

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

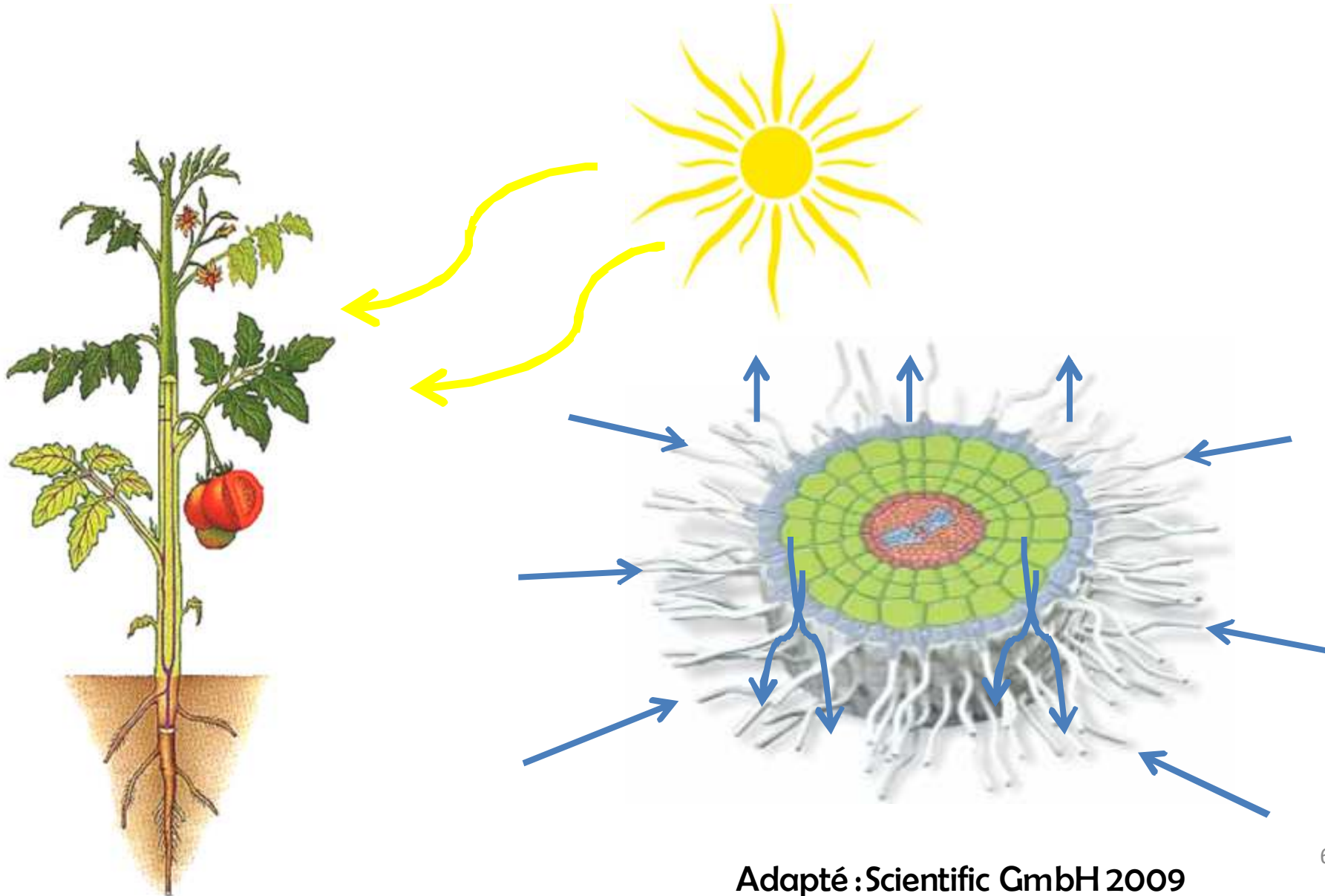
- Accumulation de la radiation solaire
- Déficit d'humidité
- Intensité lumineuse
- Sonde d'évapotranspiration (feuille artificielle)
- Thermomètre à infra-rouge
- Balance lysimétrique



Accumulation de la radiation solaire et Déficit d'humidité



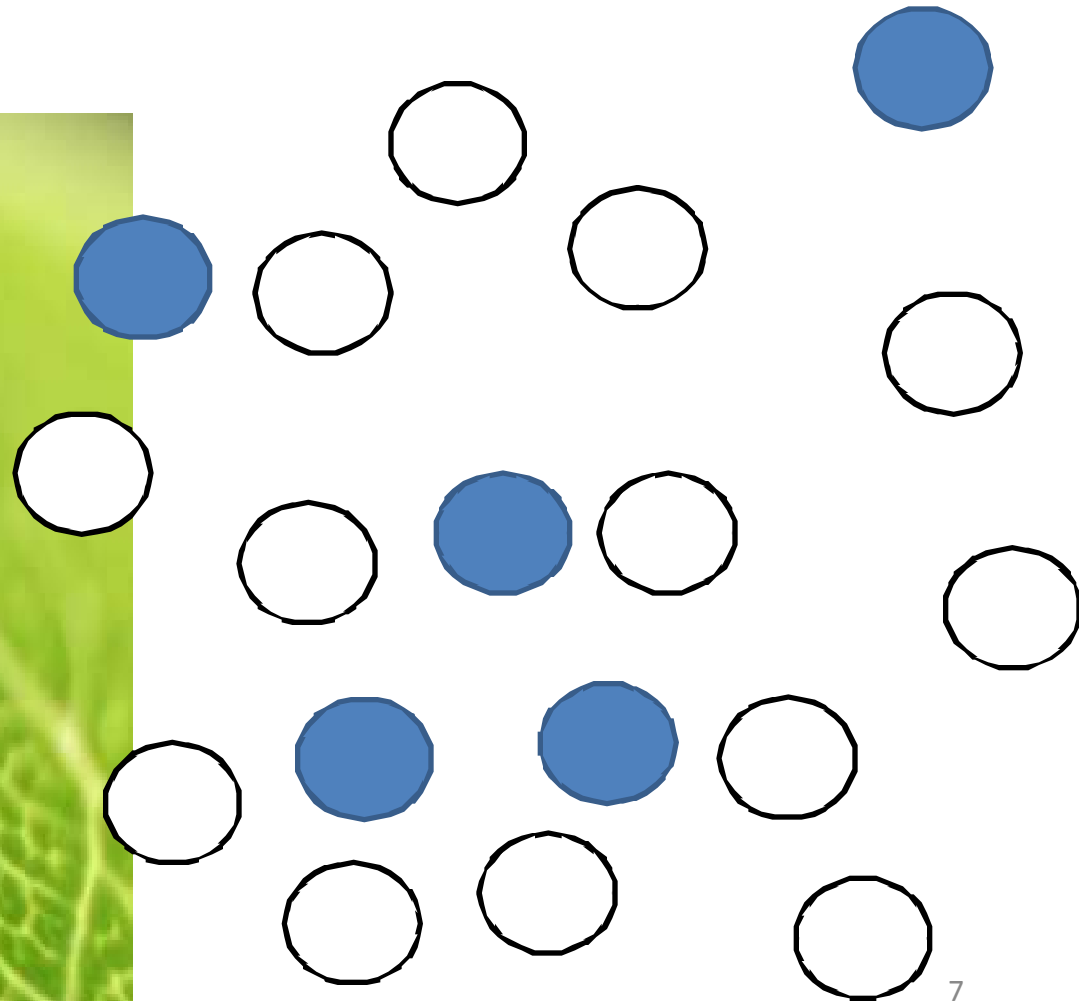
Relation entre l'accumulation de radiation solaire et la consommation en eau



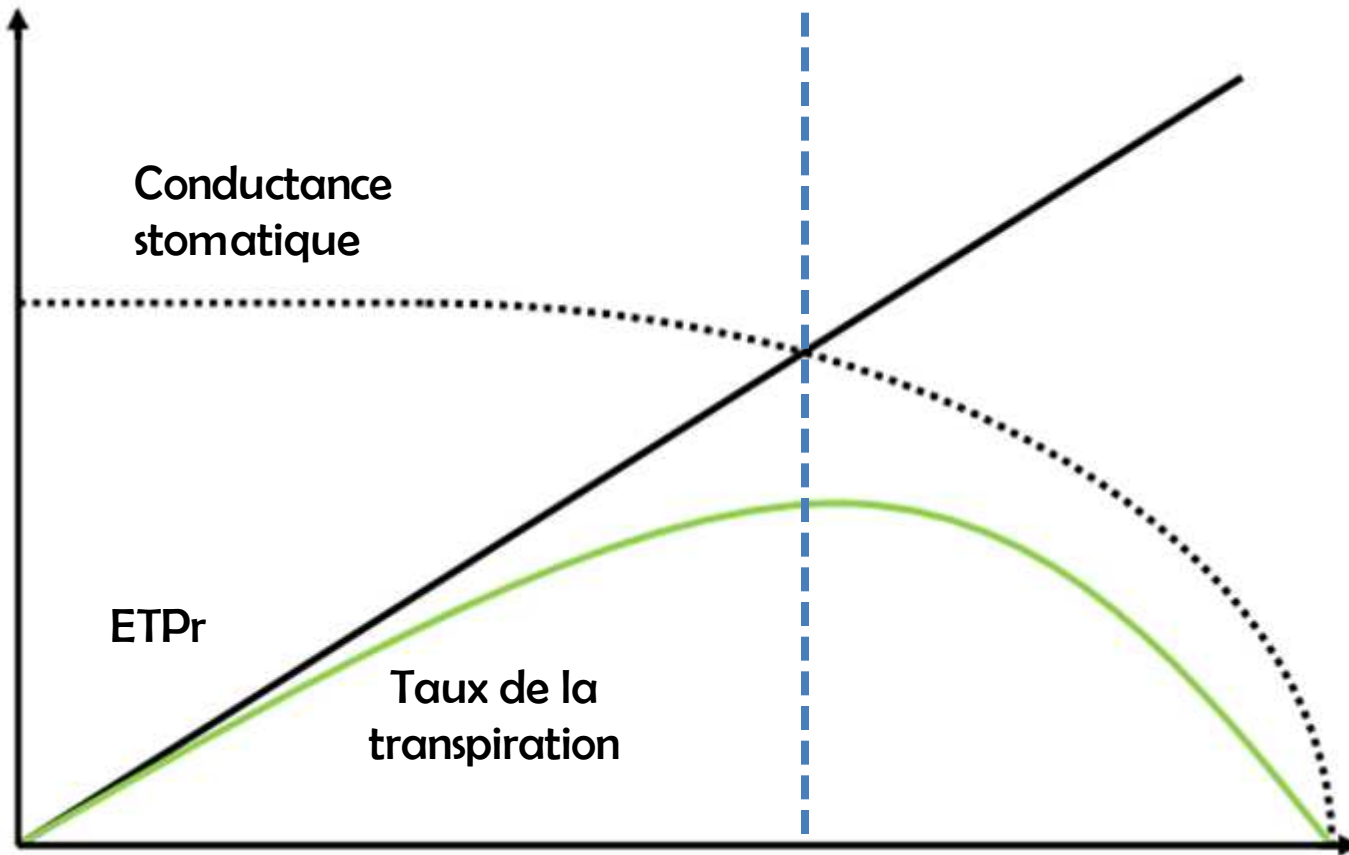
Adapté : Scientific GmbH 2009

Un des facteurs qui affecte l'évapotranspiration

→ Déficit d'humidité adéquat ($3-7 \text{ g d'H}_2\text{O} / \text{m}^3$)



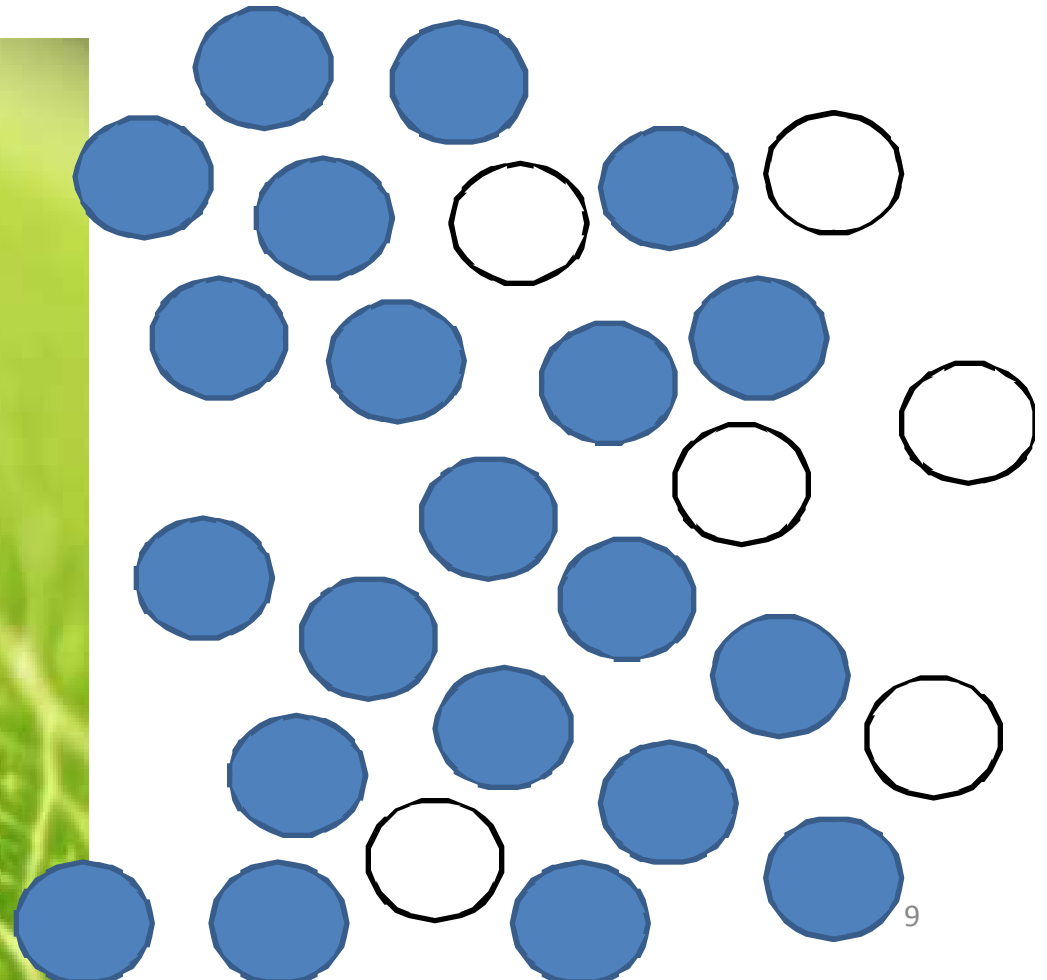
L'effet du déficit d'humidité sur la transpiration de la plante



Adapté : Université agricole de Wageningen 1995

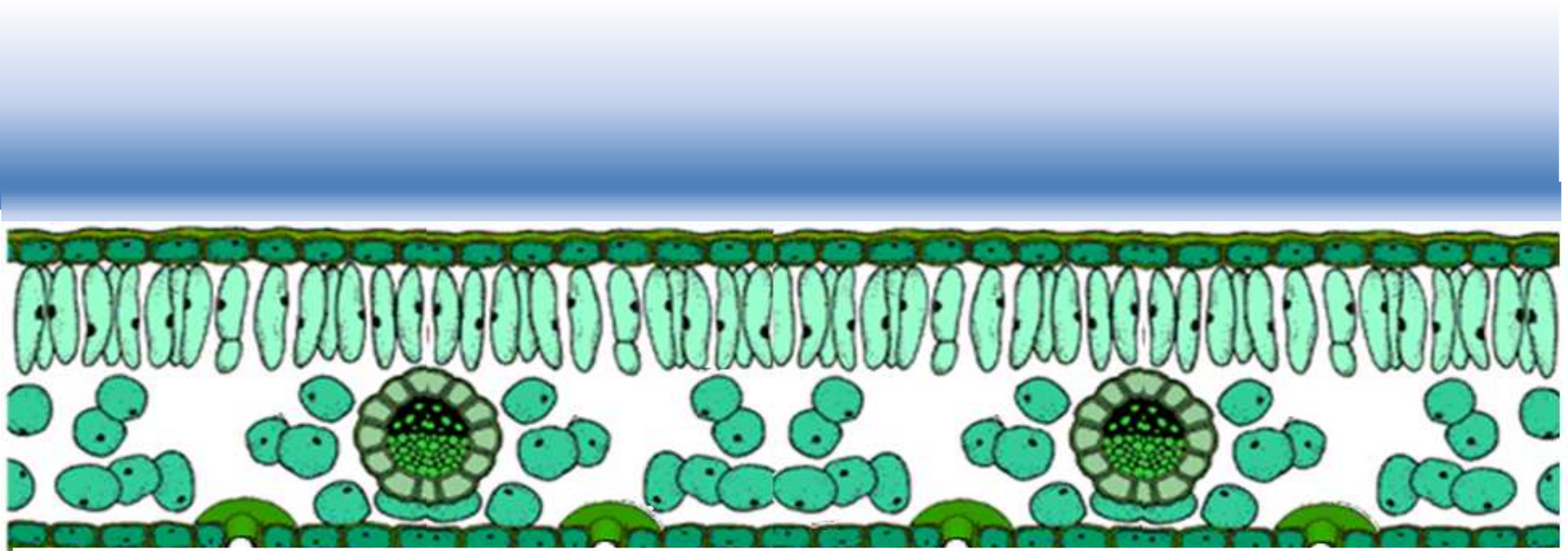
Un des facteurs qui affecte l'évapotranspiration

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



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 ($3-7 \text{ g H}_2\text{O} / \text{m}^3$)**
- **Systeme racinaire vigoureux et en santé**

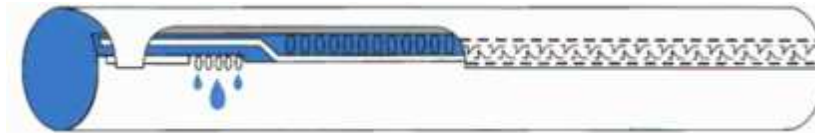


2. Deux modes d'irrigation localisés

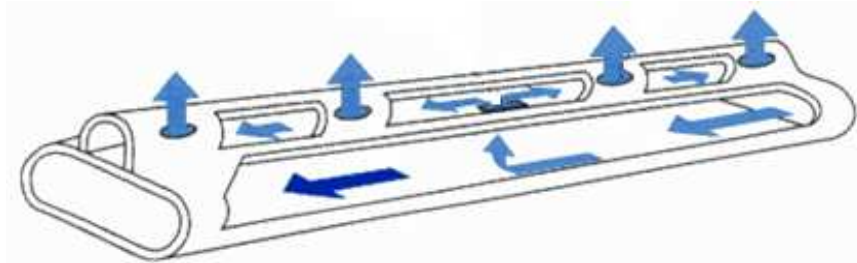


Les gaines goutte-à-goutte

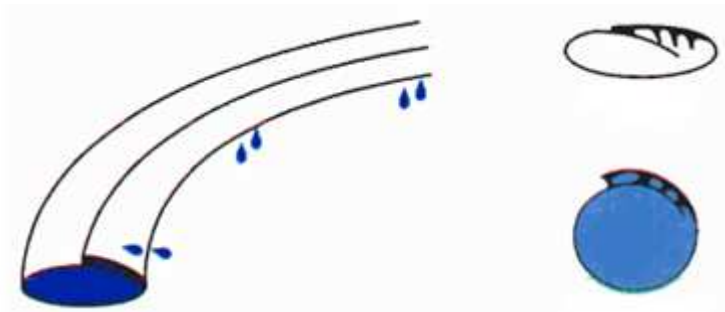
Chemin long



Perforée à paroi double



Auto-régulante



Adapté : Rieul et Ruelle 2003

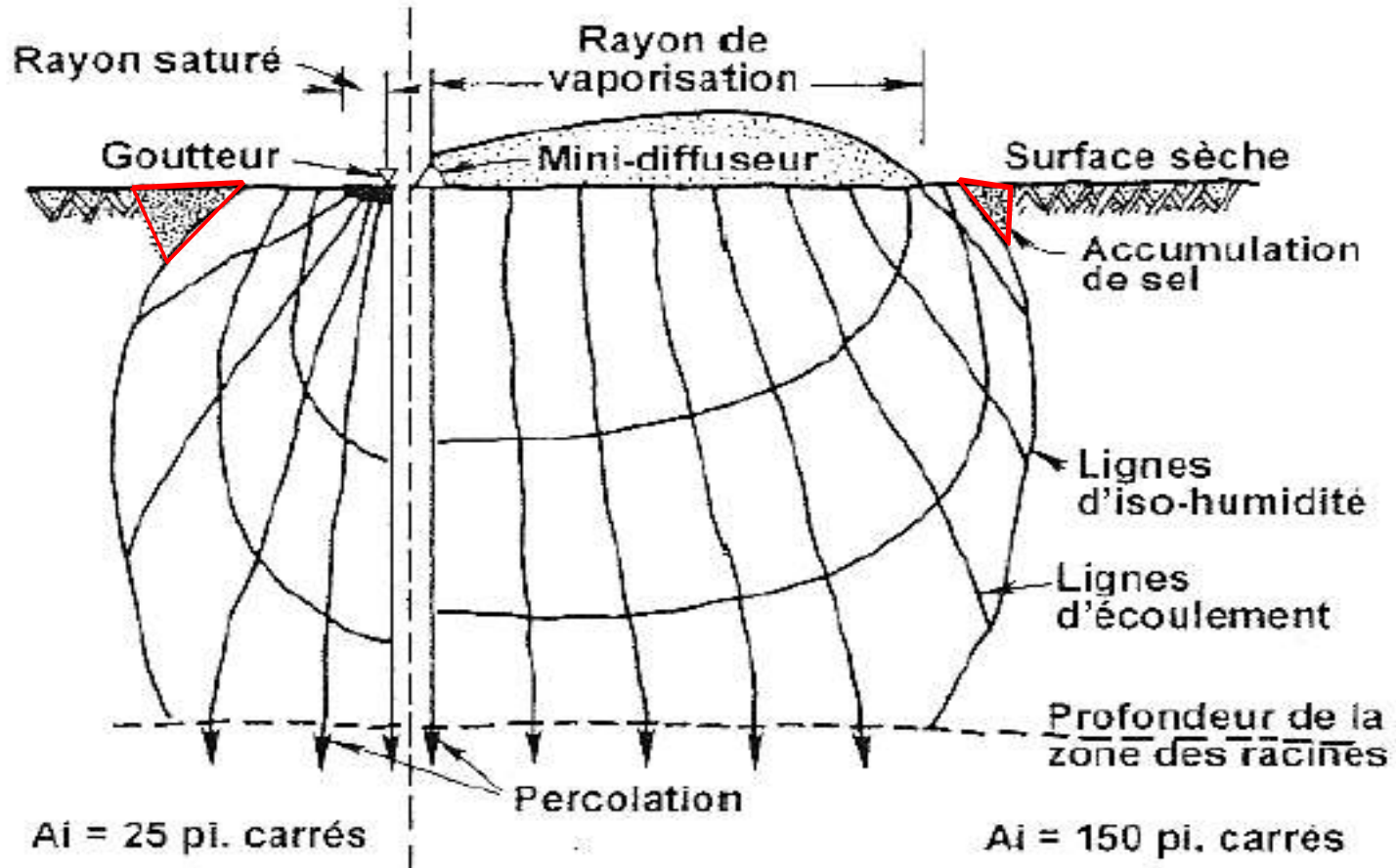
→ Débit linéaire : 0,75 à 11 L / h / m

Les micro-sprinkler

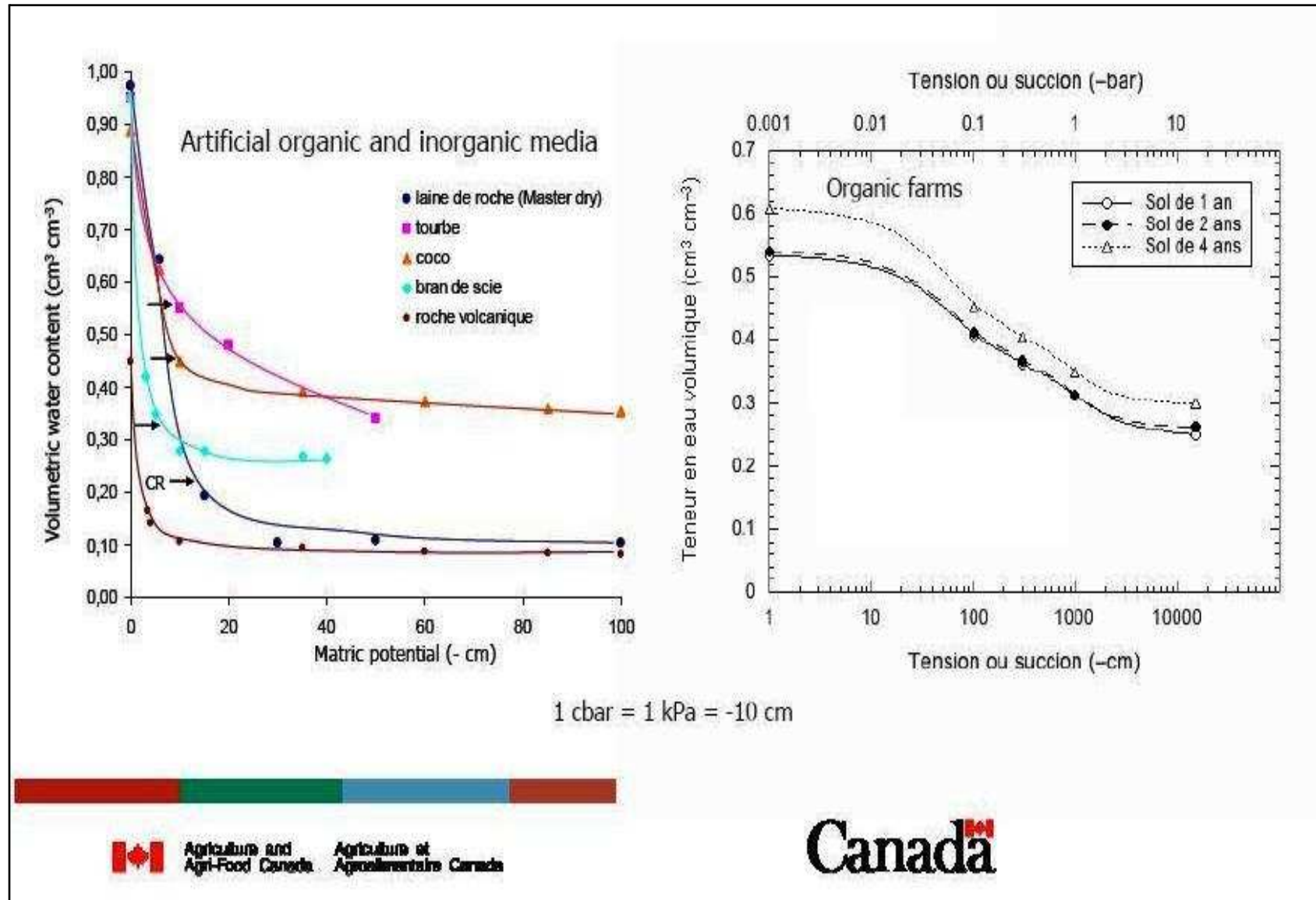
- Périmètre mouillé de 180°
- De 12 à 40 L/h (Netafilm)
- Rayon mouillé : 22 à 25 cm



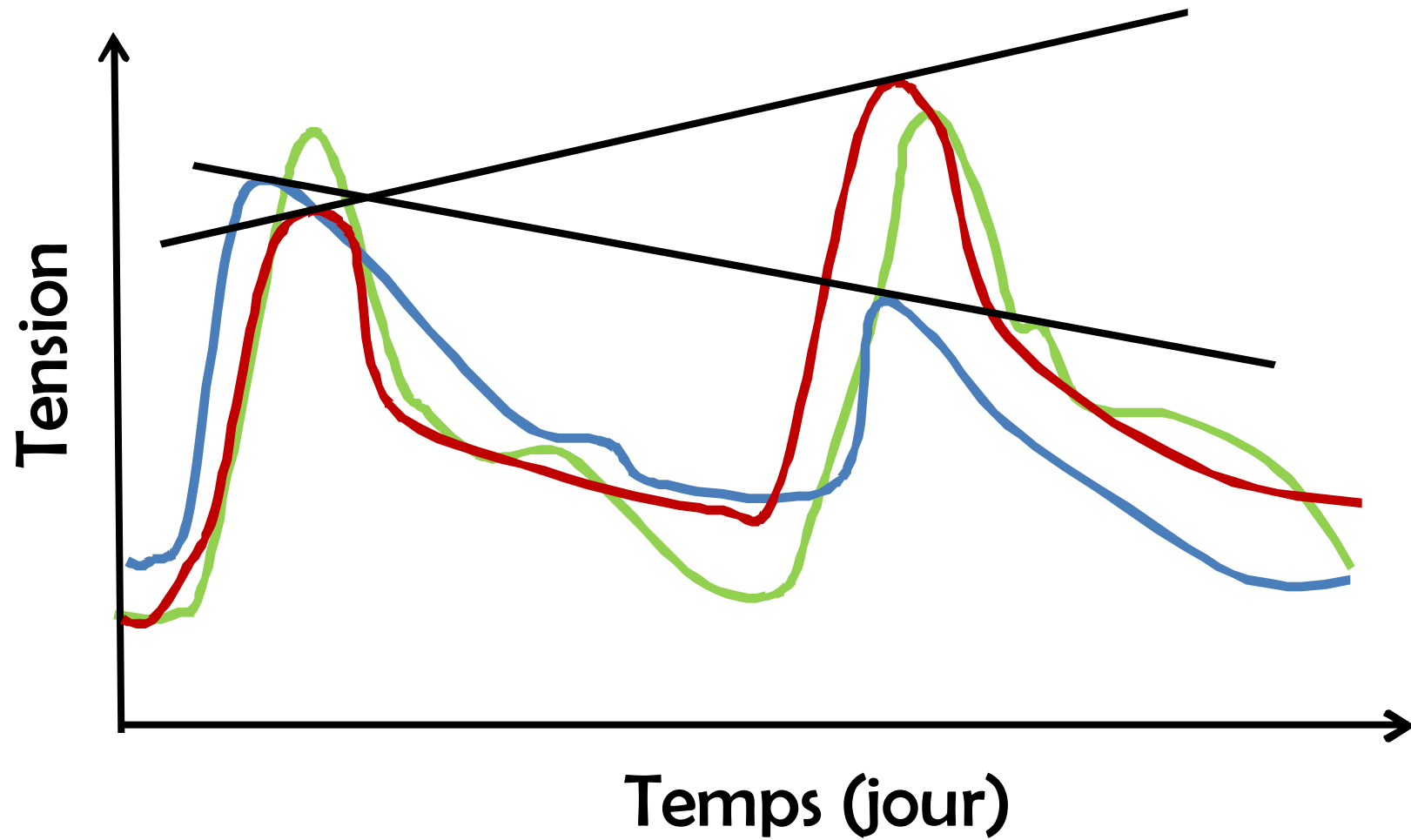
Gaine goutte-à-goutte et micro-sprinkler



La tensiométrie



La tensiométrie – aide à la gestion



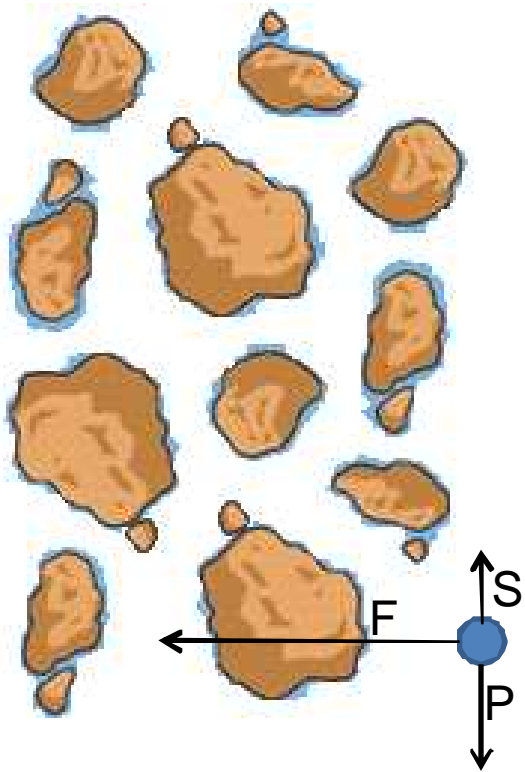
3.

Comprendre la réserve en eau dans sol



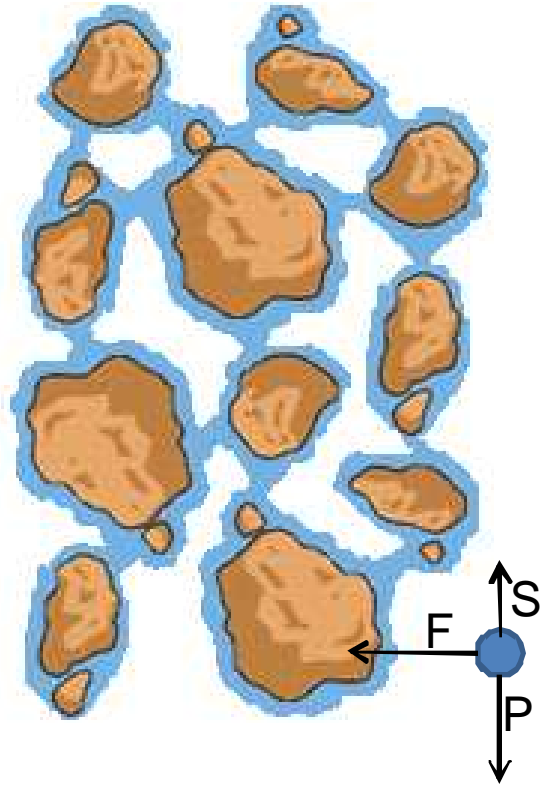
L'eau dans le sol

Eau hygroscopique



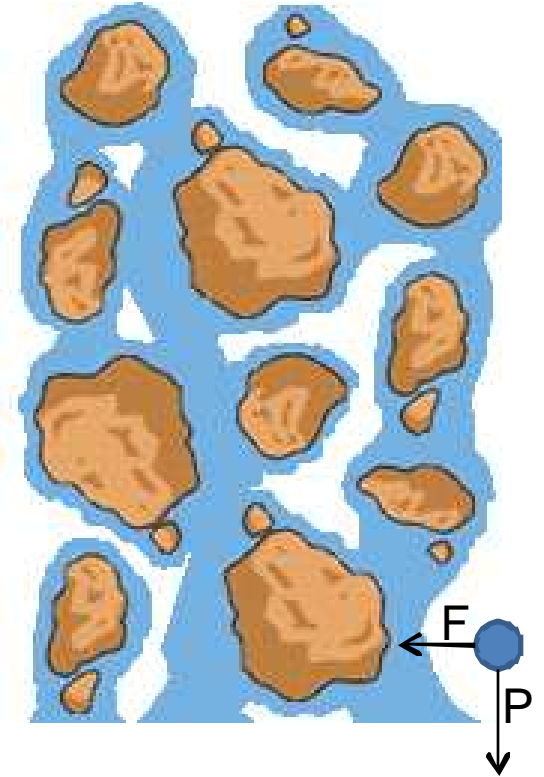
Point de flétrissement permanent (θ_{PFP})

Eau capillaire



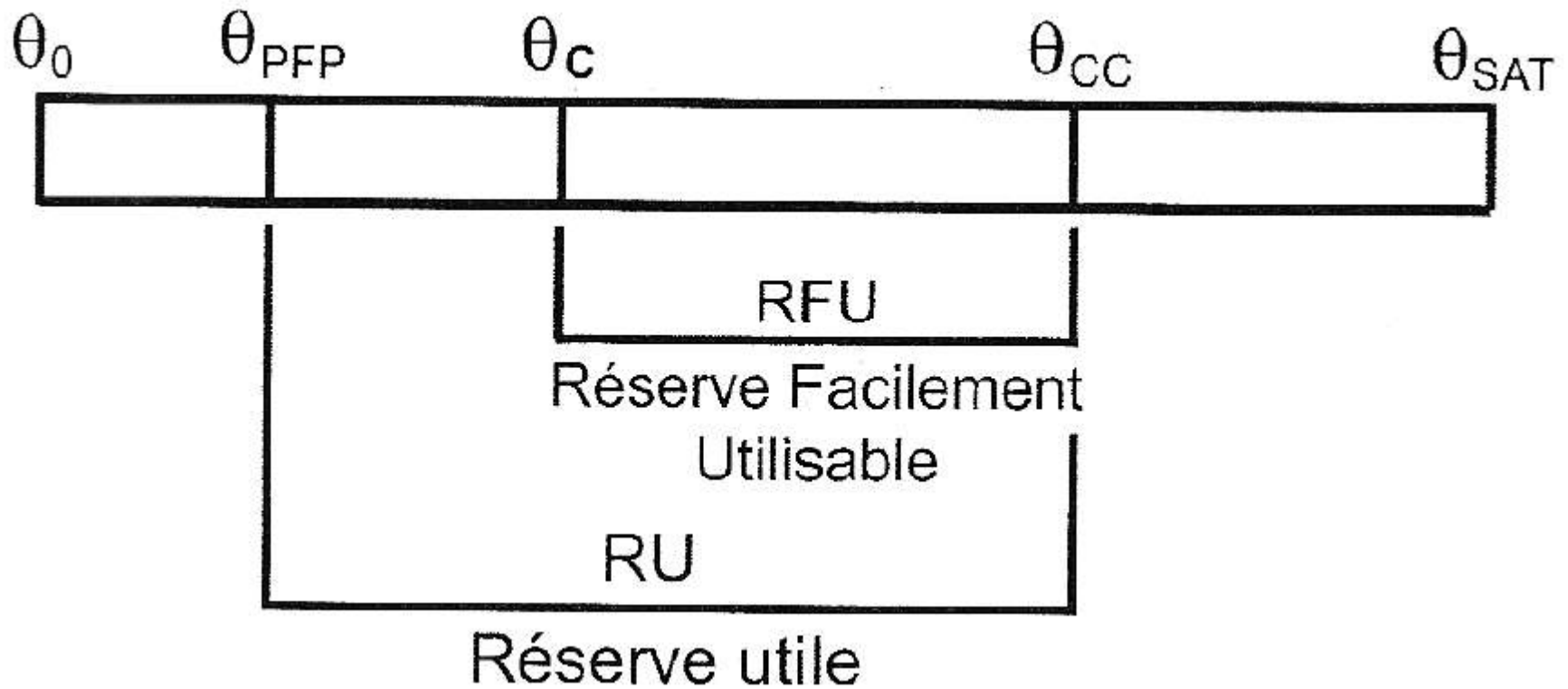
Eau disponible pour l'absorption des plantes (RFU)

Eau gravitaire



Capacité au champ (θ_{cc})

La réserve en eau



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

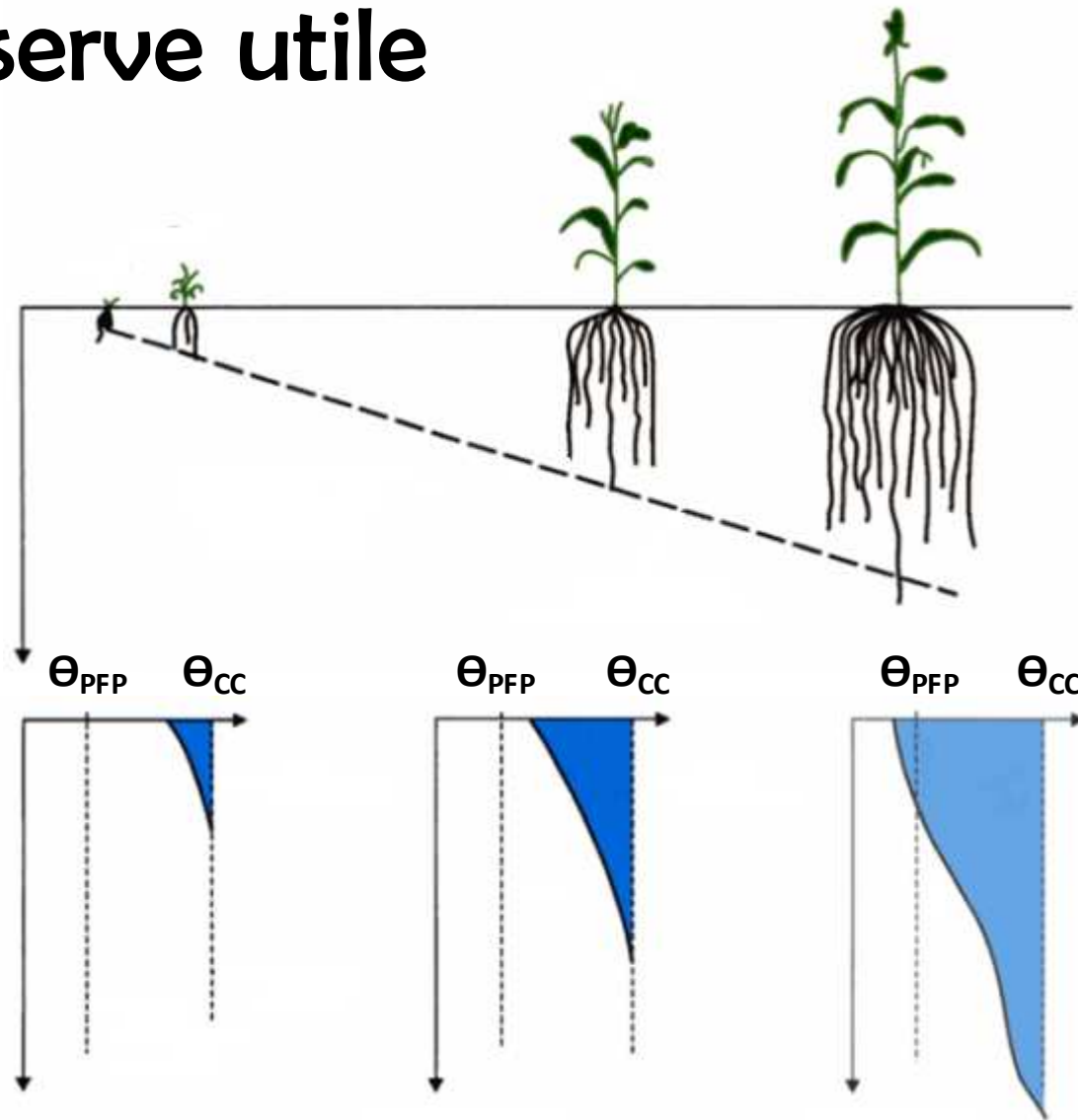
La réserve facilement utilisable

Quelques exemples de DMA*

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

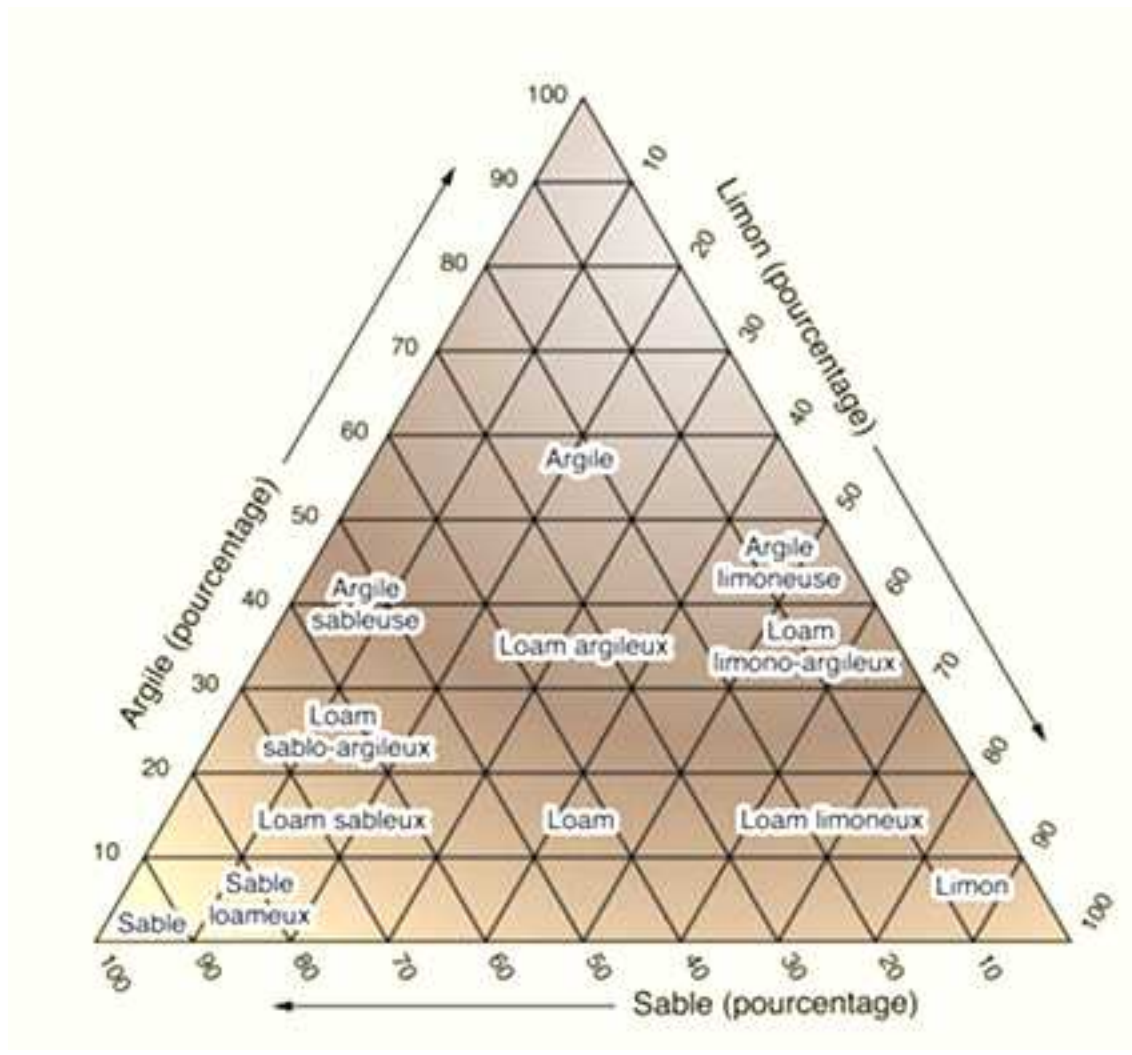
* Et_{culture} de 5-6 mm / jour, sol bien structuré, racines vigoureuses

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



Les types de sol

- Analyse granulométrique afin de déterminer le type de sol



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 : Étendu normal des valeurs.

Ce qu'il faut retenir

- Qu'il existe un lien direct 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%

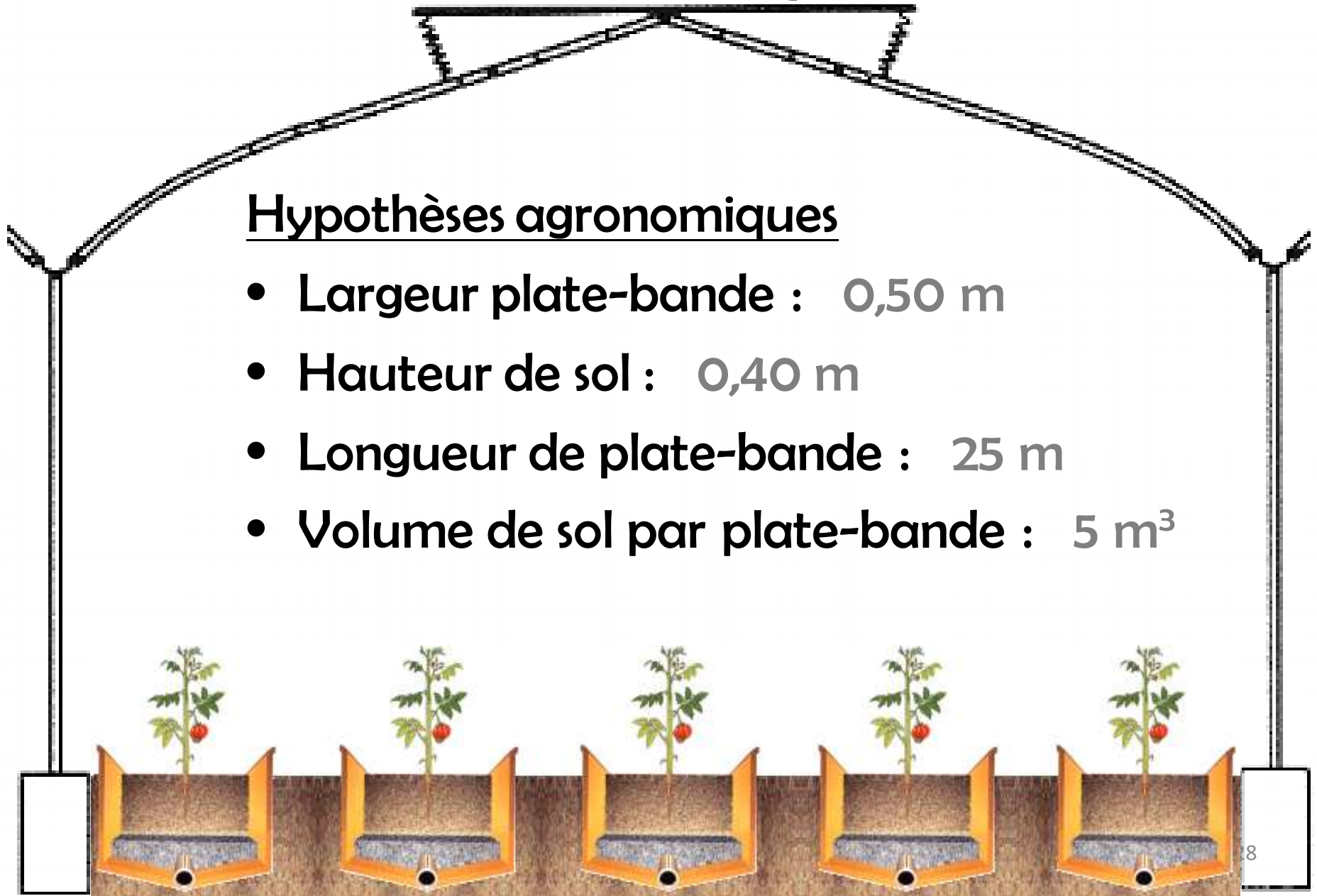
Déficit minimum admissible (tomate) : 40%

Réserve facilement utilisable : 68 L / m³ de sol

Comment irriguer en plein sol

Hypothèses agronomiques

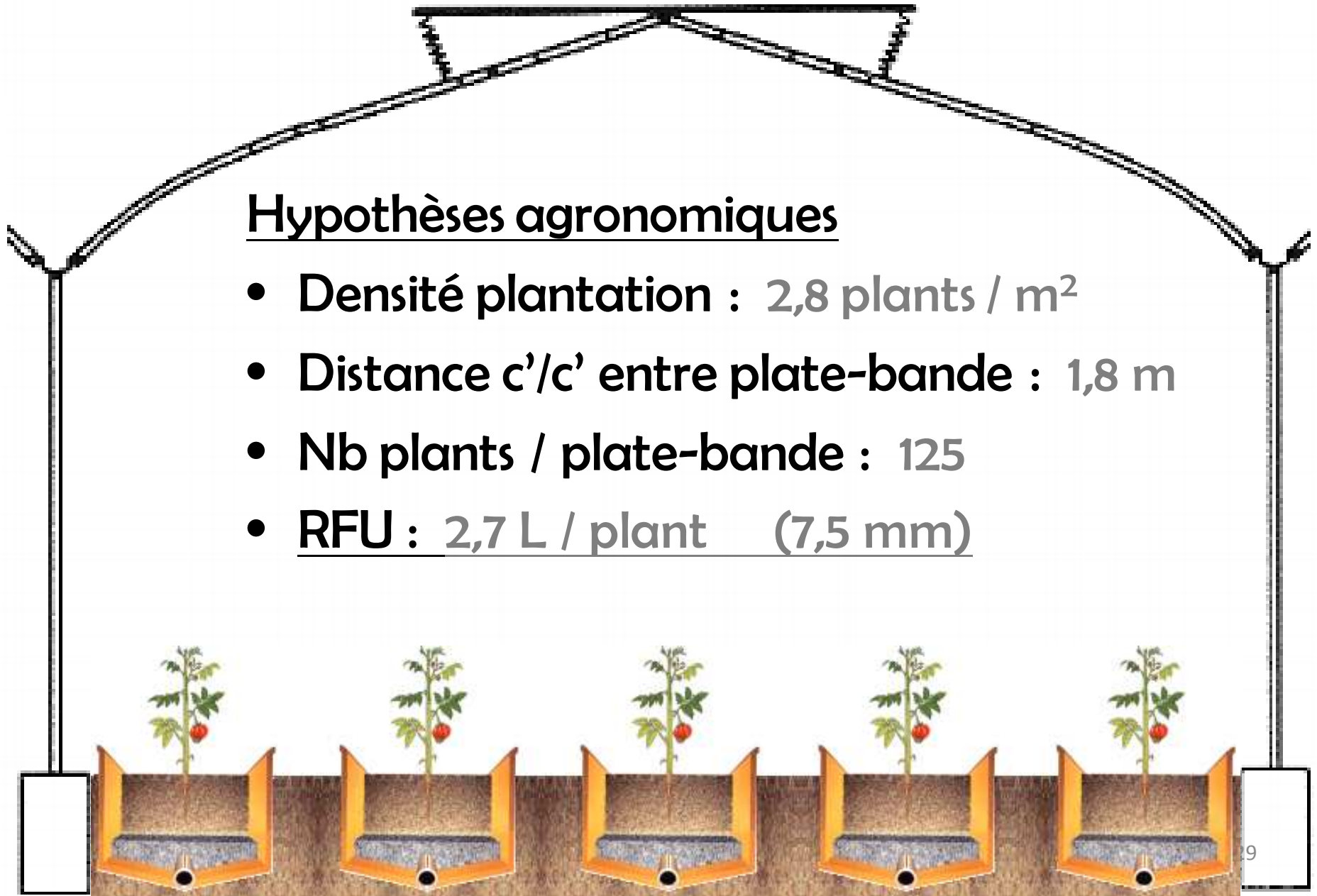
- Largeur plate-bande : 0,50 m
- Hauteur de sol : 0,40 m
- Longueur de plate-bande : 25 m
- Volume de sol par plate-bande : 5 m³



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

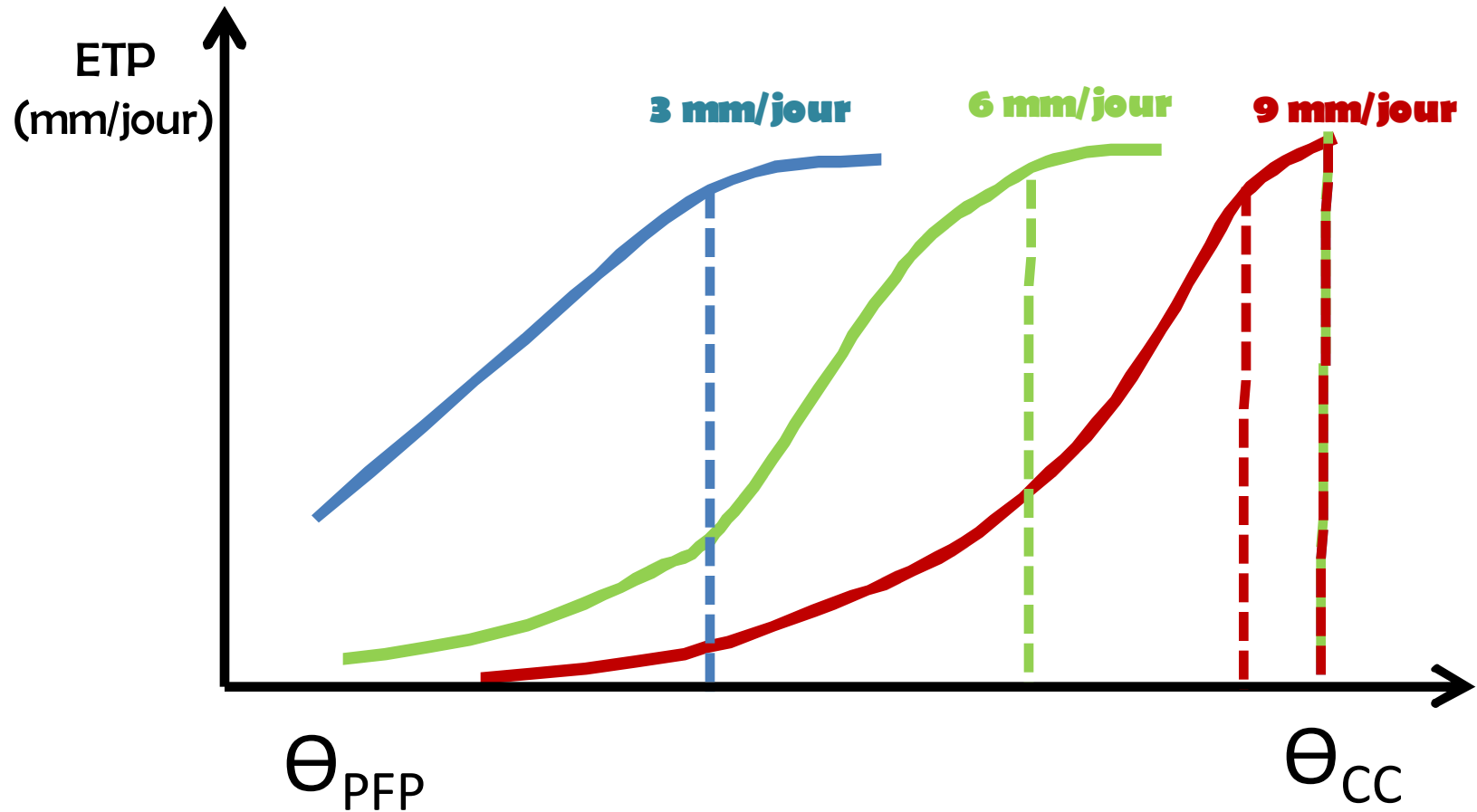
L'utilisation de la RFU théorique

- 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



Variabilité de la RFU

Débit capillarité < Besoin de la plante

Comment distribuer l'eau

Gaine goutte-à-goutte

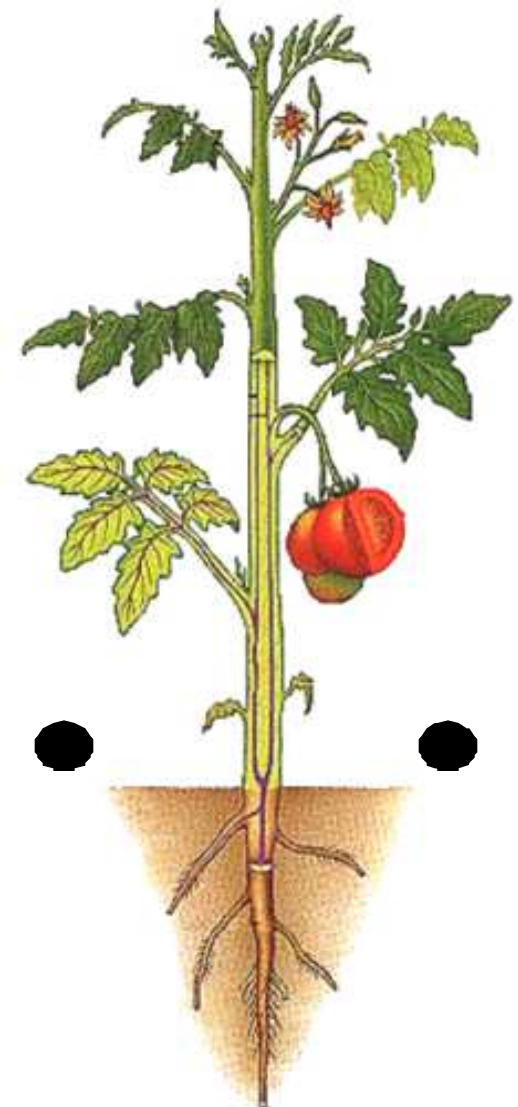
Remplir la RFU théorique de la plante-
bande: 13,6 L / m \rightarrow 15 L/m (30 mm)

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 \approx 7,5 L/h/m

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

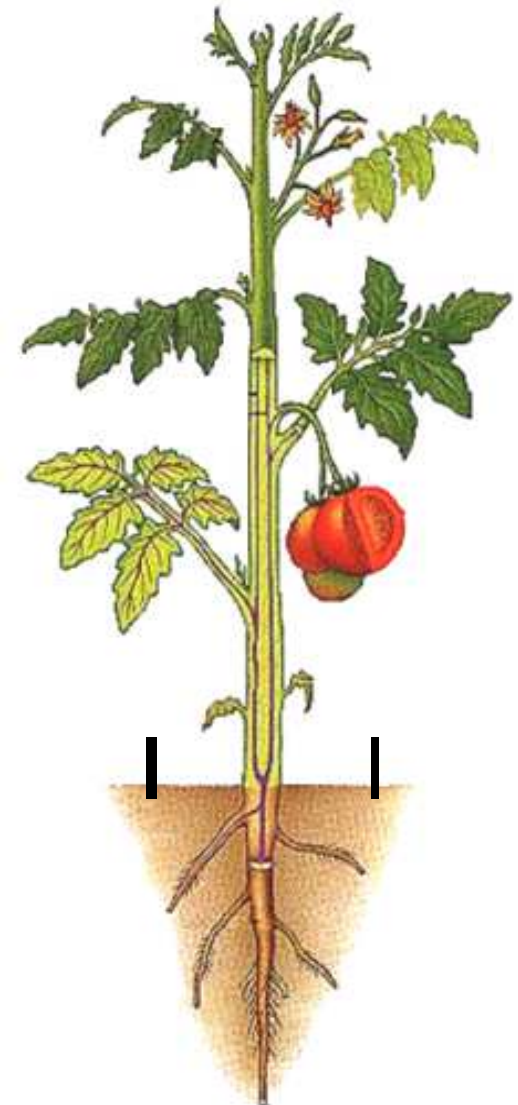


Comment distribuer l'eau

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 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

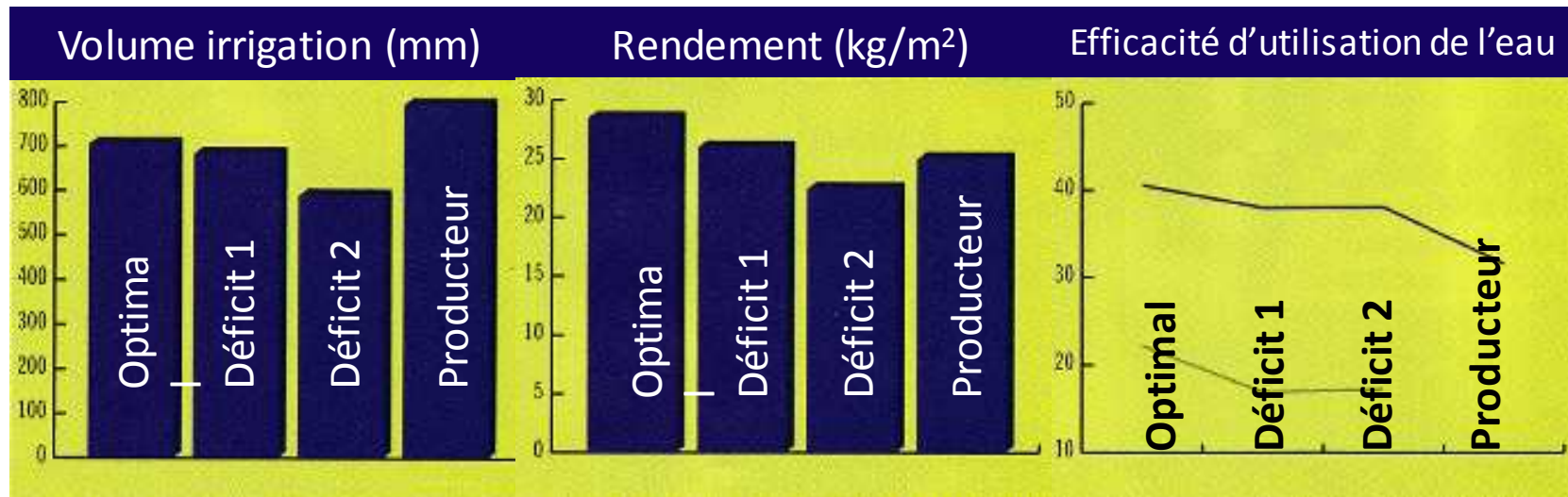
Objectifs :

- 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

