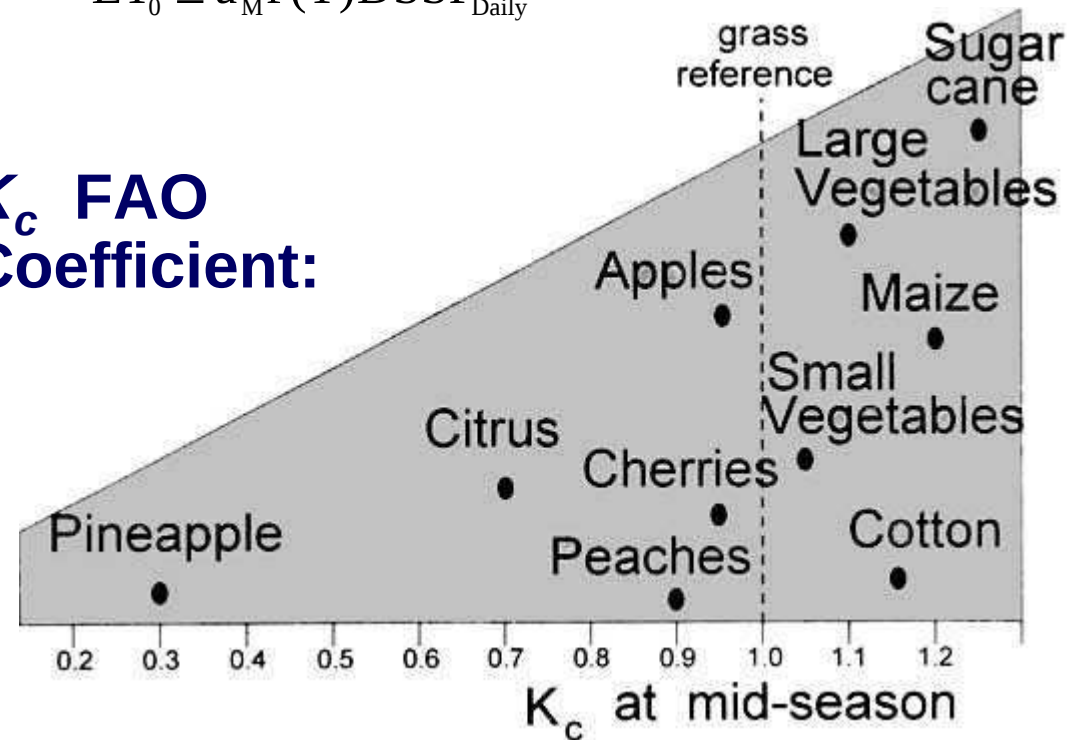
Crop evaporation
or crop water need

ET_0 is essentially determined by solar irradiance:

$$ET_0 \cong a_M f(T) DSSF_{\text{Daily}}$$

**K_c FAO
Coefficient:**

Important in irrigation management, allowing an effective use of soil water reserves on agricultural production.



Facteurs conditionnant l'évapotranspiration

- Facteurs Meteorologiques
- Type et caractéristiques de la végétation/cultures
- Pratiques de Management
- Conditions environnementales

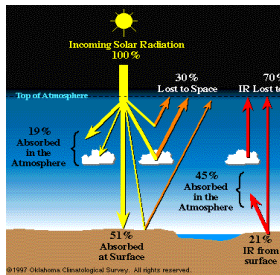
Facteurs conditionnant l'évapotranspiration

no LULU&A
Network of
Land Use and
Land-Use Change
Indicators



- Quels sont les principaux *facteurs* Meteorologiques
- qui *conditionnent l'évapotranspiration* ?
- A
- B
- C

Les facteurs Météorologiques



Rayonnement net
en surface (R_n)



Température de l'air
(T_a)

$R_n \nearrow \rightarrow ET ?$

$T_a \nearrow \rightarrow E \rightarrow ?$
 T

Evapotranspiration



Vent et mouvement de
l'air
(U_a)



Humidité de l'air
(H_a)

$U_a \nearrow \rightarrow ET \rightarrow ?$

$H_a \nearrow \rightarrow ET \rightarrow ?$

Type et caractéristiques de la végétation



Forêt de conifères



Forêt de feuillus



Prairie



Cultures



Pratiques de Management



Méthode d'irrigation



Contrôle phytosanitaire



Facteurs conditionnant l'évapotranspiration

no LUMISA
Network of
Land Use
Monitoring



- Quels sont les conditions environnementales qui *conditionnent l'évapotranspiration* ?
- A
- B
- C

Conditions environnementales



Capacité de rétention de l'eau, Type du Sol, texture, ...

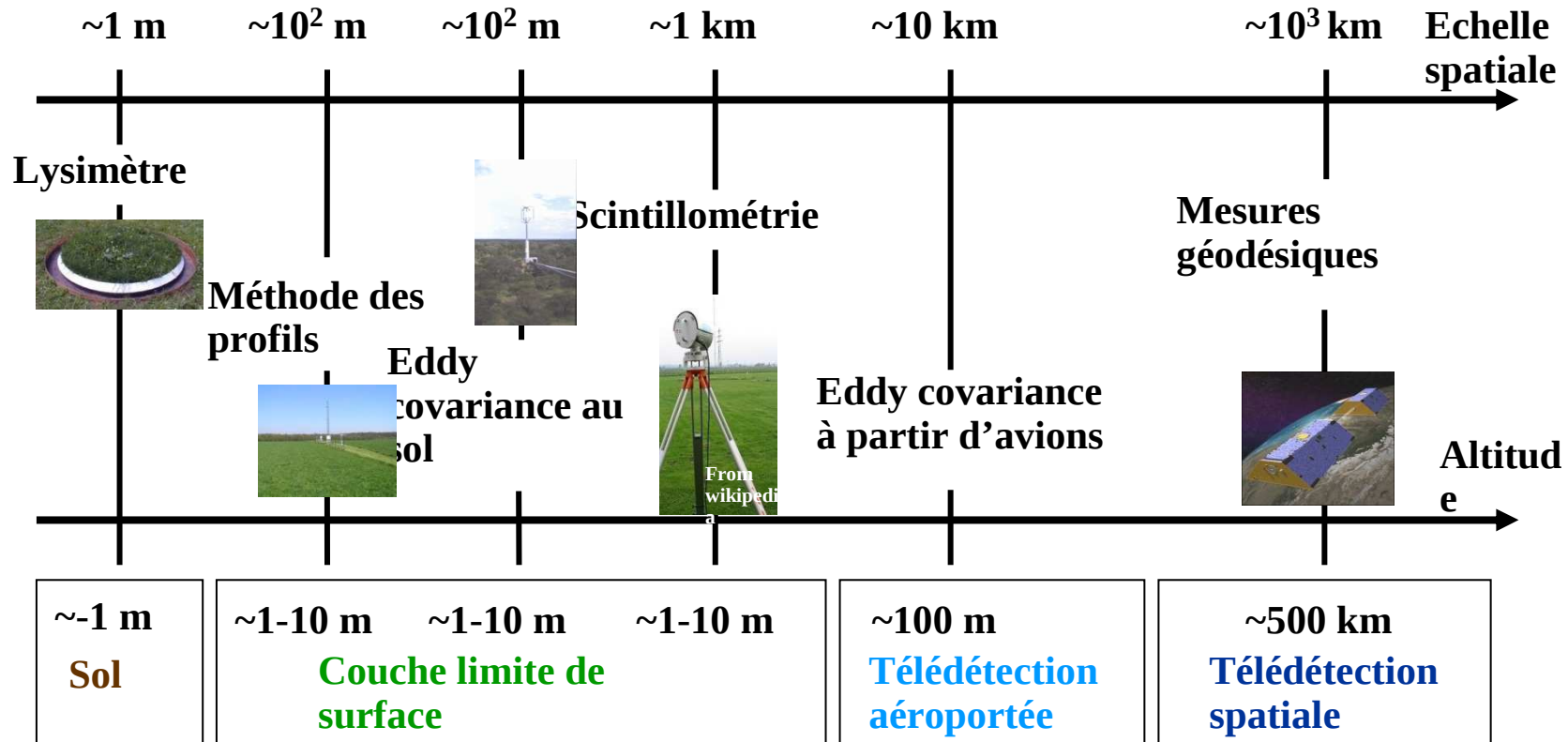


Profondeur et stratification du sol, fertilité,...

Peut-on mesurer l'évapotranspiration ?

Oui mais...

aucun signal électromagnétique correspondant à la vapeur d'eau n'est émis



Estimation directe

- Lysimètr
- Eddy covariance
- Méthode des profils
- Scintillomètres

Par de méthodes indirectes

- Méthodes du bilan d'eau
- Méthodes empiriques directes
- Méthodes résiduelles du bilan d'énergie
- Méthodes basées sur les index de végétation

Mesure directe de l'évapotranspiration

Sur base de Lysimetres



Permettent de déterminer l'évapotranspiration d'un végétal en croissance, d'une couverture végétative de référence ou d'évaporation à partir de sol nu (FAO, 1982).

Méthode des profils



Principe:

À chaque niveau z , observation de q (humidité) and u (vitesse du vent).

$$\Delta x = x(z_1) - x(z_2)$$

$$F_w = -\lambda \cdot \rho \cdot \underbrace{f_1(\Delta u)}_{\text{Déterminées théoriquement (Monin-Obukhov)}} \cdot \underbrace{f_2(\Delta q)}_{\text{Déterminées théoriquement (Monin-Obukhov)}}$$

Déterminées théoriquement
(Monin-Obukhov)

Mesure directe de l'évapotranspiration

Eddy covariance



$$F = \overline{\rho_a} \cdot \overline{w's'}$$

s = humidité de l'air

L'air qui circule au-dessus d'une surface crée des remous turbulents qui favorisent les échanges d'énergie, de vapeur d'eau et de gaz entre l'air et la surface.

Scintillomètre



Il Permet d'étudier les échanges de chaleur sensible/latente entre le sol et l'atmosphère, causée par la distribution de la température, de la pression et de l'humidité dans le volume d'air rencontré, ainsi que de la turbulence dans le milieu.

1) Quels sont les applications possibles de l'évapotranspiration?

Exploitation possible de l'évapotranspiration

- Hydrologie
- Gestion de l'eau
- Météorologie
- Etudes du climat
- Modélisation de la croissance des cultures
- Suivi de la désertification, de la déforestation, de la sécheresse,