

L'Irrigation raisonnée en plein sol de serre

Jérôme Martin, *agr.*



L'irrigation raisonnée en plein sol de serre

1. L'évapotranspiration
2. L'irrigation localisé
3. Comprendre la réserve en eau
4. Gérer l'irrigation de façon adéquate



1.

L'évapotranspiration



Les Indicateurs d'Évapotranspiration

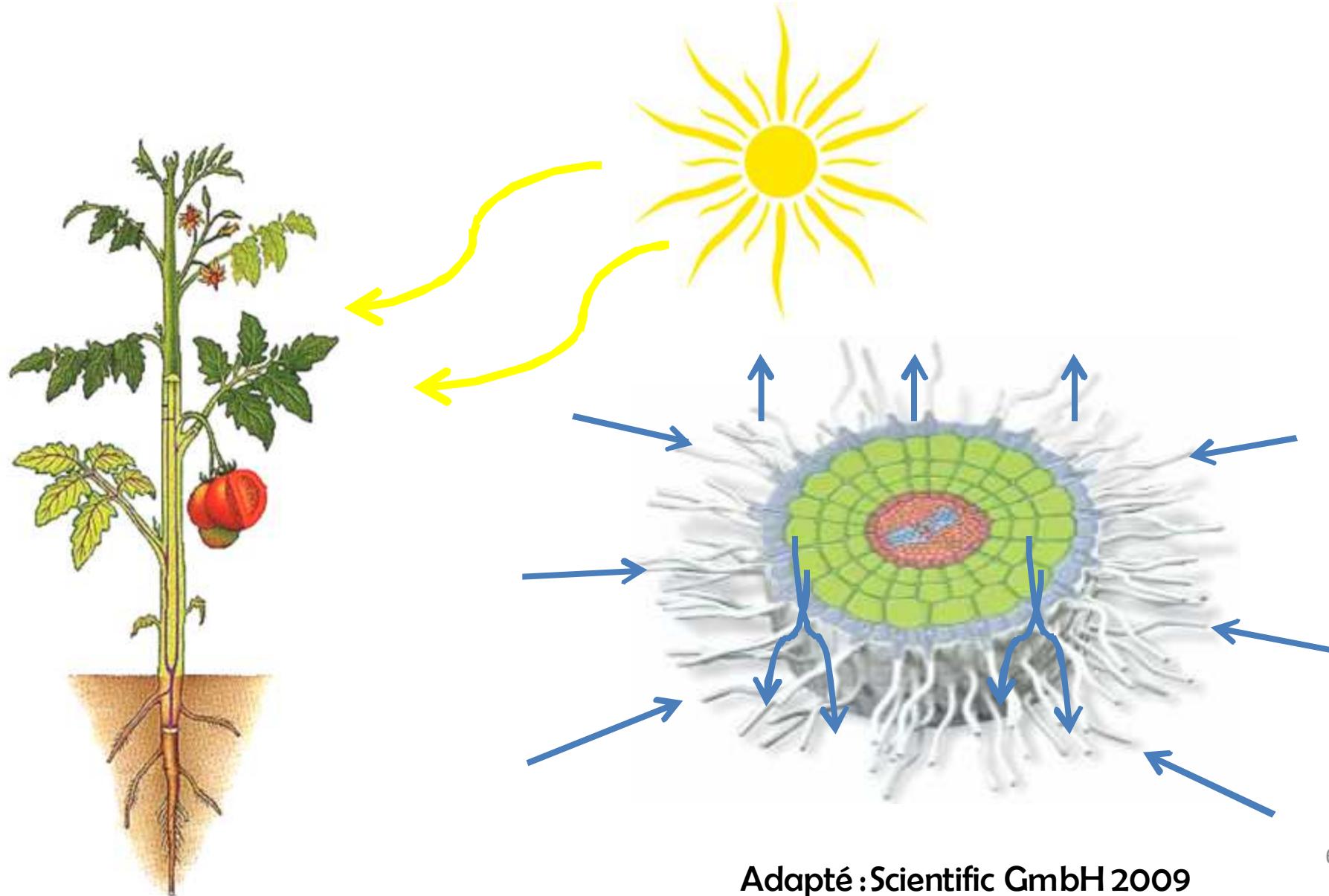
- Accumulation de la radiation solaire
- Déficit d'humidité
- Intensité lumineuse
- Sonde d'évapotranspiration (feuille artificielle)
- Thermomètre à infra-rouge
- Balance lysimétrique



Accumulation de la radiation solaire et Déficit d'humidité



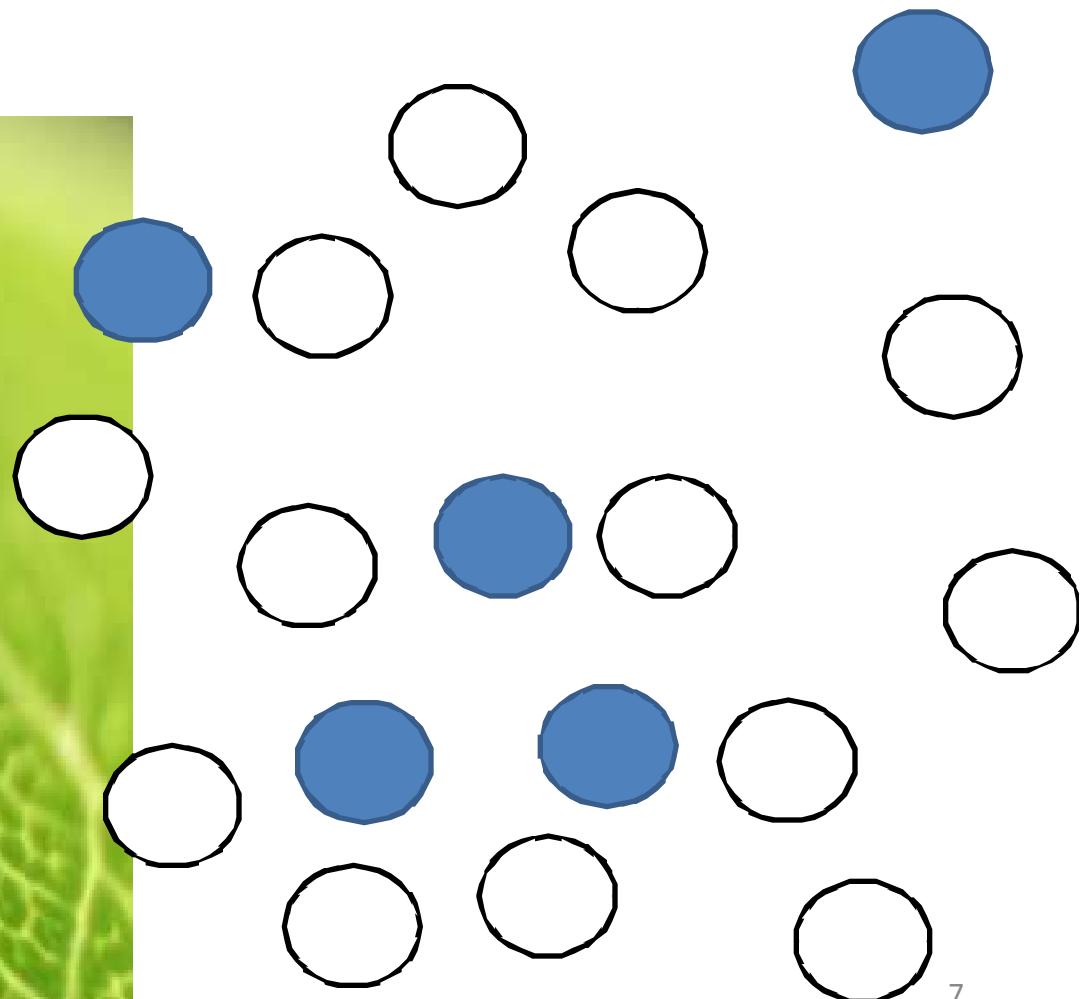
Relation entre l'accumulation de radiation solaire et la consommation en eau



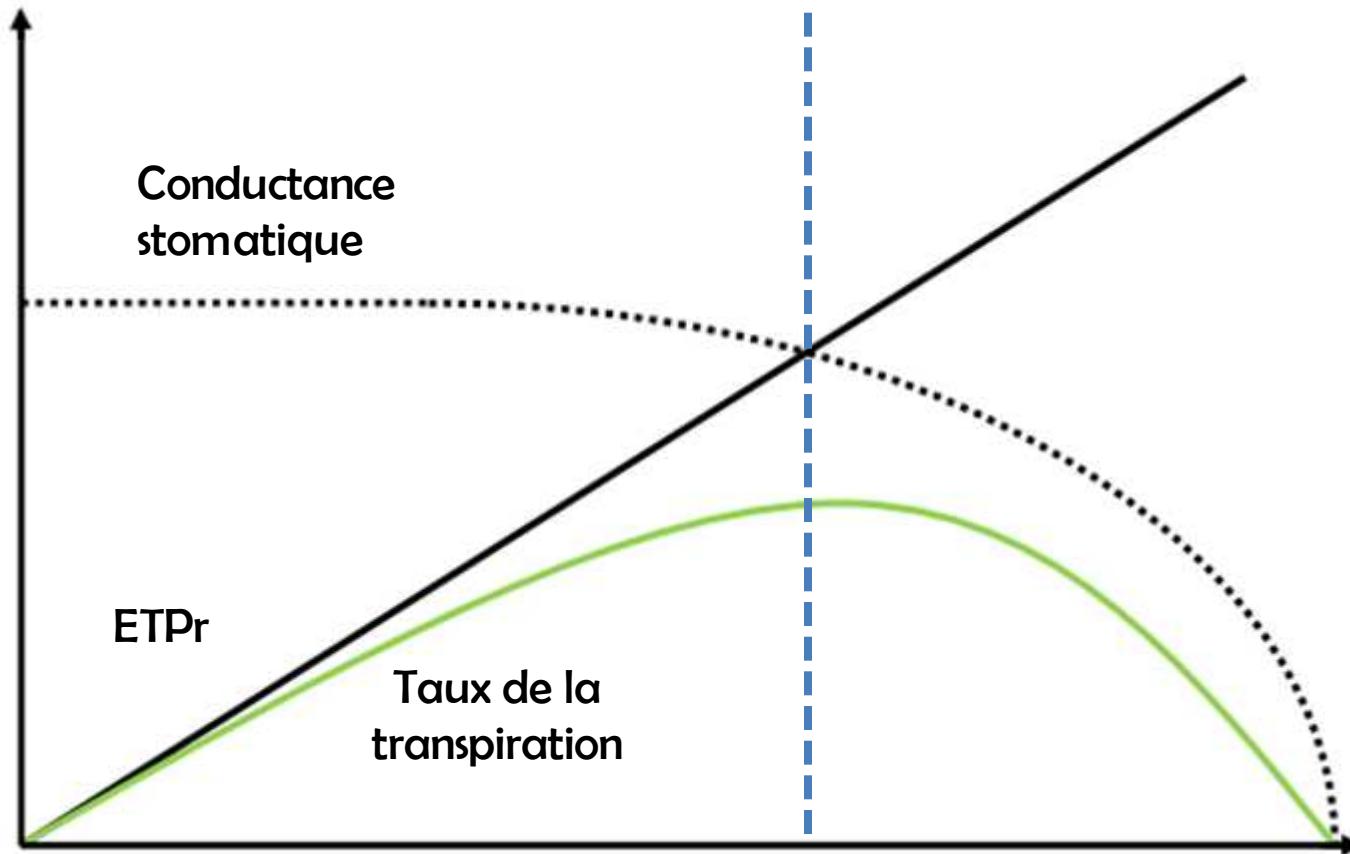
Adapté : Scientific GmbH 2009

Un des facteurs qui affecte l'évapotranspiration

→ Déficit d'humidité adéquat (3-7 g d' H_2O / m³)



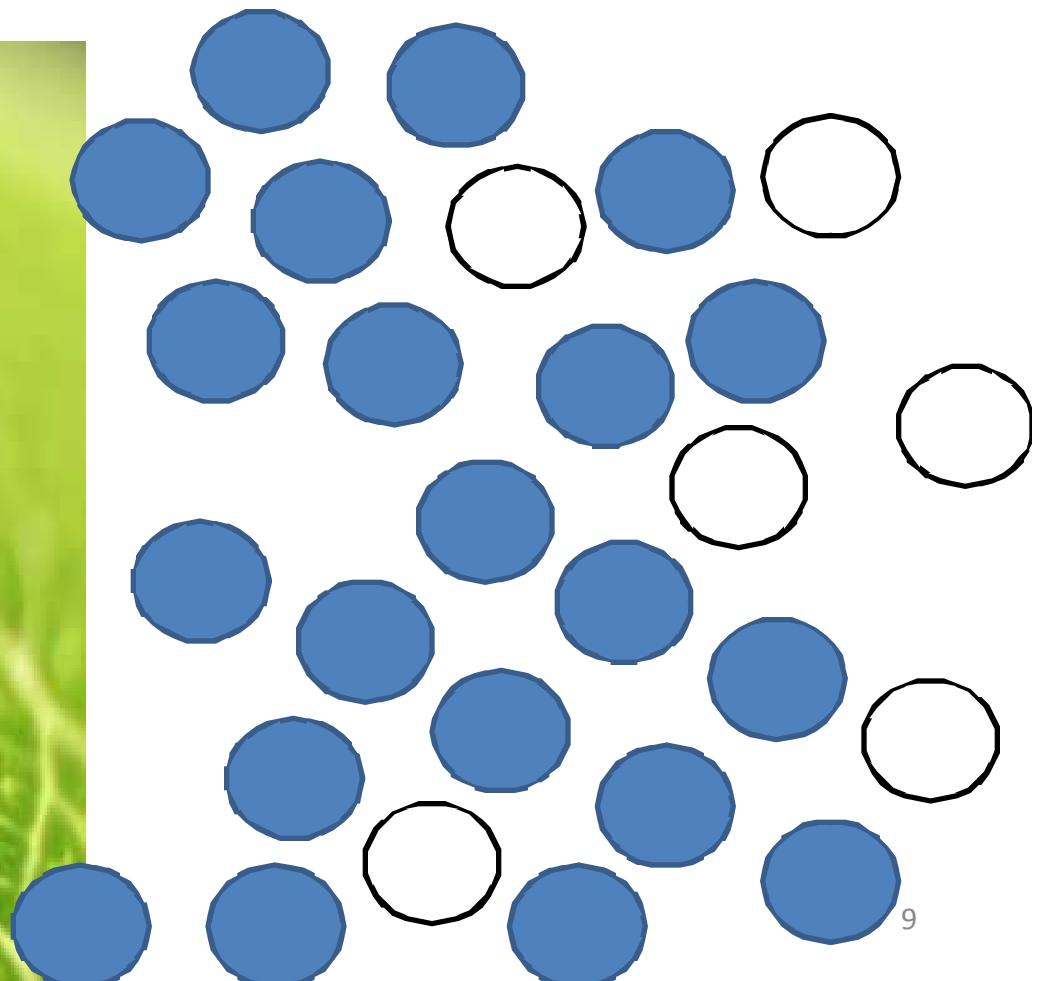
L'effet du déficit d'humidité sur la transpiration de la plante



Adapté : Université agricole de Wageningen 1995

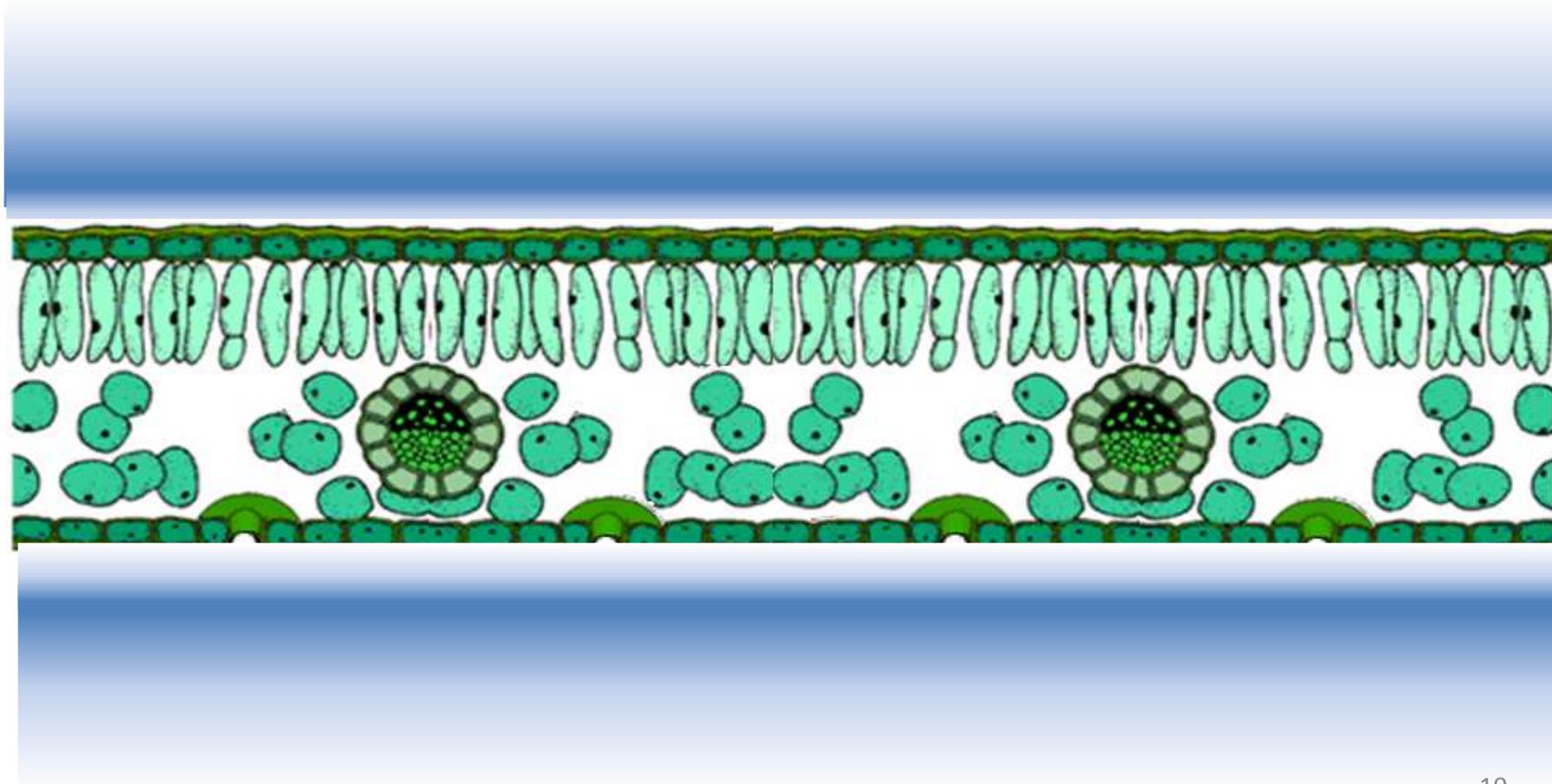
Un des facteurs qui affecte l'évapotranspiration

- Faible déficit d'humidité ($< 3 \text{ g d'H}_2\text{O / m}^3$)



La transpiration dans un climat inactif

→ La couche limite empêche l'évaporation de l'eau contenue dans les stomates



Ce qu'il faut retenir

- 90% de l'eau consommé par la plante est utilisé pour sa transpiration
- Règle du pouce : $1 \text{ joules} / \text{cm}^2 = 2 \text{ ml} / \text{m}^2$
- Maintenir un climat actif
- Maintenir un déficit d'humidité adéquat ($3-7 \text{ g H}_2\text{O} / \text{m}^3$)
- Système racinaire vigoureux et en santé



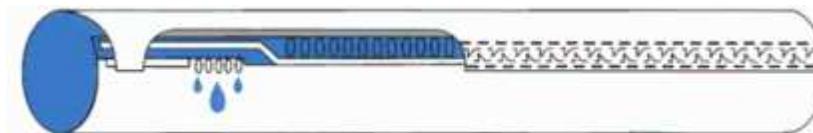
2.

Deux modes d'irrigation localisés

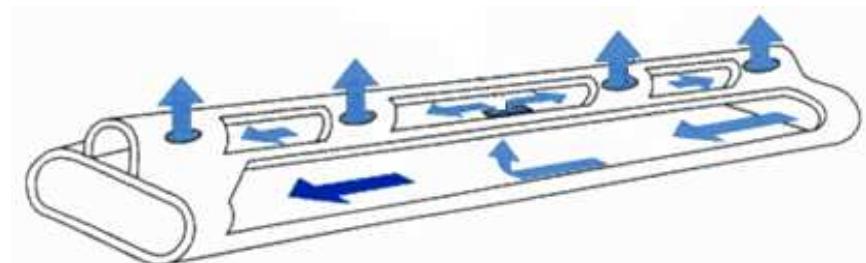


Les gaines goutte-à-goutte

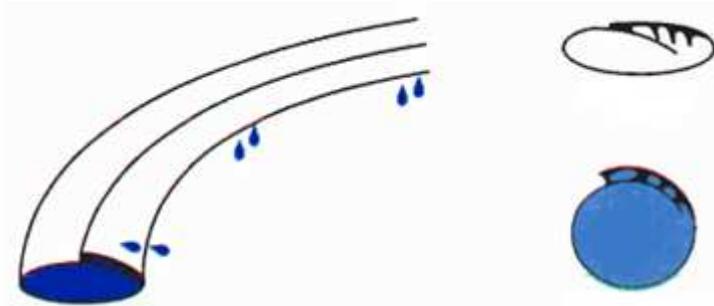
Chemin long



Perforée à paroi
double



Auto-régulante



Adapté : Rieul et Ruelle 2003

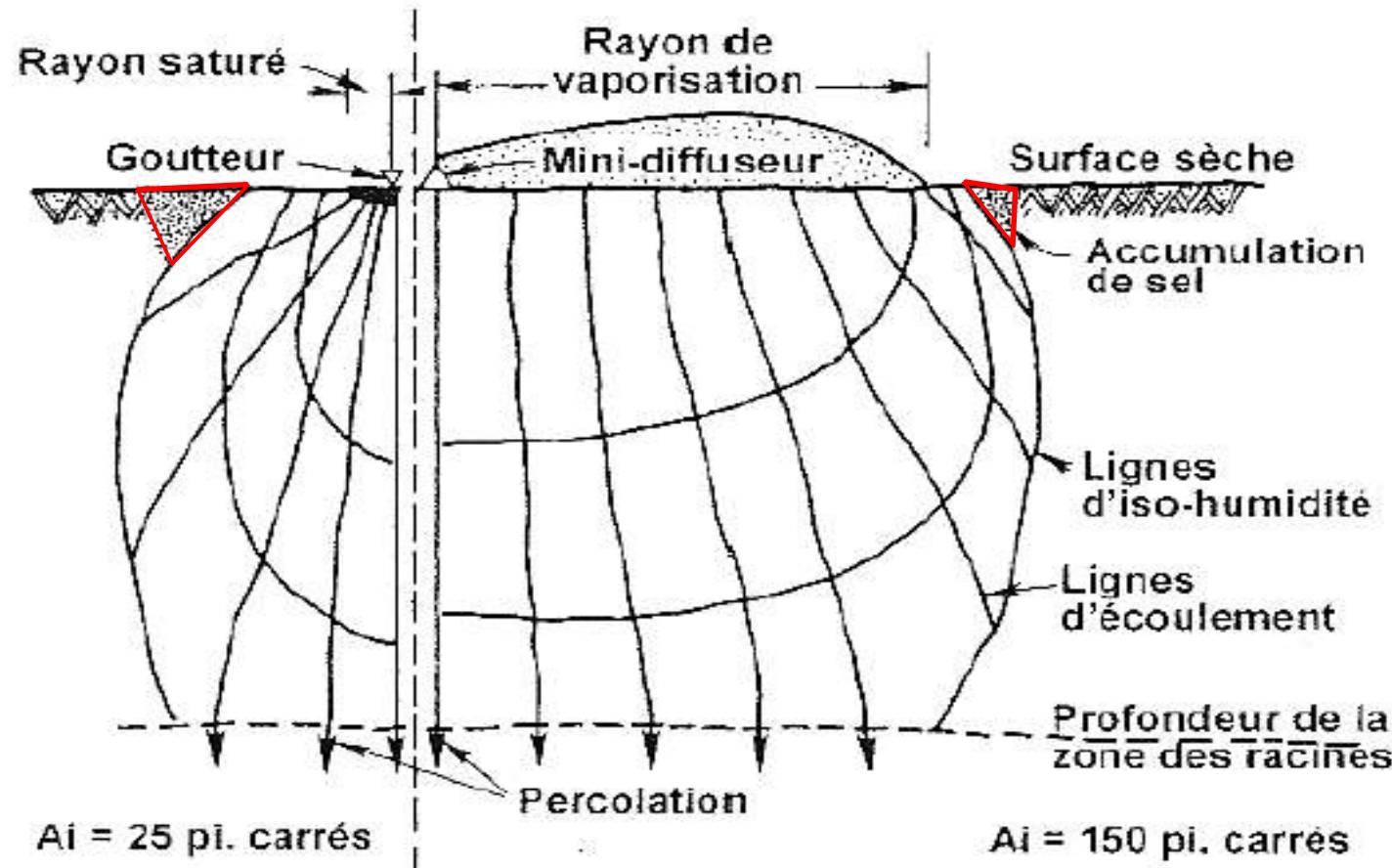
→ Débit linéaire : 0,75 à 11 L / h / m

Les micro-sprinkler

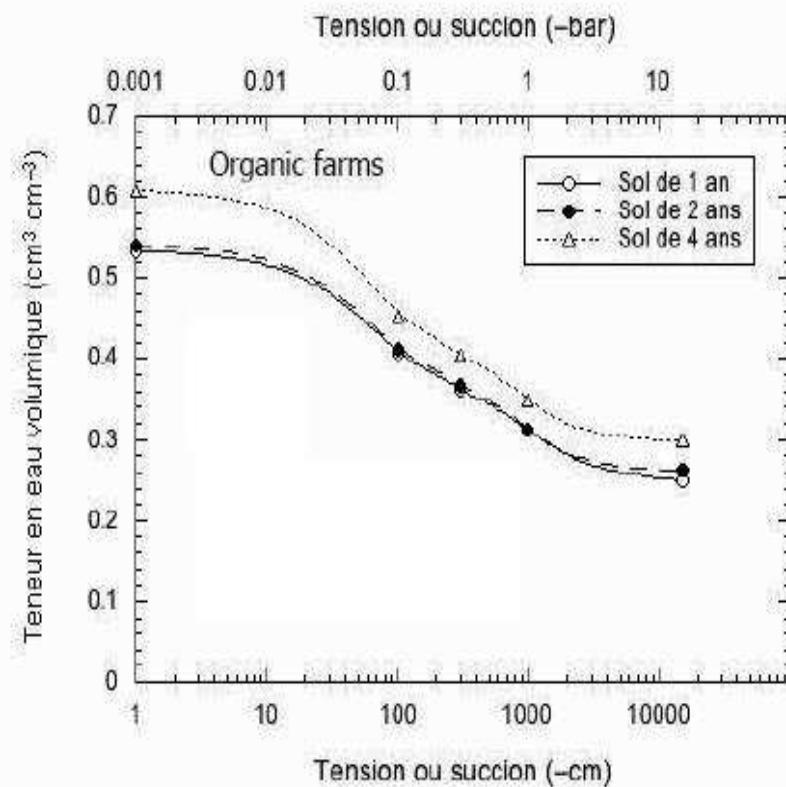
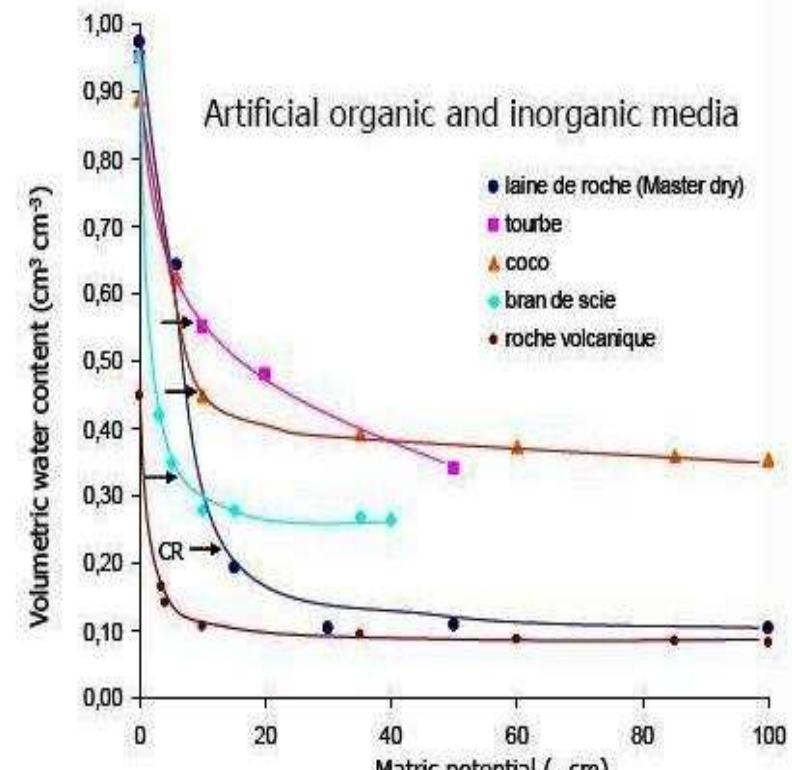
- Périmètre mouillé de 180°
- De 12 à 40 L/h (Netafilm)
- Rayon mouillé : 22 à 25 cm



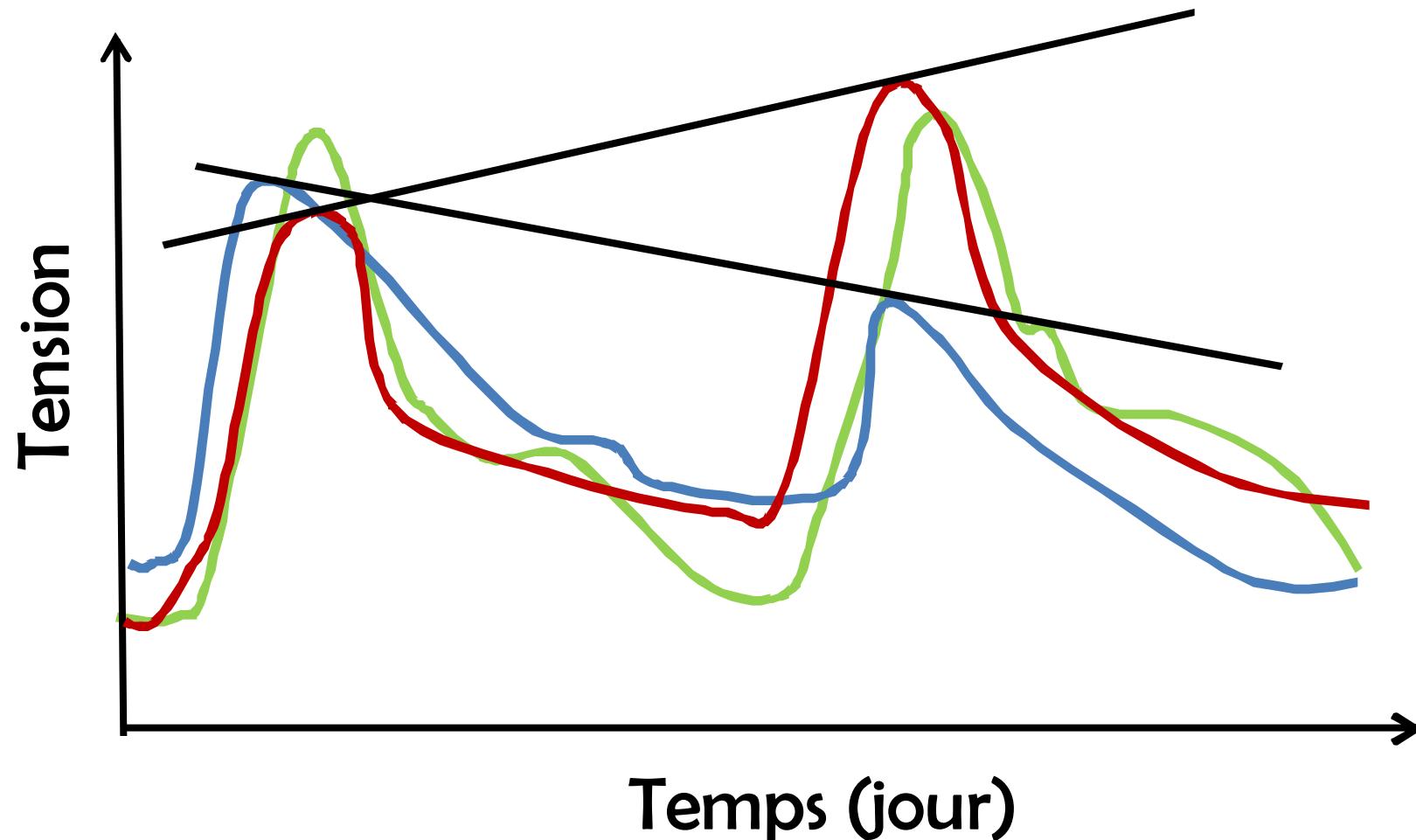
Gaine goutte-à-goutte et micro-sprinkler



La tensiométrie



La tensiométrie – aide à la gestion



Adapté: Educagri2000⁷

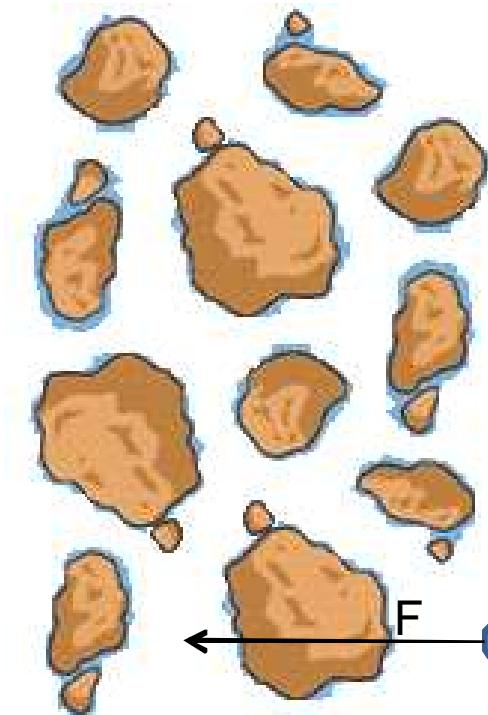
3.

Comprendre la réserve en eau dans sol

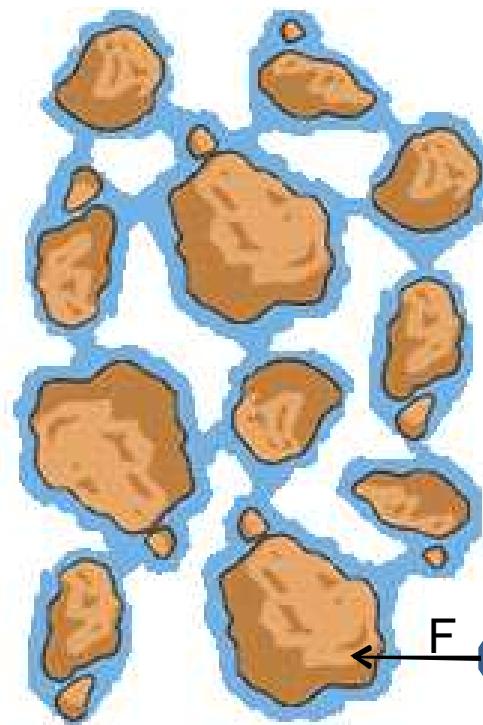


L'eau dans le sol

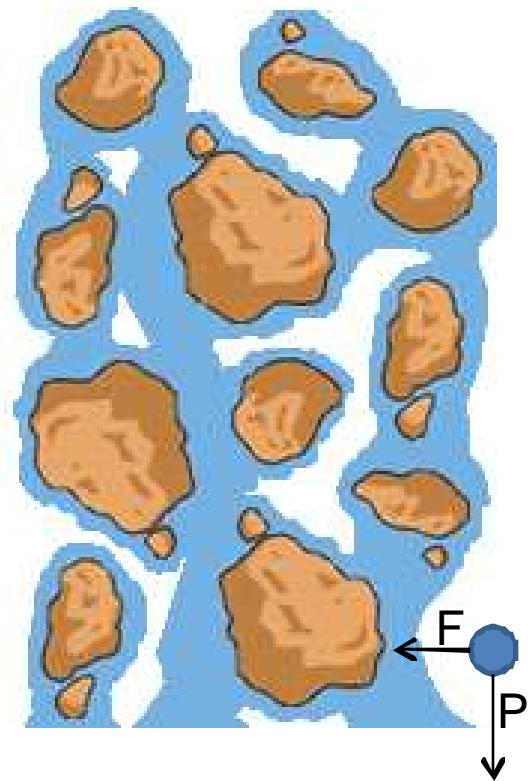
Eau hygroscopique



Eau capillaire



Eau gravitaire

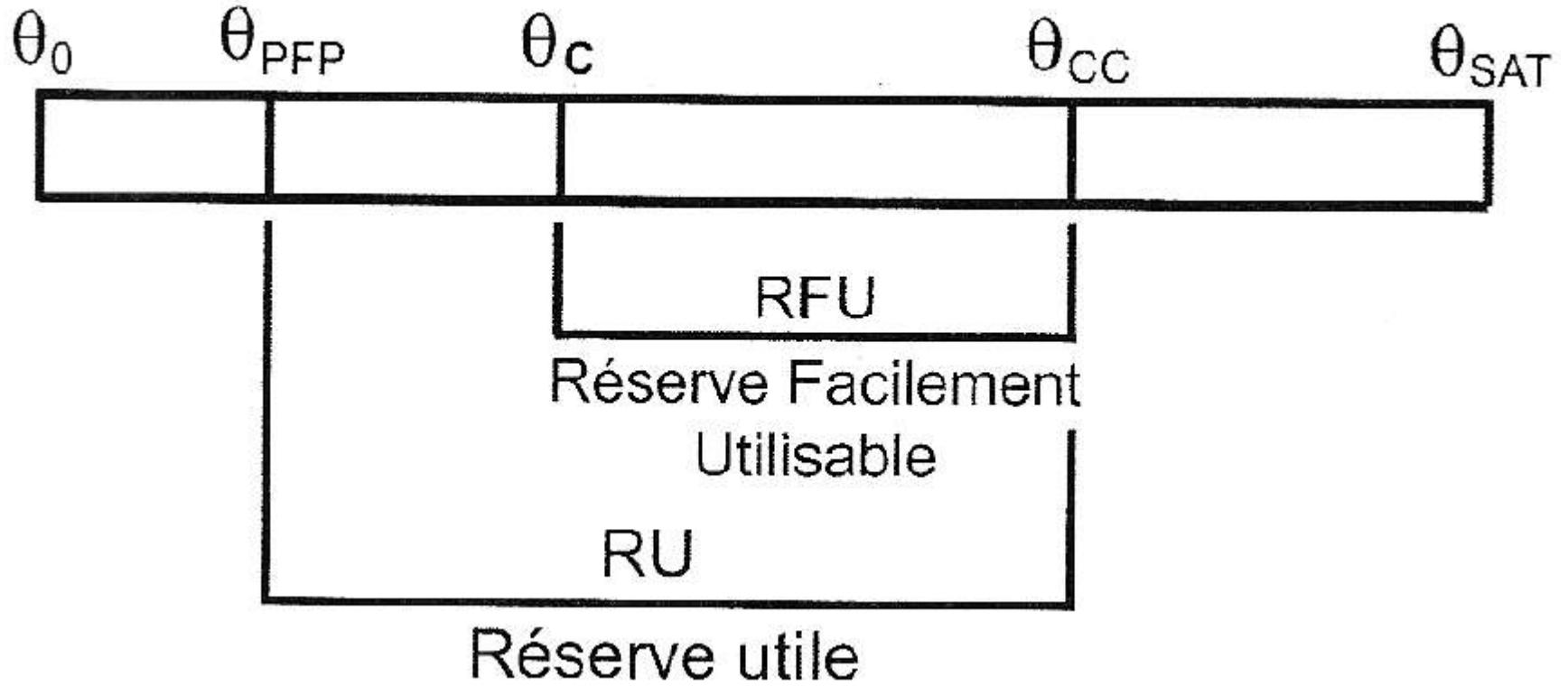


Point de flétrissement permanent (θ_{PFP})

Eau disponible pour l'absorption des plantes (RFU)

Capacité au champ (θ_{cc})

La réserve en eau



$$\text{Déficit minimum admissible (DMA)} = \frac{\text{RFU}}{\text{RU}}$$

Adapté : Gallichand 2007

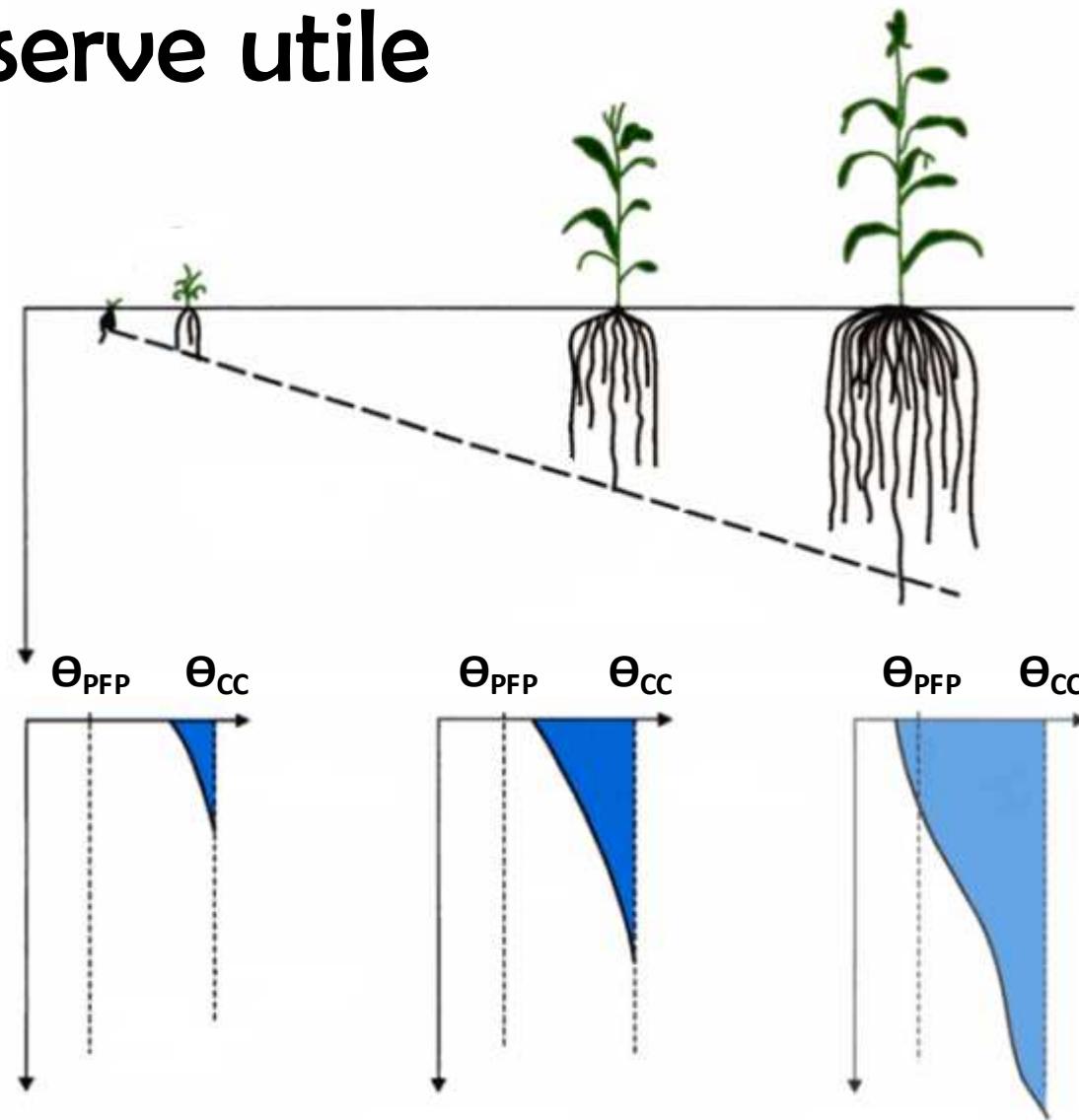
La réserve facilement utilisable

Quelques exemples de DMA*

Concombre	0,5
Laitue	0,3
Melon	0,35
Poivron	0,25
Tomate	0,4

* Et_{culture} de 5-6 mm / jour, sol bien structuré, racines vigoureuses

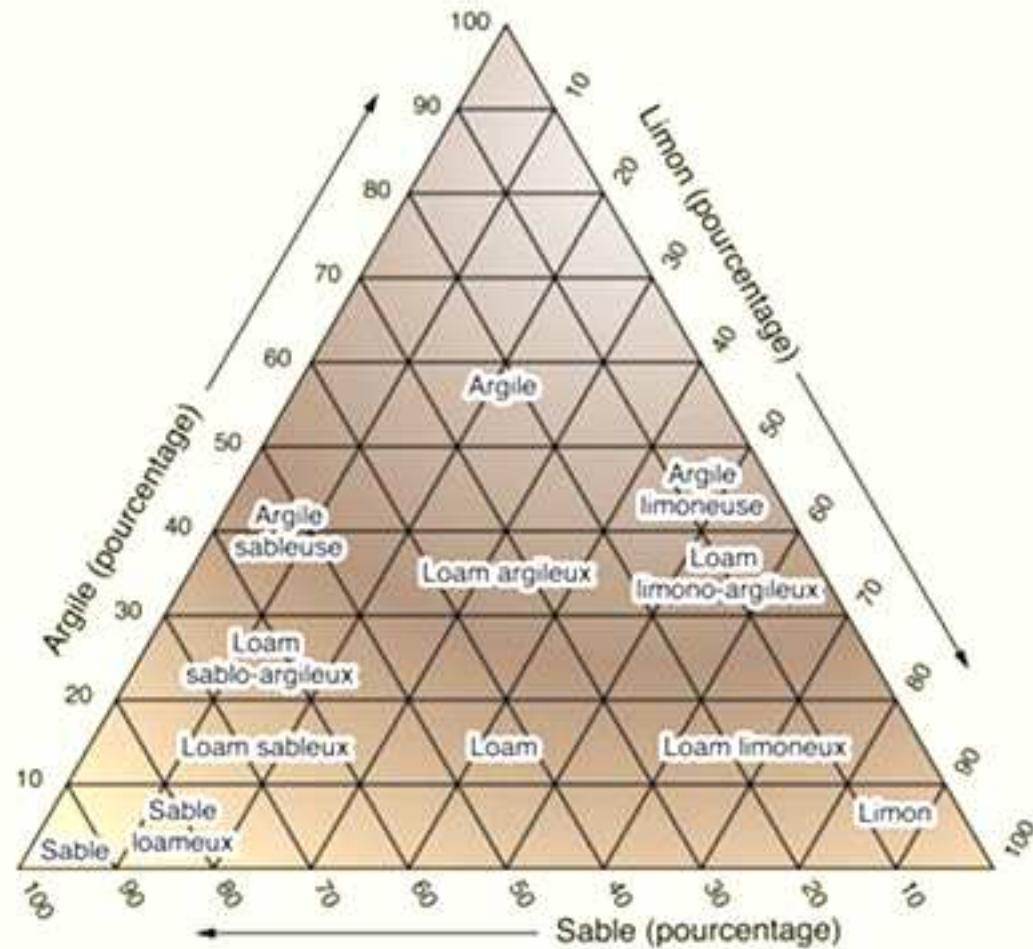
L'évolution d'une plante en fonction de la réserve utile



Adapté : Rieul et Ruelle 2003

Les types de sol

- Analyse granulométrique afin de déterminer le type de sol



Adapté : OMAFRA ³³

Les caractéristiques d'un sol

Quelques propriétés hydrauliques générales des sols selon la texture (Hansen et al. 1980).

Texture du sol	Conductivité hydraulique (mm/h)	Porosité (%)	Capacité au champ (% en volume)	Point de flétrissement permanent (% en volume)	Pourcentage volumique en eau utile (%)	Réserve utile en eau (RU) (mm/cm)
Sable	50 ^x (25-250) ^y	38 (32-42)	15 (10-20)	7 (3-10)	8 (6-10)	0,8 (0,7-1,0)
Sable loameux	25 (12-75)	43 (40-47)	21 (15-27)	9 (6-12)	12 (9-15)	1,2 (0,9-1,5)
Loam	12 (8-20)	47 (43-49)	31 (25-36)	14 (11-17)	17 (14-20)	1,7 (1,4-1,9)
Loam limoneux	8 (3-15)	49 (47-41)	0,7 – 36 (31-42)	18 (15-20)	18 (16-22)	1,9 (1,7-2,2)
Loam argileux	3 (0,2-5-5)	51 (49-53)	40 (35-46)	20 (17-22)	20 (18-23)	2,1 (1,8-2,3)
Argile	5 (1-10)	53 (51-55)	44 (39-49)	21 (19-24)	23 (20-25)	2,3 (2,0-2,5)

x : Valeur moyenne.

y : Étendue normal des valeurs.

Ce qu'il faut retenir

- Qu'il existe un lien directe entre l'irrigation et la transpiration
- 2 types d'irrigation localisé
- Que les sols ont une réserve en eau utile
- La réserve en eau facilement utilisable est propre à chaque type de plante



4.

**Gérer l'irrigation de façon
adéquate**



Comment irriguer en plein sol

Quelques propriétés hydrauliques générales des sols selon la texture (Hansen et al. 1980).

Texture du sol	Conductivité hydraulique (mm/h)	Porosité (%)	Capacité au champ (% en volume)	Point de flétrissement permanent (% en volume)	Pourcentage volumique en eau utile (%)	Réserve utile en eau (RU) (mm/cm)
Loam	12 (8-20)	47 (43-49)	31 (25-36)	14 (11-17)	17 (14-20)	1,7 (1,4-1,9)

Réserve en eau utile : 17%

Déficit minimum admissible (tomate) : 40%

Réserve facilement utilisable : 68 L / m³ de sol

Comment irriguer en plein sol

Hypothèses agronomiques

- Largeur plate-bande : 0,50 m
- Hauteur de sol : 0,40 m
- Longueur de plate-bande : 25 m
- Volume de sol par plate-bande : 5 m³



Culture de tomate en plein-sol

Hypothèses agronomiques

- Densité plantation : 2,8 plants / m²
- Distance c'/c' entre plate-bande : 1,8 m
- Nb plants / plate-bande : 125
- RFU : 2,7 L / plant (7,5 mm)



Culture de tomate en plein-sol

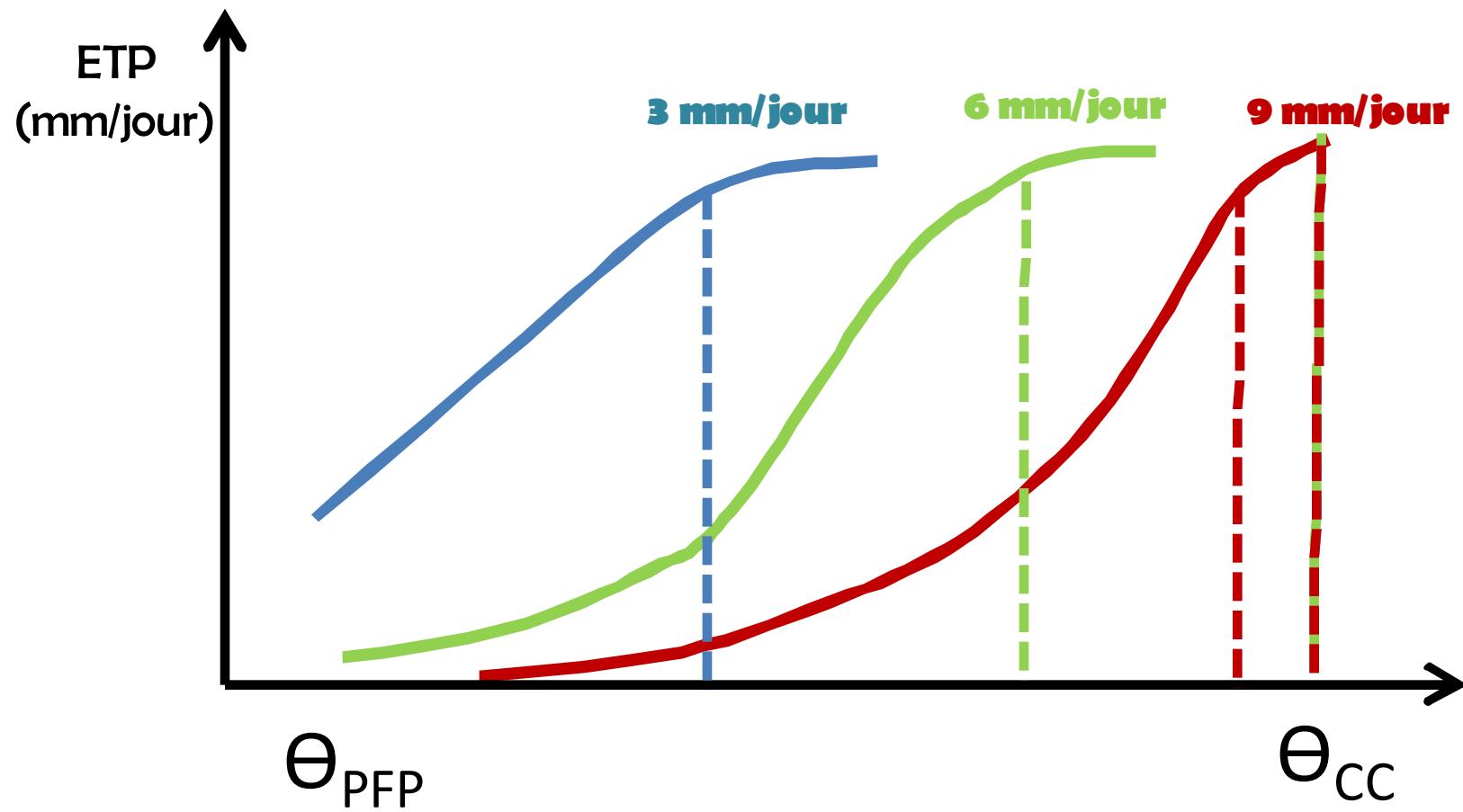
L'utilisation de la RFU théorique

- RFU : 2,7 L / plant
- En été : 2 500 joules / cm² → 5,0 L / m²
- En hiver* : 400 joules / cm² → 1,4 L / m²
- Nb jours théorique entre irrigation été : 1,5 jours

* En incluant le chauffage



Variabilité de la RFU



Adapté : Gallichand 2007

Variabilité de la RFU

Débit capillarité < Besoin de la plante

Comment distribuer l'eau

Gaine goutte-à-goutte

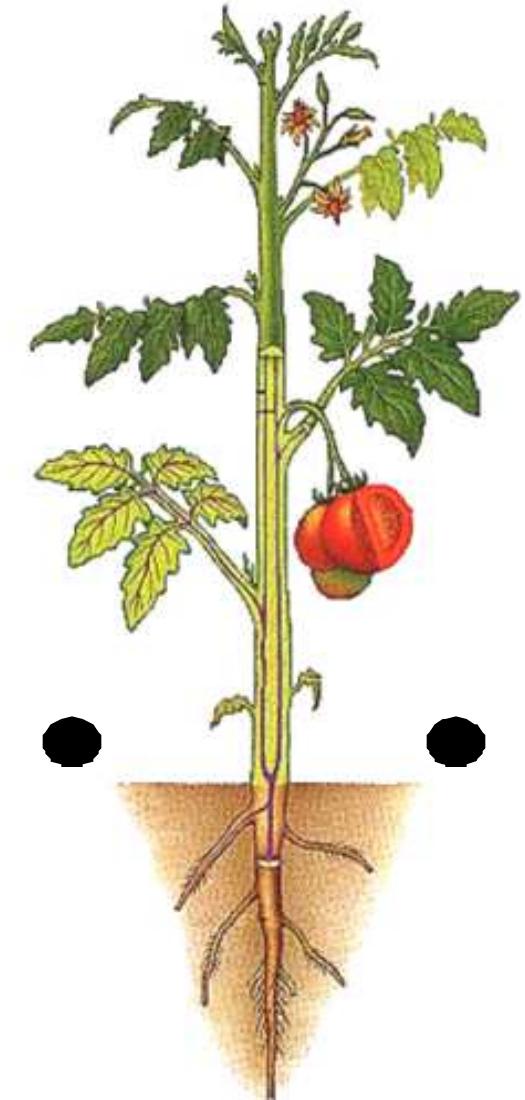
Remplir la RFU théorique de la plante-bande: 13,6 L / m → 15 L/m (30 mm)

Placer une gaine de part et d'autre des tiges

Diamètre mouillé à 40 cm de profondeur : 60 cm

Débit suffisant pour remplir la RFU en 1h
pour chaque gaine ≈ 7,5 L/h/m

Texture du sol	Conductivité hydraulique (mm/h)
Loam	12 (8-20)

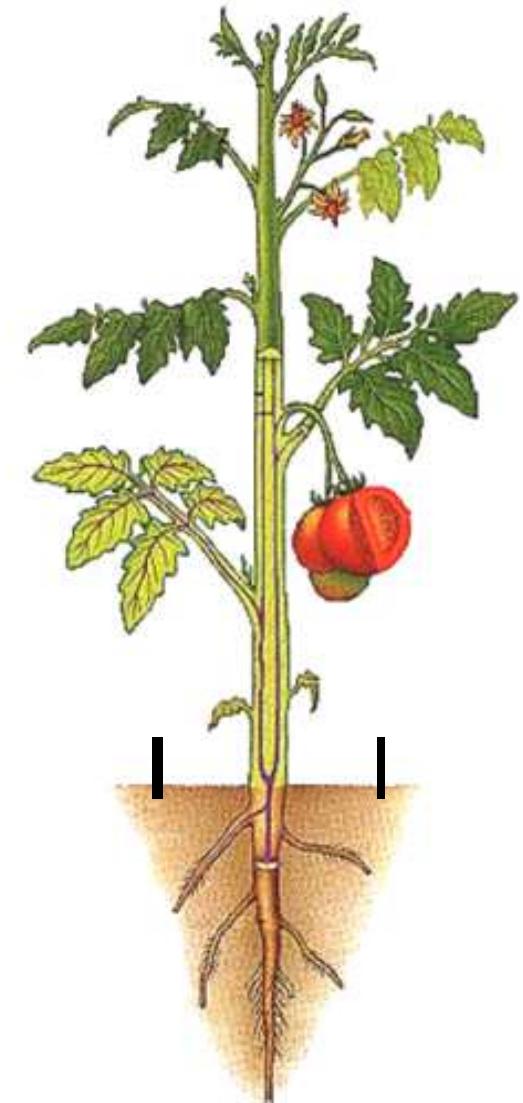


Comment distribuer l'eau

Micro-sprinkler

- Remplir la RFU théorique de la plate-bande: 340 L → 375 L
- Placer un micro-sprinkler de part et d'autre des tiges
- Diamètre mouillé : 50 cm
- Débit suffisant pour remplir la RFU en 1h pour chaque micro-sprinkler $\approx 4 \text{ L/h}$
- Défaut : Risque de mouillage des tiges

Texture du sol	Conductivité hydraulique (mm/h)
Loam	12 (8-20)



Combiner micro-sprinkler et gaine goutte-à-goutte (Hollande)



Ce qui arrive quand le volume d'un cycle d'irrigation est trop grand



Culture de tomate en plein-sol

- Cultiver dans un bon sol pour éviter les problèmes dès le début (compaction, flaquage, anoxie, nématode, etc.)
- Irriguer en fonction de la réserve en eau facilement utilisable et selon les conditions ETP (faible, moyenne et forte)
- Arroser en soleil levant (entre 9h et 14h)
- Appliquer 1 à 3 cycles d'irrigation par jour, pas plus !



Culture de tomate en plein-sol

- 1er cycle d'irrigation pour humecter le sol, les 2 autres pour remplir correctement la RFU (éviter les écoulements préférentiels)
- Surtout ne pas irriguer comme en l'hydroponie (ne pas faire plusieurs petites cycles)
- Servez vous de l'accumulation de RG afin de suivre votre l'évolution de la RFU



Culture de tomate en plein-sol

Objectifs :

- Éviter les risques d'anoxie racinaire ponctuelle et le lessivage des éléments fertilisants
- Utiliser au maximum la réserve en eau du sol afin de faire pénétrer l'oxygène dans le sol
- Garder en tout temps et surtout la nuit une bonne aération dans le sol



Culture de tomate en plein-sol

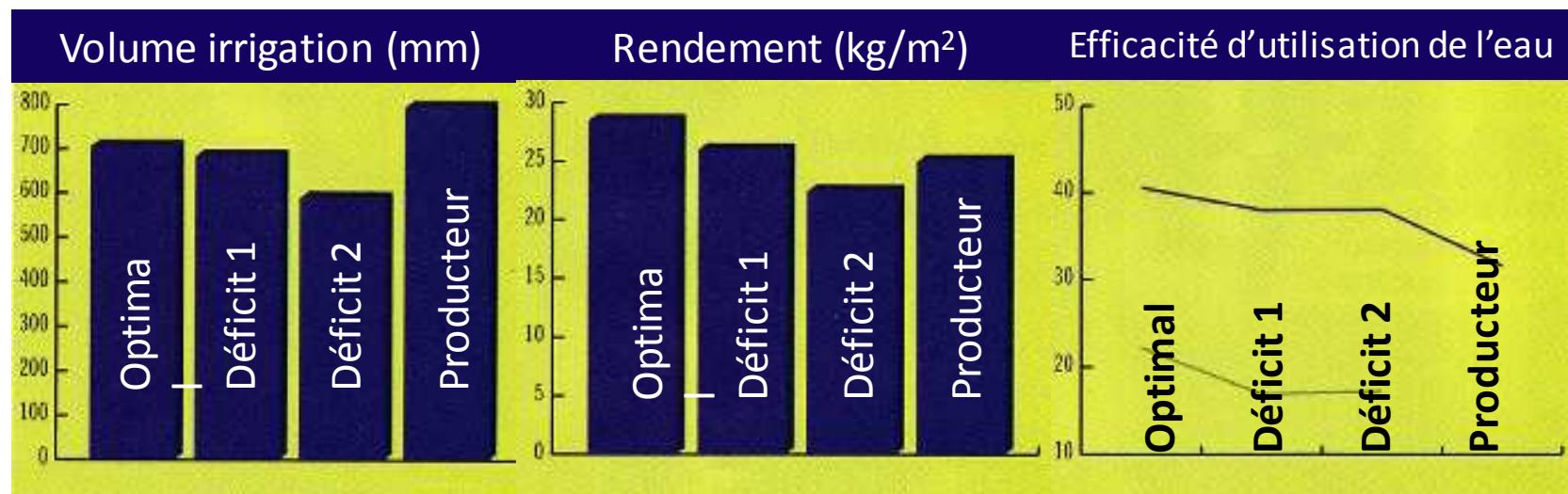
Objectifs :

- Un sol aéré favorise la vie du sol, donc impact sur la vitalité des plantes
- Promouvoir un système racinaire le plus vigoureux que possible afin de supporter une charge en fruits optimale



Connaissances + Outil = Performance

- Essais d'irrigation en plein sol dans une serre de plastique
- 2 cycles de production de concombre



Optimal: aucun stress

Déficit 1: Utilisation de 40% de la réserve en eau

Déficit 2: Utilisation de 60% de la réserve en eau

Efficacité de l'utilisation de l'eau (kg/m³)

Économie d'eau (%)

Merci de votre attention !

Jérôme Martin, agr.

j.martin@agrisys.ca

