

CULTURES PERENNES

Perfectionnement 2
Maîtrise de l'irrigation

Formateur : Olivier GROSJEAN

02 novembre 2016



Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

Programme de la matinée

- Propriétés physiques du sol : rétention d'eau
 - Rôle de la matière organique
 - Réserve en eau du sol

 - Paramètres physiques de l'eau

 - Intérêts de l'irrigation
 - Conséquences d'un manque d'eau : stress hydrique
 - Conséquences d'un excès d'eau

 - Méthodes de gestion de l'irrigation
 - Bilan hydrique (ETP, ETM, estimation de la RFU disponible)
 - Bilan tensiométrique et utilisation des tensiomètres
 - Modes d'économie de l'eau
-

Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

Propriétés physiques du sol : rétention d'eau

Chaque sol, selon sa structure, se caractérise par une valeur plus ou moins importante de :

- ❑ sa capacité au champ
- ❑ son point de flétrissement
- ❑ sa réserve utile

Les 3 grandeurs augmentent
lorsque la teneur en colloïdes organiques s'accroît.

Importance des pratiques culturales pour maintenir un taux de matières organiques correct (rotation, engrais vert, paillage organique...).

Comme une éponge, elle retient l'eau.

Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

Capacité de rétention en eau pour différentes textures de sol selon leur contenu en matière organique

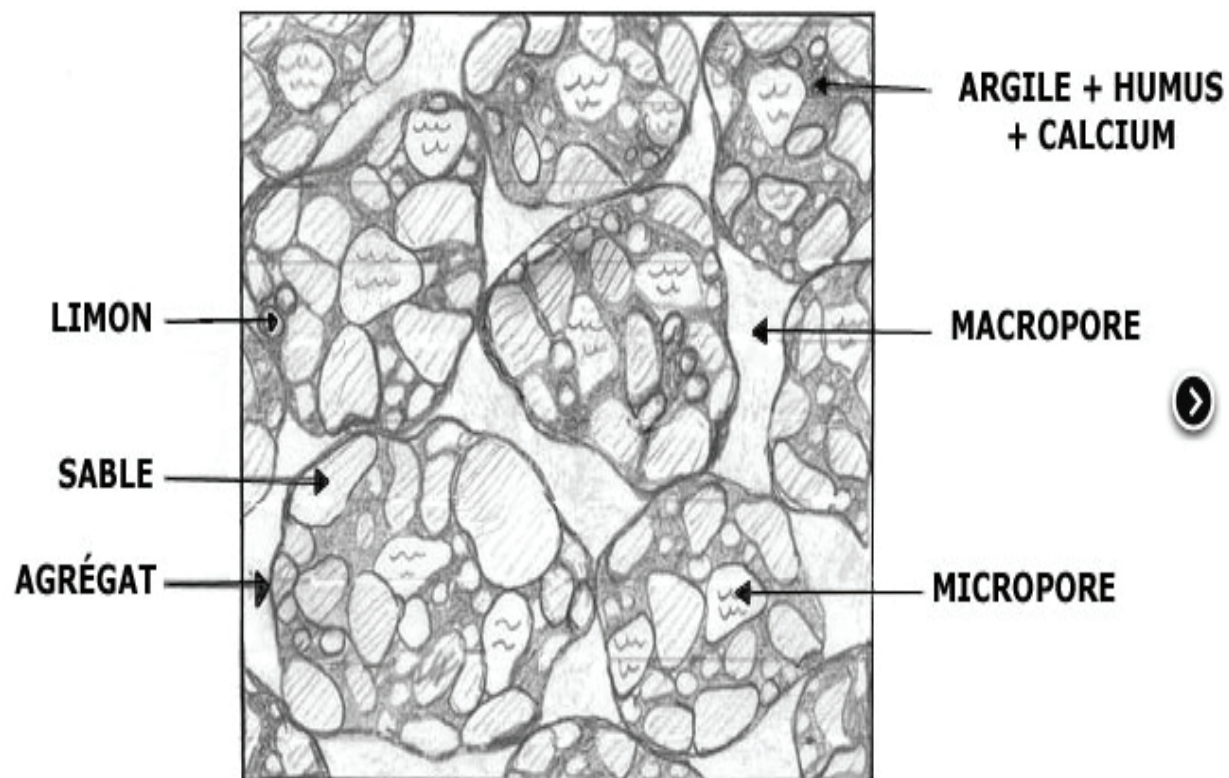
Type de sol	Sol sans matière organique	Sol avec 4 % à 6 % de matière organique
	Millimètre d'eau retenu par mètre de profondeur de sol (mm/m) pour un sol à capacité	Millimètre d'eau retenu par mètre de profondeur de sol (mm/m) pour un sol à capacité au champ
Sable	45	161
Sable loameux	70	147
Loam	137	165
Loam limoneux	206	230
Loam argileux	253	294
Argile sableuse	218	270
Argile	202	252

Source : Gallichand et Brochu (1983)

Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

Comprendre son sol

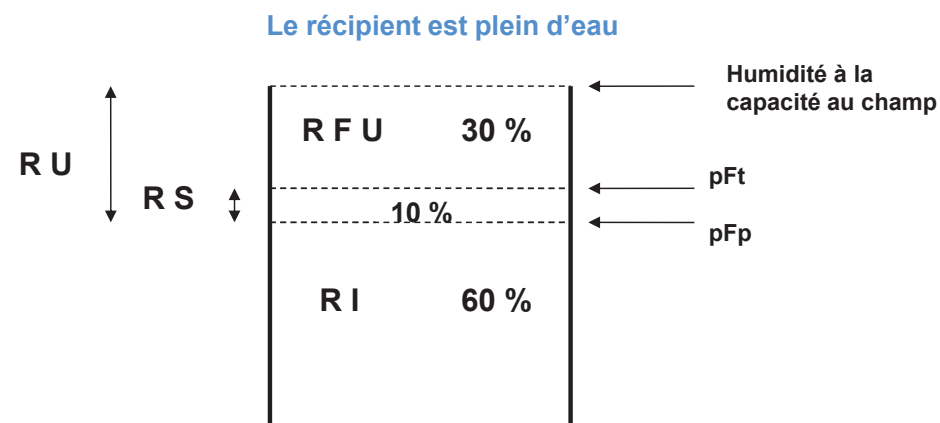


Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

Réserve en eau du sol

Schématisons maintenant ce concept de « réserve » en eau du sol



- RU = réserve utile
- RS = réserve de survie
- RFU = réserve facilement utilisable
- RI = réserve inutilisable
- pFt = point de flétrissement temporaire
- pFp = point de flétrissement permanent



Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

Paramètres physiques de l'eau

■ Le Débit

En effet, le débit caractérise un volume d'eau passant dans le tube par unité de temps.

Les unités de débit sont le mètre cube par heure (m³/h), le litre par seconde (l/s).

Le débit se mesure simplement.

Il faut compter le temps que met un seau de capacité connue à se remplir.

Un l/s est égal à combien de m³/s?

1 m³/h est égal à combien de l/s ?

1 l/s est égal à combien de m³/h ?

rappel:

$$\text{Débit en l/s} = \frac{\text{Volume du seau en litre}}{\text{Temps de remplissage en secondes}}$$

a) Un seau de 10 litres met 9 secondes à se remplir. Quel est le débit en l/s de la canalisation?

b) Un seau de 10 litres met 9 secondes à se remplir. Quel est le débit en l/s de la canalisation?



Perfectionnement 2 SM 1

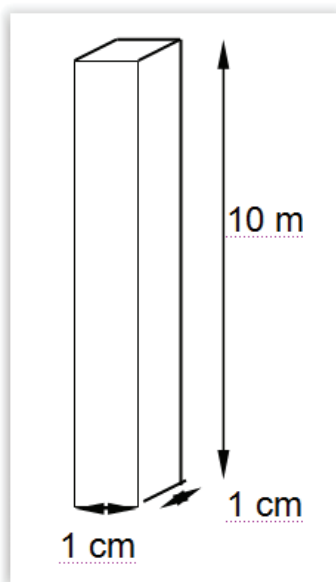
Maîtrise de l'irrigation

Paramètres physiques de l'eau

■ La pression

En physique, la pression est le rapport entre une force et une surface.

Les unités que l'on emploie sont le mètre de colonne d'eau (m C E), le Bar, le kg/cm^2 , le cm Hg (de mercure), l'Atmosphère (atm), le Pascal (Pa ou le kilopascal: kPa)



Une colonne d'eau (CE) de 10 m de hauteur exerce une pression de :

- 10 m C E (mètre de colonne d'eau)
- $1 \text{ kg}/\text{cm}^2$
- 100 kPa
- 1 Bar
- 1 atmosphère
- 76 cm Hg.

Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

I M P O R T A N T

Si l'eau est à l'arrêt on mesure la **pression statique**.

La pression statique tient compte du dénivelé ou autrement dit des mètres colonne d'eau.

Lorsque l'eau circule dans les tuyaux on mesure la **pression dynamique**.

La pression dynamique correspond à la pression statique diminuée des pertes de charges

■ La vitesse

La vitesse est un rapport d'une longueur parcourue sur un temps.

L'unité qui mesure la vitesse est le mètre par seconde (m/s).

La vitesse ne se mesure pas, elle se déduit dans les abaques de pertes de charge ou se calcule.

Si la vitesse est forte on risque deux choses:

- l'éclatement du tube à cause des surpressions dues aux "coups de béliers"
- de grosses pertes de charges.

Pratiquement on fait en sorte que la vitesse soit toujours inférieure à 1,5 m/s

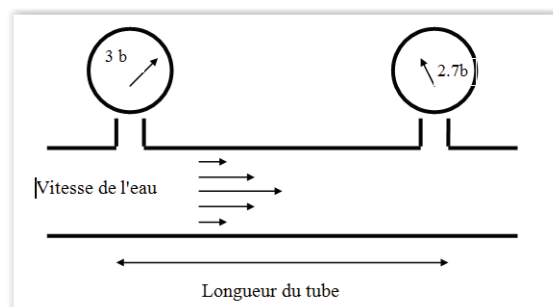
Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

Paramètres physiques de l'eau

■ Les pertes de charges linéaires

- dans les tuyaux



Ce sont les frottements de l'eau contre les parois fixes du tube qui font chuter la pression, de 0,3 Bars dans cet exemple.

C'est cette chute de pression qui s'appelle "perte de charge".

Ces **pertes de charges linéaires** dépendent:

- de la rugosité des parois du tube
- du diamètre du tube (même à vitesse constante)
- de la vitesse de l'eau
- et bien sûr de la longueur du tube.

Elles ne dépendent pas du niveau de pression.

Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

Paramètres physiques de l'eau

- Les pertes de charges singulières

Ce sont les pertes de pression dues à tout ce qui freine l'eau, sauf les tubes.

On peut distinguer les accessoires importants: filtres, électrovannes,....

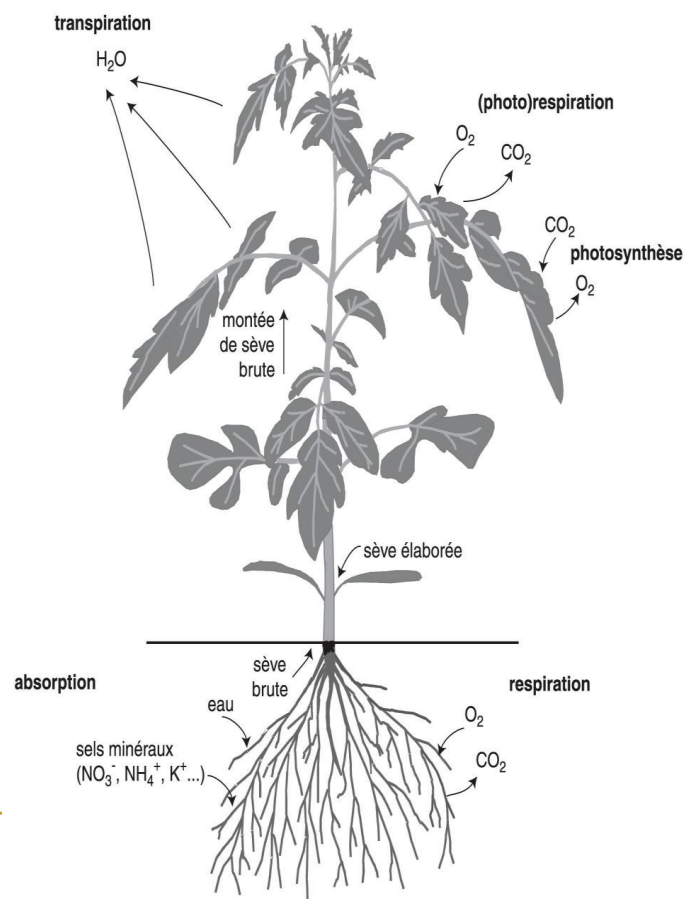
Pour les accessoires moins importants, comme les coudes, raccords, colliers de prise en charge, **on rajoutera 10% aux pertes de charge calculées sur les tubes.**



Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

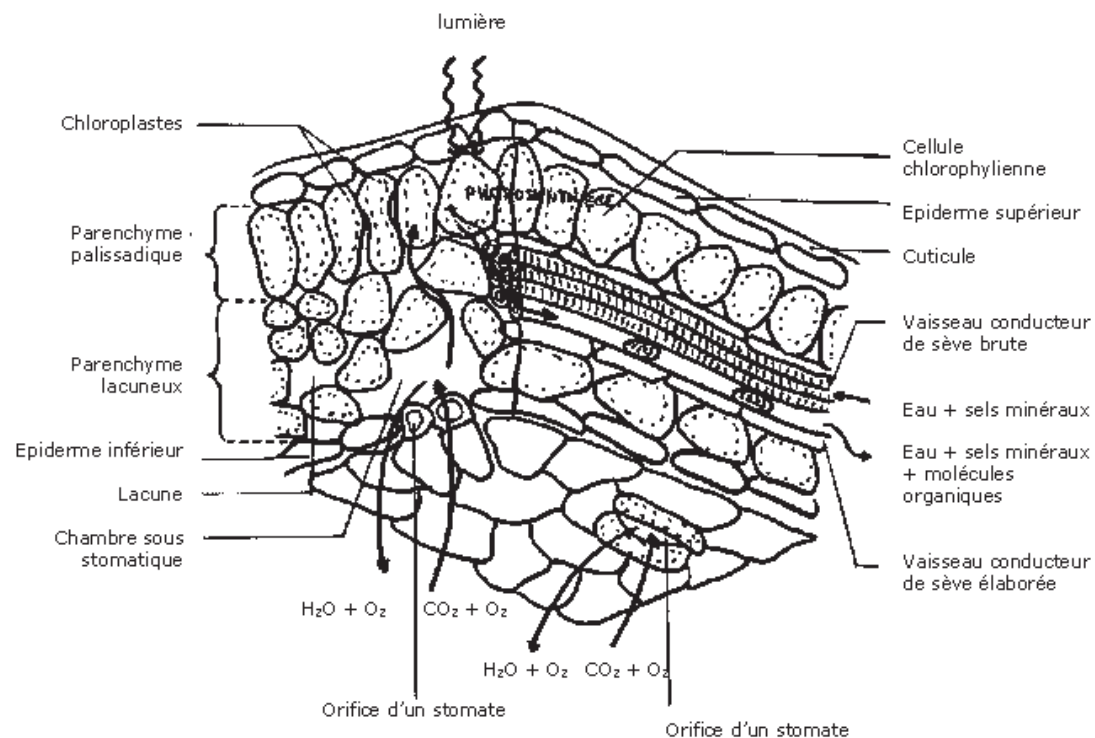
L'atmosphère moteur de l'ascension de « l'eau » dans les plantes



Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

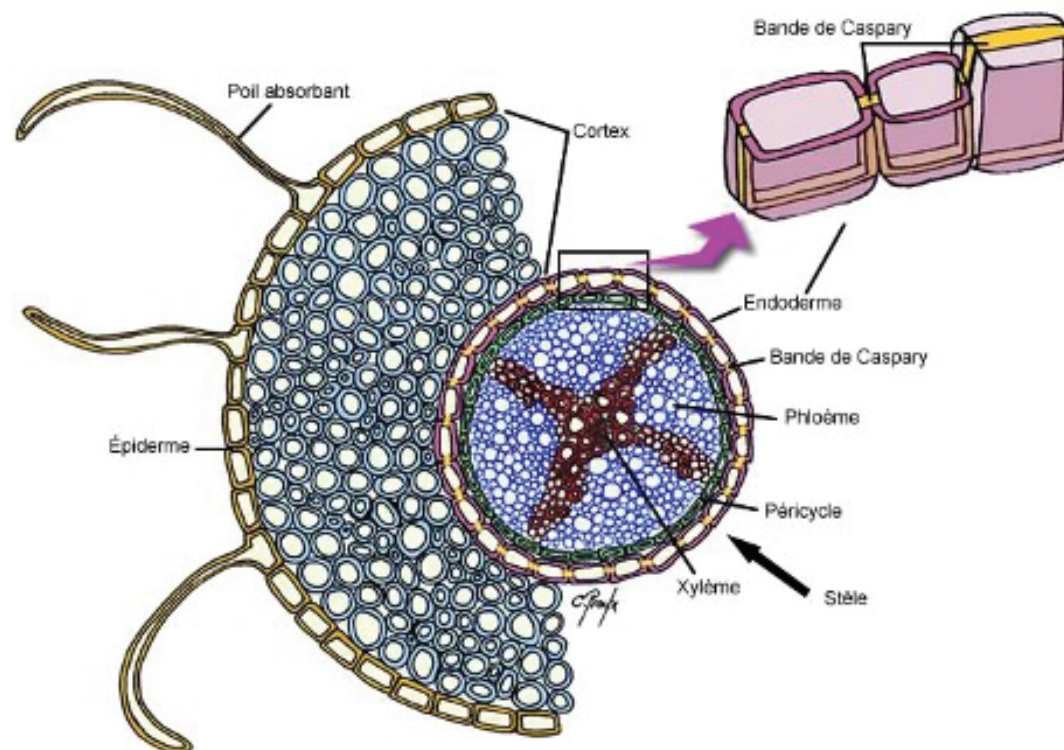
Coupe anatomique d'une feuille



Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

Coupe anatomique d'une racine



INTERETS DE L'IRRIGATION

Pourquoi arroser ?

=

C'est un facteur de production qui permet d'économiser et d'optimiser le reste
fertilisation, semence, protection phyto...

Conséquence d'un manque d'eau ou stress hydrique.

a) la croissance des tissus.

La croissance des cellules est sensible au stress hydrique,
elle est ralentie bien avant le flétrissement.

b) métabolisme de l'azote.

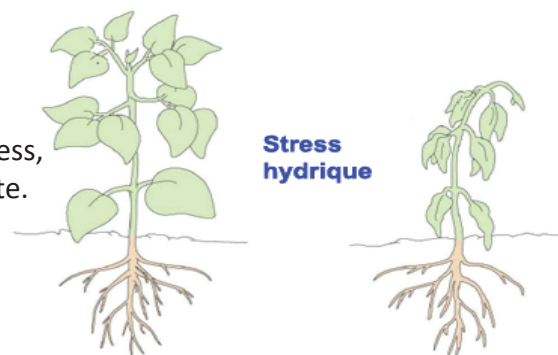
Il y a accumulation de certains acides aminés lors d'un stress,
blocage de la transformation de l'ion nitrite en ion nitrate.

c) la régulation des échanges gazeux

Il n'y a plus ou presque plus d'échanges gazeux
(fermeture partielle ou totale des stomates).

d) la photosynthèse

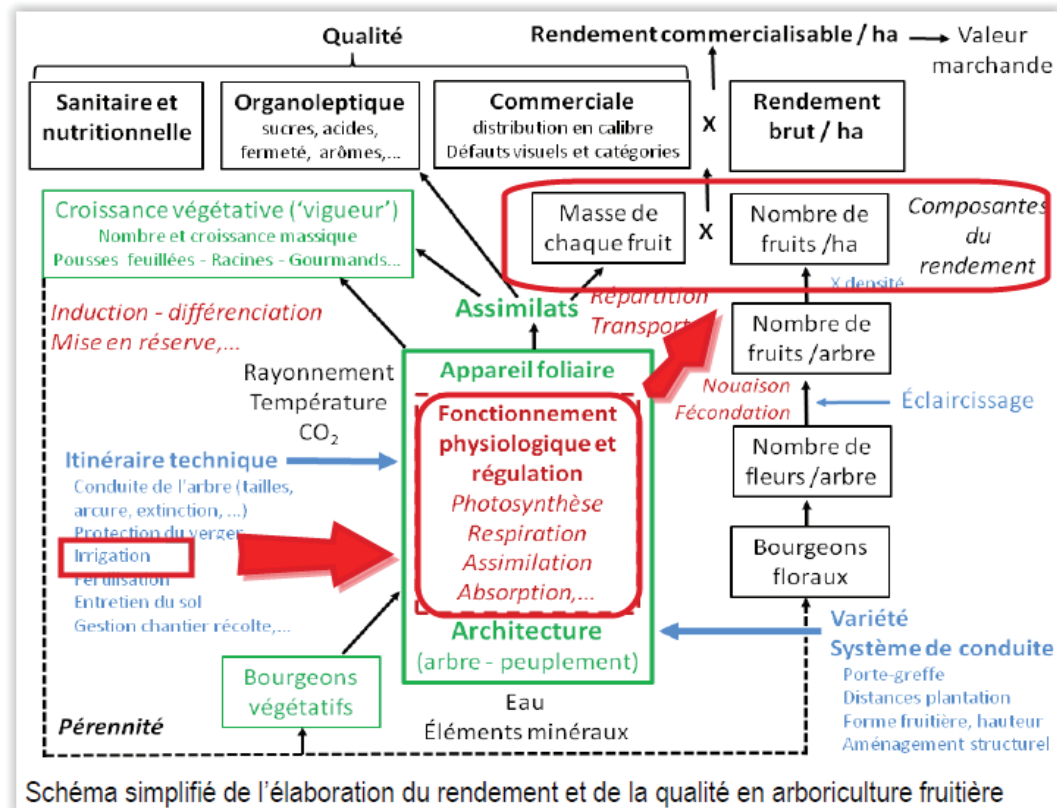
Elle est très réduite durant un stress hydrique,
vu l'arrêt des échanges gazeux.



Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

INTERETS DE L'IRRIGATION



Perfectionnement 2 SM 1

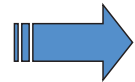
Maîtrise de l'irrigation

INTERETS DE L'IRRIGATION

Conséquence d'un manque d'eau ou stress hydrique.

a) sur la plante

excès d'eau



toutes la porosité est occupée par l'eau



très faible aération



Il y a un phénomène d'asphyxie du système racinaire.

Conséquences :

- ❑ réduction métabolique (croissance)
- ❑ diminution de la nutrition minérale
- ❑ réduction de l'absorption
- ❑ phénomène de nécrose
- ❑ réduction du développement racinaire



Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

INTERETS DE L'IRRIGATION

Conséquence d'un manque d'eau ou stress hydrique.

b) sur les rendements

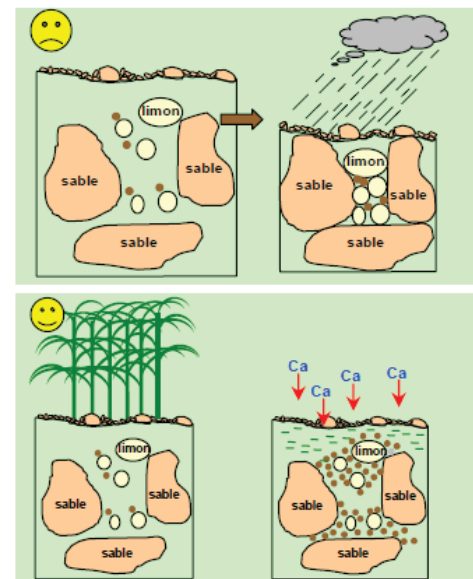
Le facteur limitant est d'autant plus intense que la période d'excès est longue, mais surtout lorsqu'elle intervient en phase d'activité intense des cultures (induction florale, nouaison...)

c) sur le sol

- une dégradation de l'architecture structurale
- une modification biologique du sol (la faune et microflore aérobie) du sol se trouve très perturbés.



- ✓ plus de décomposition de la matière organique
- ✓ plus d'humification
- ✓ la nitrification se transforme en nitrification
- ✓ le soufre se transforme en sulfure



Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

Méthodes de gestion de l'irrigation

■ Bilan hydrique

En Nouvelle Calédonie l'ETP (évapotranspiration potentiel) est en moyenne de l'ordre de :

- ❑ 6 mm / jour en janvier – février
- ❑ 2.5 mm / jour en juin- juillet
- ❑ 5 mm / jour en octobre – novembre

a) Variation de la consommation selon les espèces.

Chaque culture exige une certaine quantité d'eau en dessous de laquelle elle ne pourra pas donner une production optimale.

Exemples de la consommation mensuelle de certaines cultures (en mm)

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	TOTAL
Mais						40	60	90	120	110			420
Sorgho							40	60	100	140			340
P. de terre						30	40	80	90				240
Maraichage	130	115	110	90	70	50	55	70	90	115	130	140	1165
Verger	100	90	85	65	50	40	45	50	65	90	95	105	880

Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

Méthodes de gestion de l'irrigation

b) Variation de la consommation selon le stade de développement.

- Si l'ETP est la mesure utilisée pour connaître la perte d'eau par l'ensemble sol – culture au niveau d'une région, que se passe-t-il au niveau du champ ?

Si le sol est largement pourvu en eau, l'évapotranspiration dépend non seulement des conditions météo mais aussi de la **couverture végétale**.

On va introduire un coefficient cultural k_c , propre à chaque culture, qui va dépendre du développement du couvert végétal. Il va réduire ou augmenter l'ETP, on appellera cette nouvelle valeur l'évapotranspiration maximale réelle : ETM.

$$ETM = ETP * k_c$$

Agrumes	
Jeunes vergers 1 à 2 ans	0,2
Jeunes vergers 3 à 4 ans goutte à goutte	0,25
Jeunes vergers 3 à 4 ans aspersion	0,40
Vergers adultes goutte à goutte (nu / enherbé)	0,45 / 0,55
Vergers adultes aspersion (nu / enherbé)	0,50~0,55 / 0,60~0,65

Source: Chambre d'agriculture Haute-Corse

Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

CE QU'IL FAUT FAIRE ?

Connaître l'état du stock d'eau présent dans le sol tout au long de la culture.

POUR CELA IL FAUT :

- 1) Estimer la Réserve Facilement Utilisable présente au moment de la mise en place de la culture ;
- 2) Connaître la consommation de la plante du semis à la récolte ;
- 3) Enregistrer les pluies et les irrigations c'est à dire les mesurer et surtout **les noter**.



Estimer régulièrement la RFU disponible pour la culture.

RFU DISPONIBLE = RFU DE DÉPART - CONSOMMATION + PLUIES + IRRIGATIONS

REMARQUE :

Le plus difficile c'est d'estimer comme il faut la RFU de départ. L'idéal c'est donc de débiter la culture avec une RFU pleine sur la profondeur de sol que les racines vont exploiter. Pour cela, si c'est possible, il est bon de remplir la RFU avant la mise en place de la culture ou dès la fin des semis.



ESTIMER RÉGULIÈREMENT LA RFU DISPONIBLE

RFU DISPONIBLE = RFU DE DÉPART - CONSOMMATION + PLUIES + IRRIGATIONS

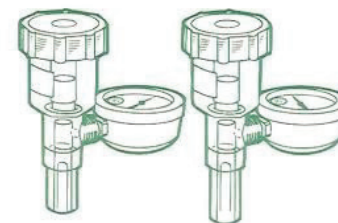
DATES	Besoins de la Culture			Apports d'eau		Bilan	
	Stade de la Culture	ETP de la semaine	Consom C semaine	Pluie P	Irrigations I	RFU de départ	RFU en fin de semaine RFU - C + P + I

Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

Méthodes de gestion de l'irrigation

- Bilan tensiométrique

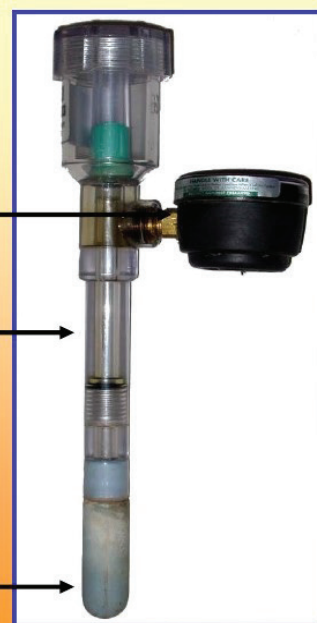


TENSIOMÈTRE

Manomètre

Tube rempli d'eau
et d'algicide

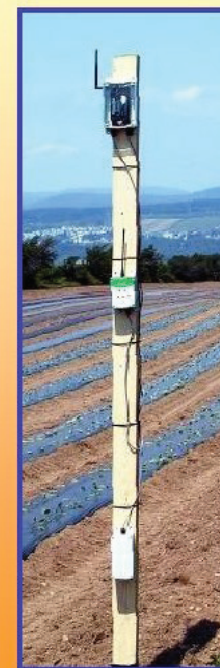
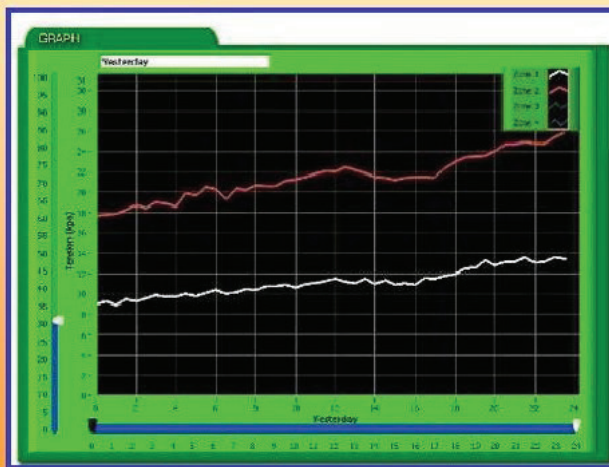
Bougie poreuse



Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

Tensiomètre avec transmission de donnée



Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT?

La bougie est placée dans le sol à la **profondeur de mesure voulue**.

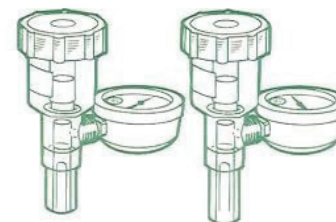
Cette bougie restitue de l'eau au sol lorsque celui-ci tend à se dessécher : dans ce cas, le réservoir étant étanche, il se produit par rapport à la pression atmosphérique ambiante une dépression mesurée par le manomètre.

Si le sol est réhumidifié, la dépression provoque un retour de l'eau dans le tensiomètre et le manomètre indique le nouvel équilibre obtenu.

BEAUCOUP D'EAU = FAIBLE TENSION

PEU D'EAU = FORTE TENSION

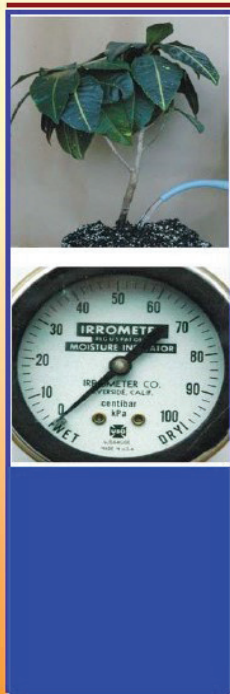
On appelle « **TENSION** » la valeur de dépression lue sur le manomètre



Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

Pilotage tensiométrique: ÉTAT DE L'EAU DANS LE SOL

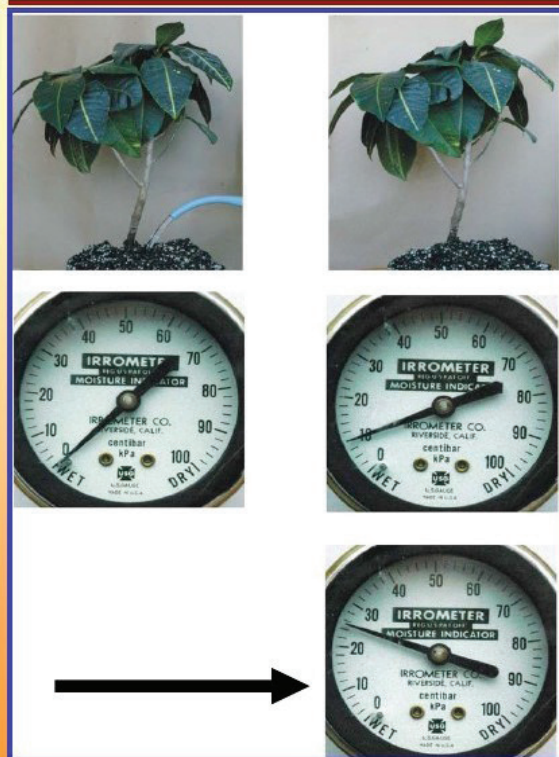


Saturé

Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

Pilotage tensiométrique: ÉTAT DE L'EAU DANS LE SOL



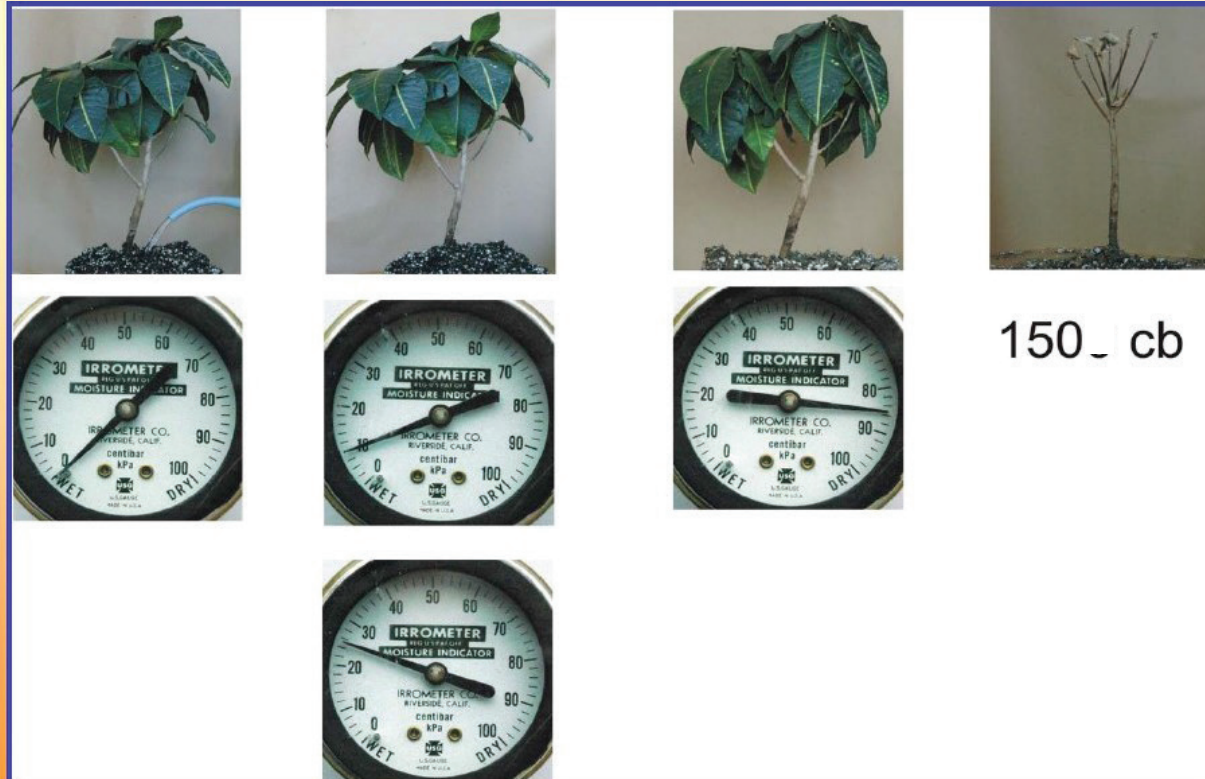
Saturé

Capacité au champ

Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

Pilotage tensiométrique: ÉTAT DE L'EAU DANS LE SOL



Saturé

Capacité au champ

Pt de flétrissement
temporaire

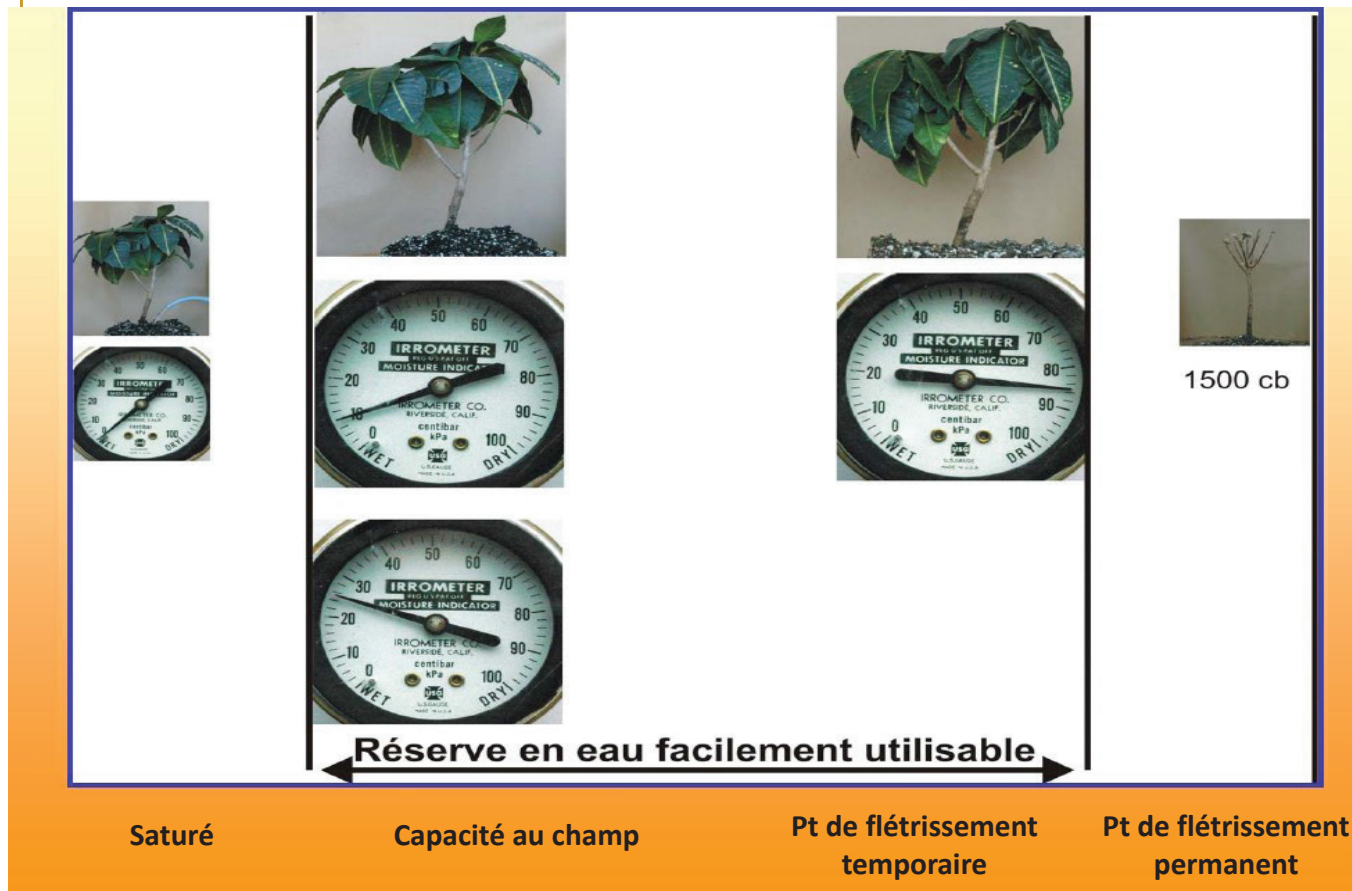
Pt de flétrissement
permanent

150 - cb

Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

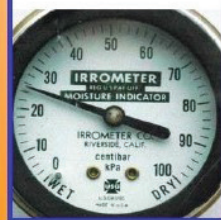
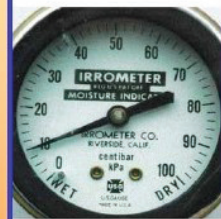
Pilotage tensiométrique: ÉTAT DE L'EAU DANS LE SOL



Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

Pilotage tensiométrique: à quelle tension irriguer ?



Capacité au
champ

La tension observée à
la capacité au champ :
donnée de base

Si la tension
observée = 10 cb

+10 à 15 cb

Début à 20-25 cb

EXEMPLE ET NON UNE RECOMMANDATION

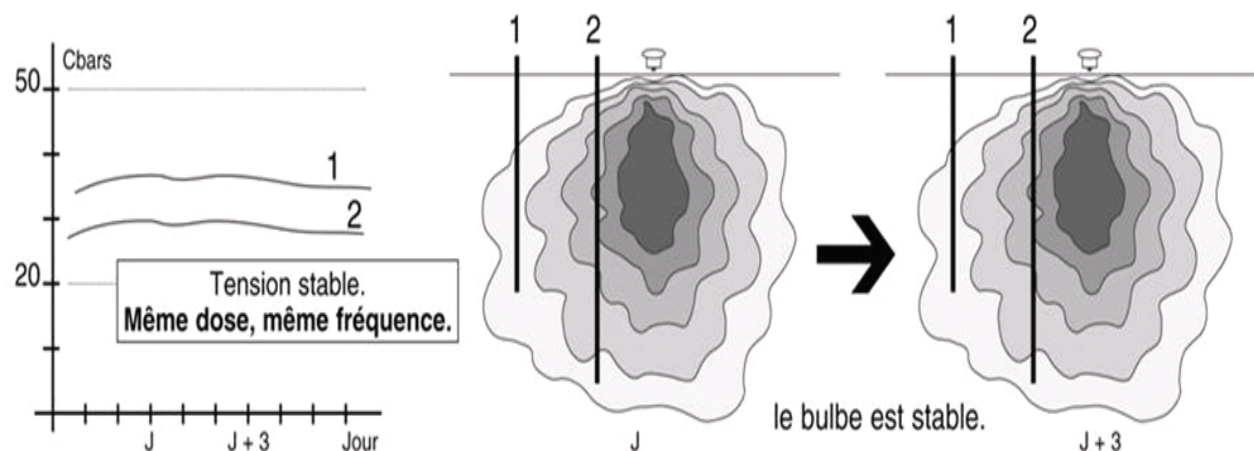
Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

Pilotage tensiométrique: quand irriguer ?

La tension doit rester stable pour maintenir un bulbe d'humidité constant. On doit adapter la fréquence

- Ex: mercredi 1 irri, mardi 1 irri et mercredi 1 irri

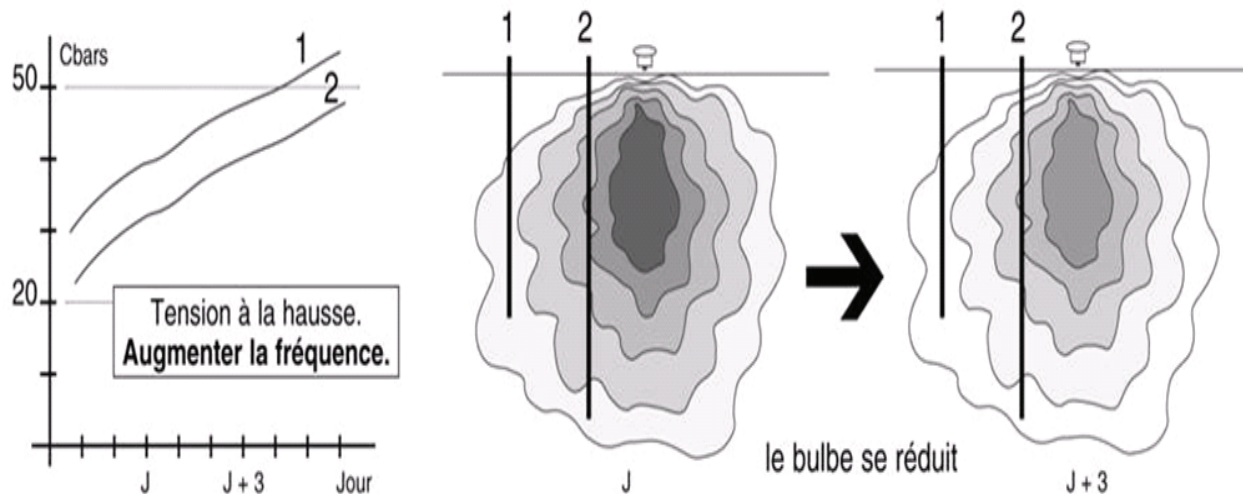


Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

Pilotage tensiométrique: quand irriguer ?

Les tensions augmentent en surface (1) et en profondeur (2)
=
augmenter la fréquence



Perfectionnement 2 SM 1

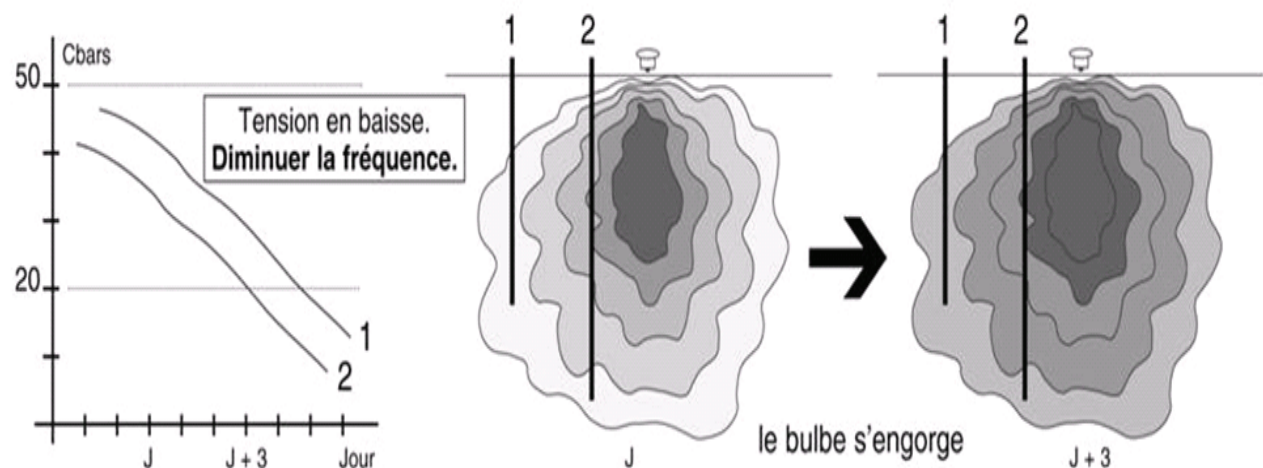
Maîtrise de l'irrigation

Pilotage tensiométrique: quand irriguer ?

Les tensions baissent en surface (1) et en profondeur (2)

=

diminuer la fréquence



Perfectionnement 2 SM 1

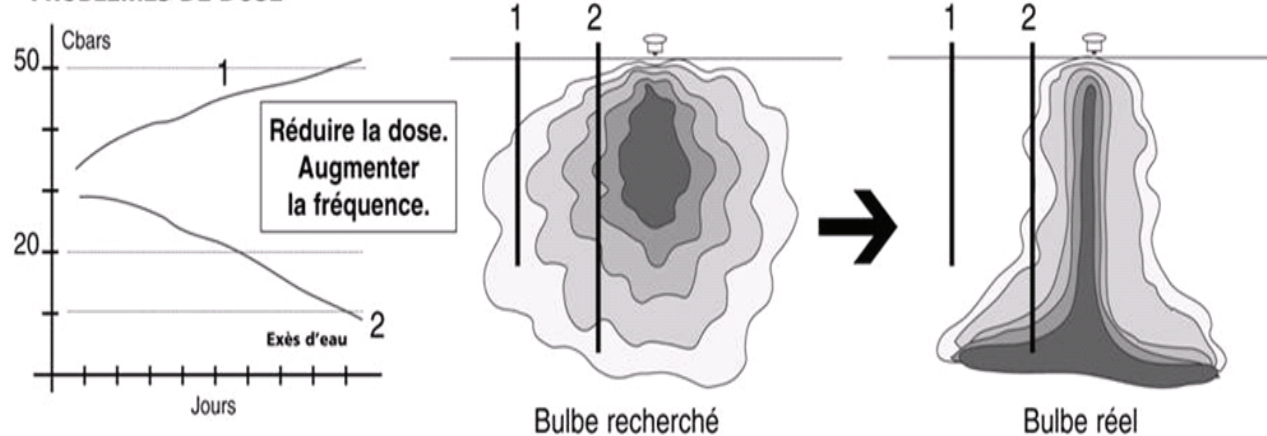
Maîtrise de l'irrigation

Pilotage tensiométrique: quand irriguer ?

La tension augmente en surface (1) : augmenter la fréquence

La tension baisse en profondeur (2) : réduire la dose

• PROBLÈMES DE DOSE



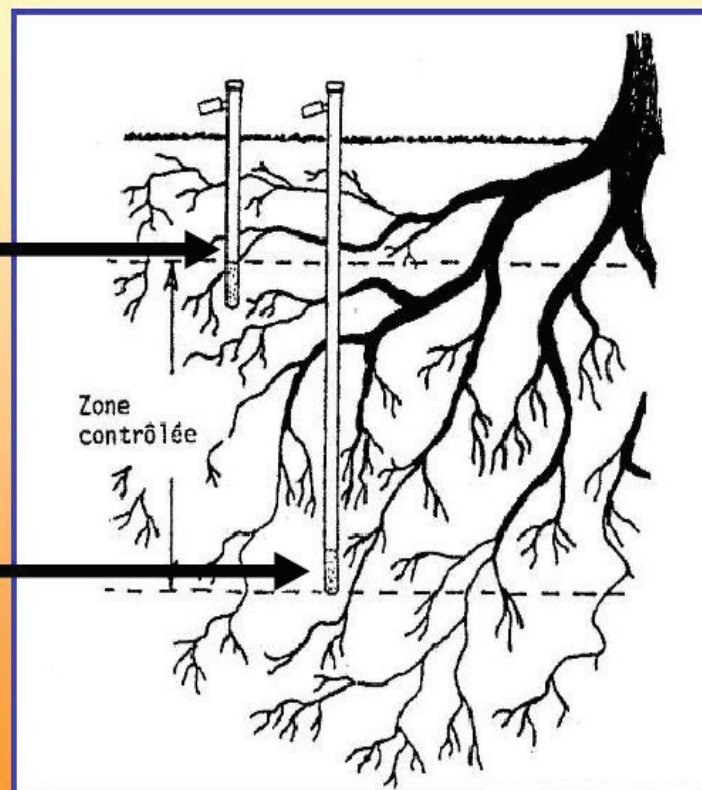
Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

Pilotage tensiométrique: comment les installer ?

En surface :
indique quand irriguer

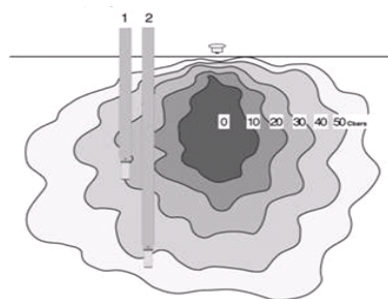
En profondeur :
indique si durée
est correcte



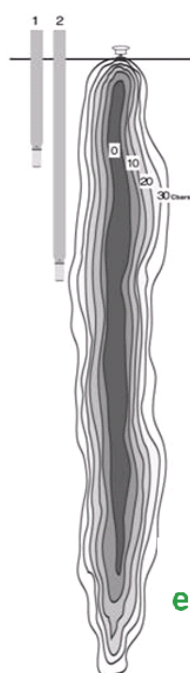
Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

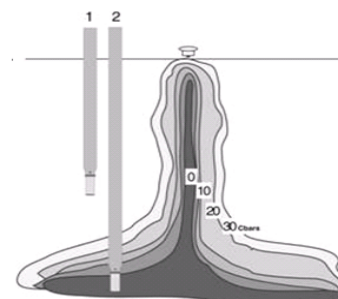
Pilotage tensiométrique: comment les installer ?



Bon fractionnement



**Mauvais fractionnement
en sol drainant sous-sol lourd**



- La sonde de surface (1) se place dans la zone d'enracinement maximum. Elle permet de contrôler la disponibilité de l'eau autour des racines.
- La sonde de profondeur (2) permet de savoir si la quantité d'eau est bonne.

Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

LE PAILLAGE POUR ECONOMISER L EAU

Les avantages du paillis :

- Il conserve l'humidité du sol et uniformise la température du sol,
 - il empêche ou réduit la croissance des mauvaises herbes et des autres végétaux en compétition,
 - il fournit des éléments nutritifs et de la matière organique en se décomposant,
 - il prévient l'érosion et empêche d'une croûte à la surface du sol,
 - il protège les troncs des blessures causées par les débroussailleuses,
 - il abrite des insectes utiles (auxiliaires),
 - il entraîne un accroissement du volume racinaire pouvant atteindre 400 %.
-

Perfectionnement 2 SM 1

Maîtrise de l'irrigation

LE PAILLAGE POUR ECONOMISER L EAU

Le choix du paillis :

- Paille ; bourre de coco ; foin ; écorce ; sciure ...
- un mélange et souvent le plus efficace
- évitez d'employer des toiles et géotextiles qui nuisent aux échanges gazeux entre le sol et l'air dans la mesure du possible (pas en maraîchage).
- assurez-vous que le paillis ne contient aucun élément toxique et que son pH est adéquat

La pose du paillis :

- Appliquez une couche de paillis de 8 à 15 cm d'épaisseur avant tassement. Si vous utilisez des écorces de bois dur, 5cm suffisent.
- prenez soin de ne pas mélanger le paillis avec le sol.
- pour limiter les risques de pourriture, dégagez le tronc au niveau du collet sur une distance de 10 à 15 cm.
- humidifiez ensuite le paillis pour qu'il reste bien en place.