



Challenge Agriculture[®]

L'eau et les minéraux maîtrisés

Cahier de savoir-faire **WATERMARK[®]**

L'eau du sol maîtrisée

**Clic gauche :
diapo suivante**

- Présentation (Entreprise, outil, tensiométrie)
- Monitor R2 : les solutions
- Démarrer la campagne en lecture manuelle
- Positionner les sondes Watermark en aspersion
- Positionner les sondes en goutte-à-goutte arbo
- Positionner les sondes en goutte-à-goutte maraîchage
- Installer et déposer les sondes Watermark
- Grapheur en ligne
- Pilotage en aspersion
- Pilotage en goutte à goutte
- WEM 24V & WEM B 9V



Challenge Agriculture[®]

L'eau et les minéraux maîtrisés

Présentation :

L'entreprise

Les outils

La tensiométrie

Intérêt en agriculture

Intérêt sur arbre urbain

Intérêt en géotechnie



Retour
menu



Challenge Agriculture[®]

L'eau et les minéraux maîtrisés

L'entreprise :

La société Challenge Agriculture est née sur une idée : **L'eau du sol maîtrisée**. Depuis 30 ans, nous sommes leader français et européen des mesures d'eau dans le sol.

L'idée a évolué : **L'eau et l'azote maîtrisés**. Depuis 20 ans, leader également des mesures d'azote dans la plante.

L'eau et les minéraux maîtrisés. Pendant 10 ans, leader des mesures N,S,P - K,Ca,Mg dans la plante au champ.

voir C.V. de l'entreprise

La tensiométrie

La tensiométrie est une technique universelle de mesure de tension * d'eau dans le sol

La tensiométrie, notamment avec Monitor Watermark, permet de piloter tout système d'irrigation, sur toute culture, tout sol, tout climat.

La tensiométrie suffit pour permettre à l'irrigant de maîtriser lui-même parfaitement sa saison en 10 à 20 décisions s'adaptant au contexte plante, sol, climat. L'enregistrement automatique facilite la technique.

*** tension = dépression , succion, potentiel hydrique, potentiel matriciel ..**

La tensiométrie

Il y a 30 ans, on abordait la tensiométrie par l'aspect :

" Bon fonctionnement du sol et des racines "

Il y a 20 ans, on abordait la tensiométrie par l'aspect :

" Bonne gestion de la ressource "

Depuis 10 ans, on aborde la tensiométrie par l'aspect :

" Efficacité économique de l'irrigation "

Depuis 5 ans, on aborde la tensiométrie par l'aspect :

" Transmission de données "

6 sondes Watermark par parcelle

en lecture manuelle ou automatique

permettent un pilotage robuste et précis sur :

- . Toute culture irriguée
- . Toute parcelle de référence ayant 1 type de sol dominant
- . Toute parcelle de référence ayant 2 types de sols nettement différents
- . Tout matériel d'irrigation : enrouleur, pivot, sprinkler, mini-asperseur, mini-diffuseur, irrigation à la raie et au calan, goutte-à-goutte en arboriculture & maraîchage, sous abri et plein champ

Pourquoi 6 sondes par parcelle ?

3 paires donnent 3 mesures de surface + 3 mesures de profondeur

Pourquoi 3 mesures ? 1 seule mesure a toujours raison. 2 mesures qui divergent : que faire ? 3 mesures : on prend la valeur du milieu ou **médiane**. 3 valeurs nous donnent une sécurité statistique pour décider.

Signification de la tension d'eau

0 à 10 centibars : le sol est saturé.

10 à 20 centibars : le sol est ressuyé.

0 à 20 : gamme intéressante pour travail & plasticité du sol

20 à 50 centibars : confort hydrique (air et eau dans le sol)

40 centibars : déclenchement moyen en sol sableux

70 centibars : déclenchement moyen en sol limoneux

90 centibars : déclenchement moyen en sol argileux

100 - 150 centibars : le réservoir sol s'est beaucoup vidé.

Le Grapheur Excel trace la courbe des 6 sondes et leur valeur médiane. Les seuils proposés sont adaptés au tour d'eau. Le tour d'eau démarre lorsque les seuils sont atteints. La pente de la courbe indique à quelle vitesse les ennuis arrivent.

4 Niveaux techniques

- 1 Curiosité
- 2 Aide à la décision
- 3 Outil de Pilotage
- 4 Gestion de l'Irrigation

Bibliographie, diaporama, vidéo

www.tensiometrie.fr

Arbre urbain : http://www.hesge.ch/eil/publications/rhs/doc/rhs_1-2_2004/RHS_1-2_04_p24-31_chabbey.pdf

Cetiom : www.inra.fr/content/download/8431/115447/version/2/file/inra-sea-221-agronomie.pdf

Arvalis : <http://www.cemagref.fr/Informations/Actualites/colloque/sima05/deumier.pdf>

Chambre d'agriculture : <http://www.ile-de-france.chambagri.fr/publi/ic/ic21.pdf>

Chambre d'agriculture : http://www.agritarn.com/rubriques/avt_1%20irrigation%202007.pdf

Une saison d'irrigation se gagne en quelques décisions - clé :

Quand démarrer ?

Ma dose / fréquence est-elle correcte ?

Que faire s'il pleut ?

Quand lever le pied ?

6 sondes Watermark par parcelle de référence choisie en début de tour d'eau permettent de répondre chaque semaine.

Gain de rendement sécurisés par le Pilotage de l'irrigation avec Watermark sur cultures d'hiver, de printemps et d'été:

Blé : on gagne 5 à 9 qx avec 30 mm sur un Blé lorsqu'on démarre aux seuils de déclenchement IRRINOV®.

Orge de printemps : on ne perd rien en dessous des seuils de déclenchement IRRINOV®. Ensuite, on gagne 5 à 9 qx avec 30 mm sur une Orge bien menée lorsqu'elle atteint les seuils de déclenchement IRRINOV®. Pas de crainte à bien irriguer des Orges brassicoles bien menées.

Pois : on perd du rendement si on anticipe les seuils de déclenchement IRRINOV®. Ensuite, on gagne 5 à 9 qx avec 30 mm.

Maïs : on gaspille en dessous des seuils IRRINOV®.
Ensuite : + 8 à 12 qx par tour d'eau piloté aux seuils.

Pomme de Terre : on gagne 2 à 3 T de Bintje > 50 mm, si on déclenche aux seuils IRRINOV®.

Betterave , Tournesol : on ne gagne rien en dessous des seuils.

Arbre urbain

Watermark est leader pour assurer les 4 ans de garantie de reprise et grossissement d'arbres urbains transplantés

Les sondes Watermark sont implantées dans la motte ainsi qu'en éloignement dans le mélange terreux

Elles permettent le pilotage de l'arrosage urbain

1^{ère} année : confort hydrique dans la motte transplantée

2^{ème} année : + suivi de l'enracinement vers l'extérieur

suivantes : + restriction & grossissement de l'arbre

Arbre d'ornement : idem en Parc & Jardin

Génie civil

Limite d'engagement (norme SN640583)

La structure du sol est préservée si la tension ou dépression de l'eau du sol correspondant à la pression exercée par les engins



Poids total

25 T

Largeur

0.7 m

Longueur

3.5 m

Tension minimale

16 cbar

Saisir les valeurs de poids total de l'engin
longueur, largeur des chenilles

Pression au sol

0.51bar

Goutte-à-goutte : une technique pointue !



Pilotage impératif !

Calibre

Dès nouaison, le contrôle de la disponibilité en eau est primordiale pour le calibre.

Contrôle permanent du bulbe en phase de division cellulaire et de grossissement.

Qualité

Avant récolte, le contrôle de la disponibilité en eau est importante pour la qualité.

Gestion permanente du bulbe avant récolte pour augmenter le goût, la fermeté, le stockage.

Irrigation pilotée avec Watermark :

Combien ça coûte, combien ça rapporte ?

Céréales & Pois : un tour d'eau **piloté** en 2005

coûte * 60 à 65 € / ha (- 6 à 7 qx / ha)

rapporte 50 à 90 € / ha (+ 5 à 9 qx / ha)

Maïs : un tour d'eau **piloté** en 2005

coûte * 60 à 65 € / ha (- 6 à 7 qx / ha)

rapporte 80 à 130 € / ha (+ 8 à 12 qx / ha)

Pomme de Terre : un tour d'eau **piloté** en 2005

coûte * 50 à 60 € / ha (- 2 T / ha)

rapporte 60 à 70 € / ha (+ 3 T / ha) + incidence qualité

* prix de revient total = amortissement + fonctionnement

Monitor : combien ça coûte, combien ça rapporte ?

Monitor ne change pas l'investissement global

(pompage + primaire + secondaire + enrouleur en moyenne sur 50 ha)

Investissement irrigation = 1 500 € / ha sans Watermark[®]

Investissement irrigation = 1 510 € / ha avec Watermark[®]

Monitor ne change pas le temps passé

Temps passé sur Watermark : 12 à 16 h / an / exploitation
comprenant pose, relevés, graphe, dépose

Temps économisé grâce à Watermark : 1,5 tour d'eau moyen

Monitor coûte annuellement 90 à 120 € par parcelle de référence suivie en automatique par le boîtier Monitor ou 40 à 50 € par parcelle suivie manuellement.

Monitor permet de :

Faire le plein de rendement et qualité

S'adapter au climat, au fonctionnement des sols et à la durée du tour d'eau chaque année

Tirer le meilleur profit de l'eau prélevée

Avoir des données objectives face aux contraintes

Minimiser le temps - machine et la consommation d'énergie

Obtenir le prix de revient annuel le plus bas possible

Monitor R2

Les différentes solutions :

<http://www.challenge-agriculture.fr/fr/materiel/>

Monitor



. Grandes cultures

. Arboriculture

. Maraîchage

sous abri, plein champ





Sondes Watermark pré- câblées

2 paires de sondes en 6 m de fil +

1 paire de sondes en 14 m de fil.



**En arbo, ouvrir le sol en l'écartant
avec un louchet pour passer les fils.**

Ne pas remuer le sol.



Challenge Agriculture[®]

L'eau et les minéraux maîtrisés

**Démarrer la campagne
en lecture manuelle**

La pile



L'année de livraison, la pile est neuve.
Déposer la pile en fin de campagne.

Placer une nouvelle pile de 9 volts tous les ans. Quatre vis au dos du boîtier, déposer le couvercle, déconnecter doucement sans tirer les plots de pile à l'aide d'une lame.

Connecter la pile neuve. Attention de ne pas pincer les fils d'alimentation à la fermeture du couvercle.



Attention à une chaleur excessive (dans la voiture en plein été), à une humidité excessive, aux vibrations, électricité statique, etc...

Auto-test du boîtier Watermark



Pour ce test, le réglage de température sol doit être fixé d'office à 24 °C.

Pour changer le réglage de température sol : presser et tenir TEMP, et presser et tenir READ. La valeur de la température défile. On relâche lorsque la valeur souhaitée est atteinte.

Pour faire défiler dans l'autre sens, on relâche uniquement READ un court instant et on appuie de nouveau.

Auto-test : presser et tenir simultanément les touches TEST et READ.
La lecture affichée de l'autotest (pour une température - sol réglée à 24°C) doit être comprise entre 95 et 105 Cb.

Ne pas oublier de revenir au bon réglage de Température-sol .

Vérifier le câble

Vérifier le bon état visuel des fils et tester comme suit :

1) Connecter le câble avec la bague $\frac{1}{4}$ tour.

2) Les pinces croco **ne se touchent pas**.

Faire une lecture : 1^{er} clic bref sur READ éveille l'écran qui affiche - - , sans tarder 2^{ème} clic bref sur READ donne une **lecture de 199**.

3) Les pinces croco **se mordent** l'une l'autre.

Faire une lecture : 1^{er} clic bref sur READ éveille l'écran qui affiche - - , sans tarder 2^{ème} clic bref sur READ donne la **lecture de 0**.

Si un test ne passe pas; il y a un court-circuit dans le câble, qui doit être changé.

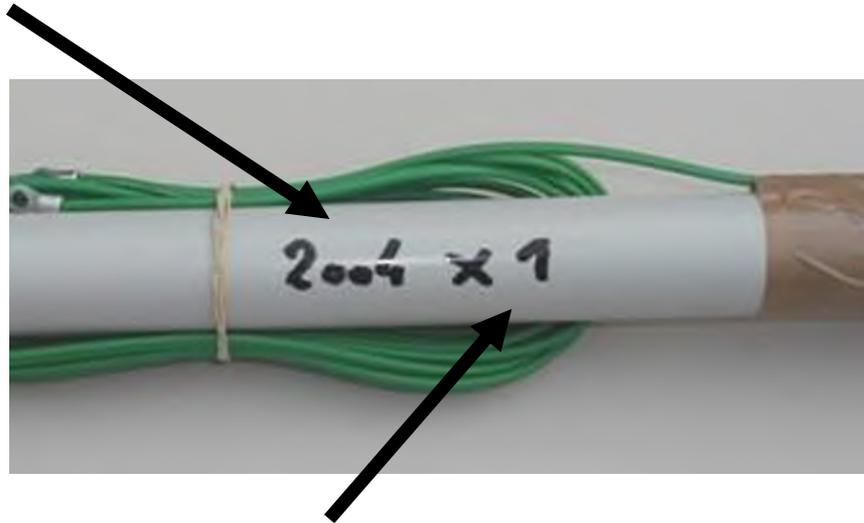


Précaution concernant le câble



Avant de ranger le boîtier dans sa pochette, déconnecter toujours le câble, pour éviter une pliure répétée qui finira par l'endommager.

Marquer sur le tube l'année de mise en service

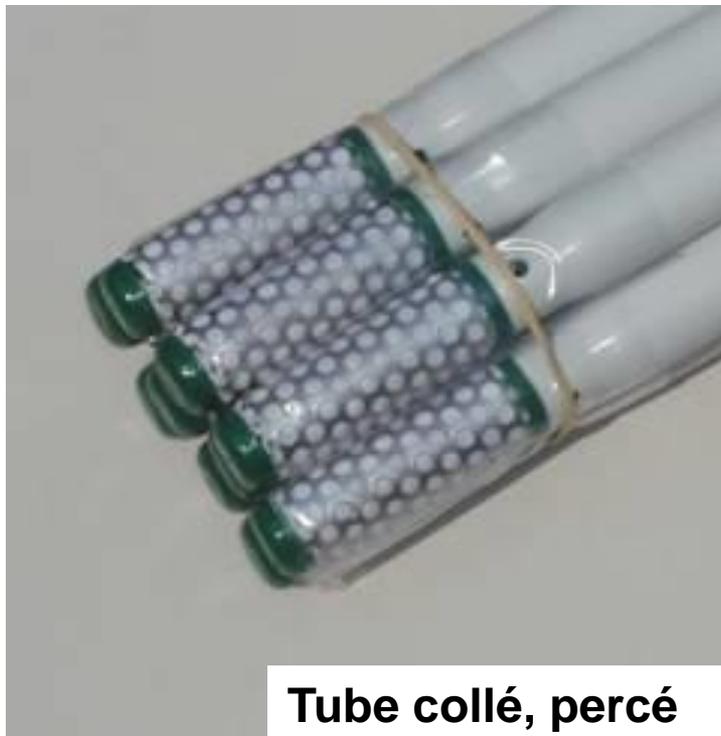


Coef correcteur de fabrication
livré avec les sondes, à marquer sur le tube.

Résultat en Cbars = mesure x coef correcteur

Sondes montées, pré-testées à protéger pendant le transport

Protéger les sondes
pour le transport



**Tube collé, percé
+ protection**

Un élastique empêche les
sondes de se frictionner.
Le retirer au dernier moment.



Coef correcteur des Sondes

Résultat en Cbars = mesure x coef correcteur

Année de fabrication	Coef correcteur
F17	1,0
F16	1.0
F13	1,0
F11	1.4
F9	1,0
F7 2007 - 2009	1.1
F5 Fin 2005 – 2006	1.2
2004-2005	1,0

Le coef correcteur de fabrication corrige la variation inter-lot, liée la variabilité de certains matériaux naturels entrant dans sa fabrication.

La variabilité intra-lot est très faible (cv = 5 %)

Précision de la mesure : la médiane des lectures de 3 sondes in situ , bien installées et corrigées de leur coef porte une incertitude de +/-15 % (tout compris : sonde, sol, mesure)

Les seuils d'irrigation tiennent compte de cette incertitude, donc inutile de les anticiper.

Remplacer les sondes

Après 6 campagnes de 3-4 mois

Après 5 campagnes de 5-6 mois

Après 4,5 années continues en culture pérenne

(du printemps de l'année 1 à l'automne de l'année 5)

Inspection

Inspecter la “peau” de la sonde. Si vous détectez des trous avec perte de matière, la sonde est perdue.

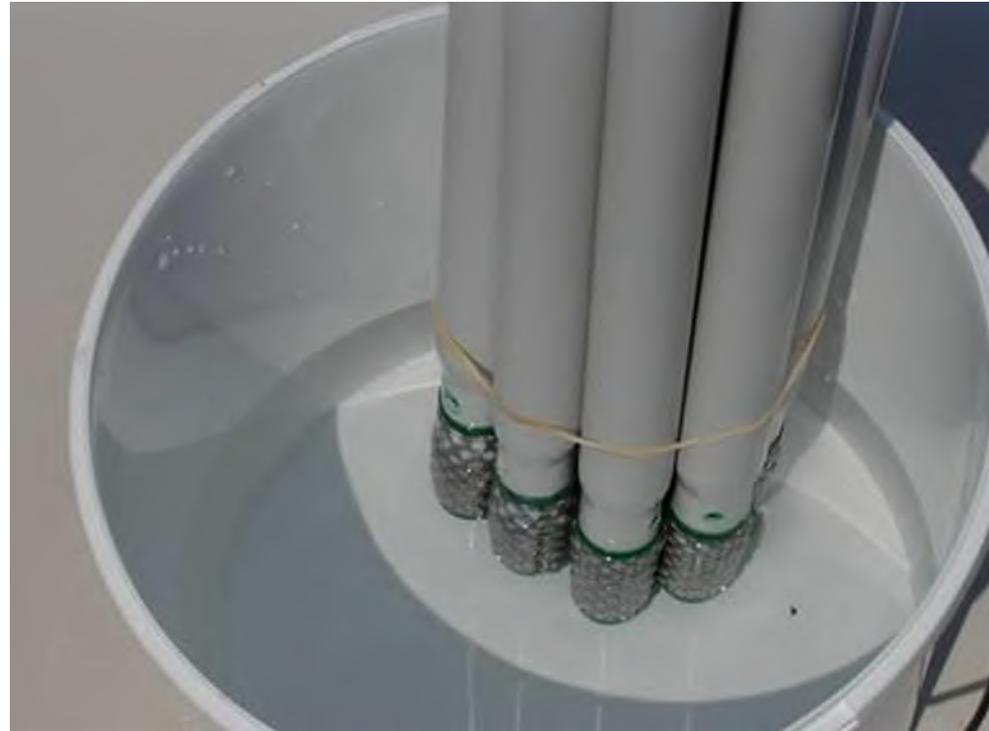
Test des sondes saturées

Une pince croco mort chaque cosse, sans se toucher.

1er clic bref sur READ éveille l'écran qui affiche - - , sans tarder 2ème clic bref sur READ donne la lecture après quelques secondes.

Une sonde saturée doit donner une valeur être comprise entre 0 et 10 cbars.
Vérifier l'âge des sondes.

- . **Stocker au sec** et à l'abri (hors saison)
- . **Saturer les sondes juste avant la pose**



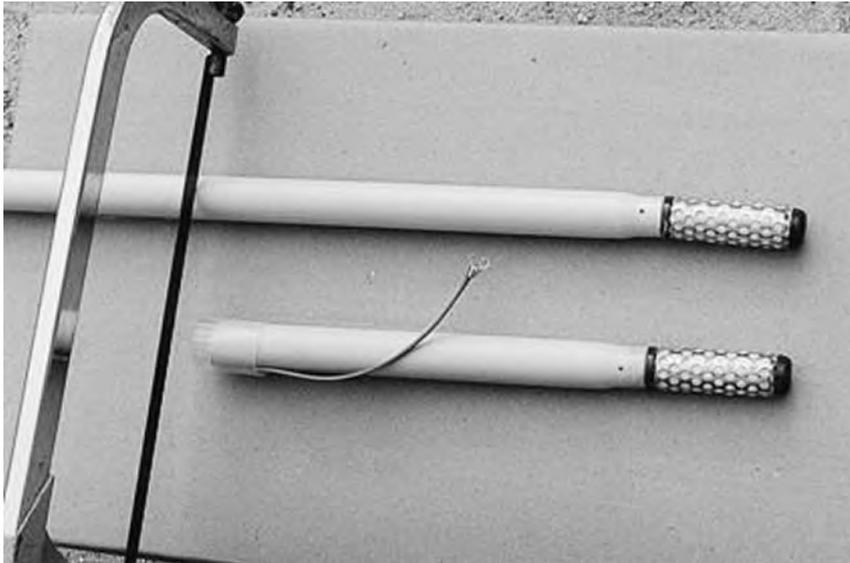
Quelques minutes dans l'eau juste avant la pose

Plonger les sondes propres pendant quelques minutes dans 6 cm d'eau. Vérifier avec le boîtier que la tension descend entre 0 et 10 Cbars.

Pas d'immersion prolongée qui accélérerait le vieillissement des sondes.

Longueur du tube PVC

La longueur standard du tube PVC est de 75 cm.
Un capuchon obture le haut du tube PVC.
Scotcher le dessus du capuchon qui se dégrade à la lumière.
L'eau ne doit pas pénétrer dans le tube.



Fermer le haut du tube pour empêcher l'eau de pénétrer.



Cultures annuelles : le tube dépasse du sol
Cultures pérennes : le tube légèrement souterrain
Le tube peut être raccourci : scier le tour **sans transpercer** pour ne pas attraper le fil, puis casser le tube d'un coup sec.



Challenge Agriculture[®]

L'eau et les minéraux maîtrisés

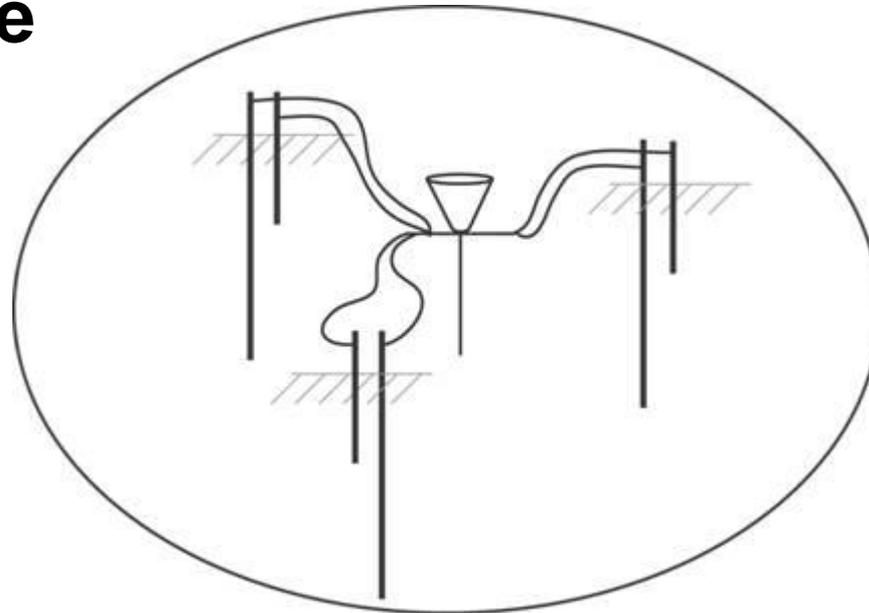
Positionner les sondes en aspersion

Aspersion sur sol profond

Parcelle ayant 1 type de sol dominant :

6 sondes Watermark (3 à 30 cm et 3 à 60 cm)

+ pluviomètre



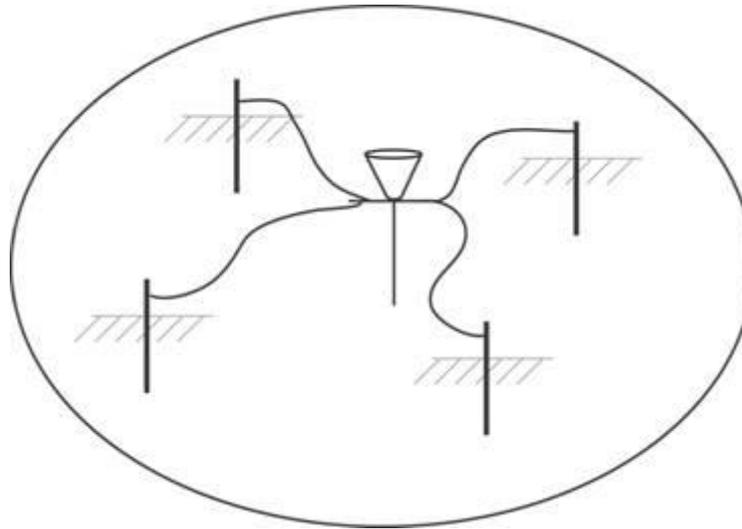
Voir Méthode IRRINOV® Blé, Orge, Pois, Maïs sur sols profonds ou moyens.
IRRINOV® conseille 3 sondes à 30 cm et 3 sondes à 60 cm + pluviomètre.
Déclenche lorsque 2 sondes sur 3 à 60 cm arrivent au seuil de profondeur
et que 2 sondes à 30 cm sur 3 ont dépassé le seuil de surface.

Aspersion sur sol superficiel

Parcelle ayant 1 type de sol dominant :

4 sondes Watermark à 30 cm

+ pluviomètre



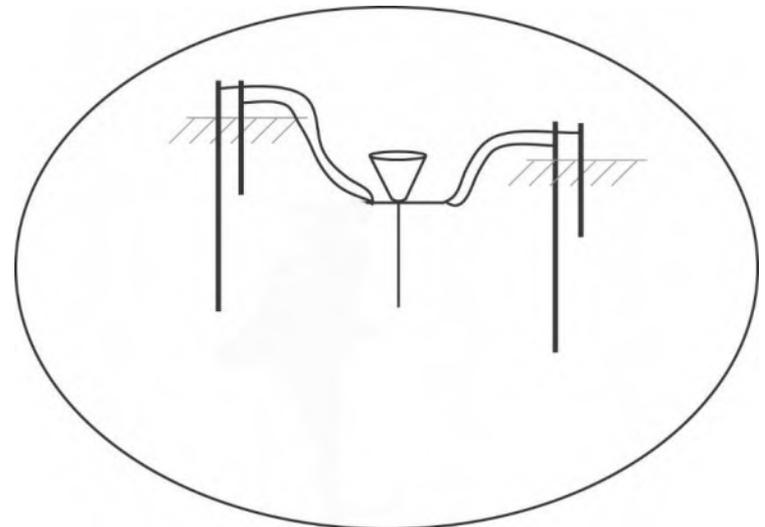
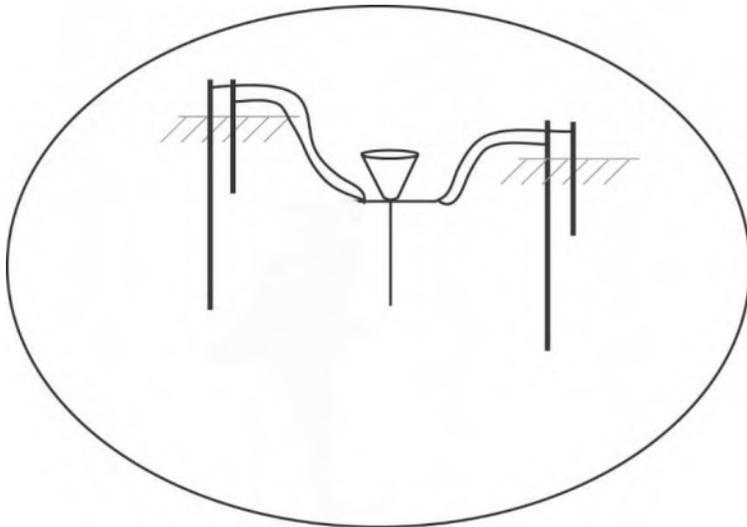
Voir Méthode **IRRINOV**® Blé, Orge, Pois, Maïs sur sols superficiels ou très caillouteux. Conseille 4 sondes à 30 cm (car impossible d'en placer à 60 cm) et déclenche lorsque 3 sondes sur 4 à 30 cm arrivent au seuil de surface.

Aspersion sur sol profond

Parcelle ayant 2 types de Sols profonds bien distincts (ou supposés bien distincts)

8 sondes Watermark = 4 sondes x 2 sites

Chaque site : 2 sondes à 30 cm + 2 sondes à 60 cm
+ pluviomètre

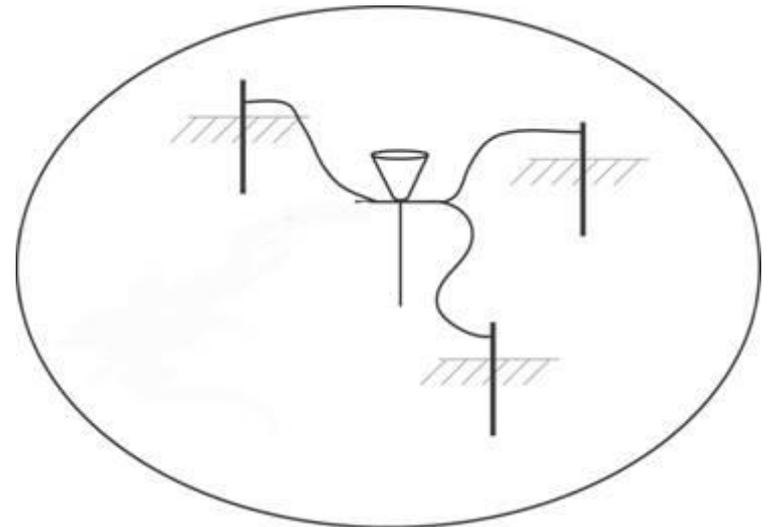
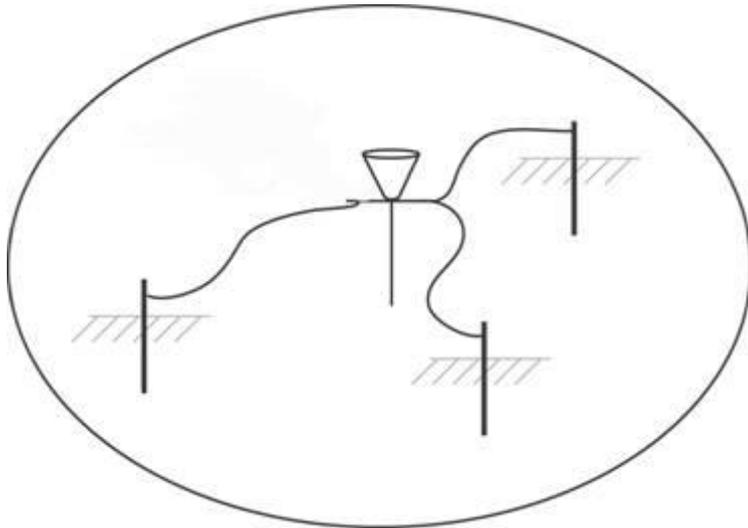


Aspersion sur sol superficiel

Parcelle ayant 2 types de sols bien distincts (ou supposés tels)

6 sondes Watermark à 30 cm : 3 sondes x 2 sites

+ pluviomètre





Challenge Agriculture[®]

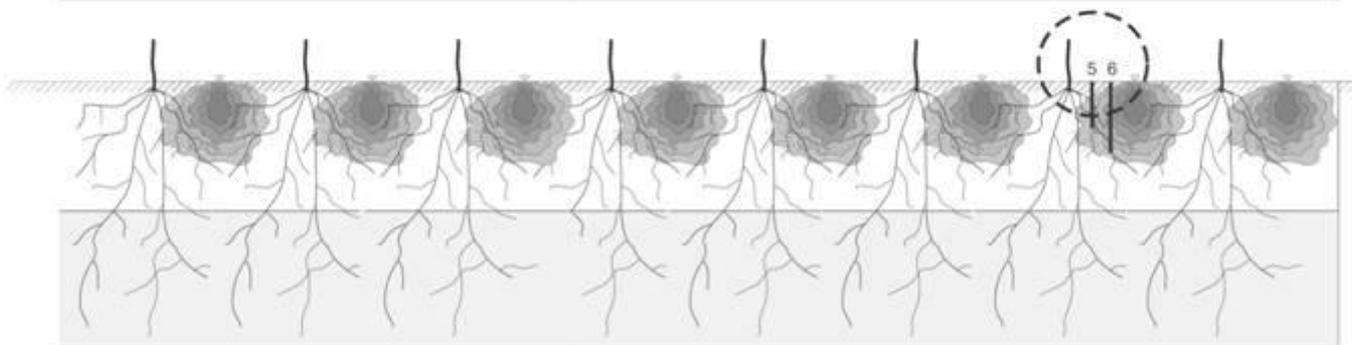
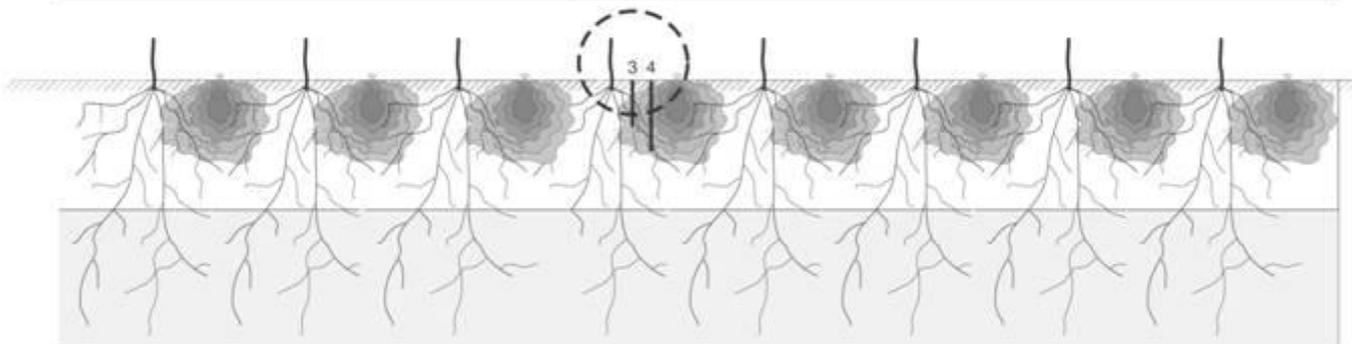
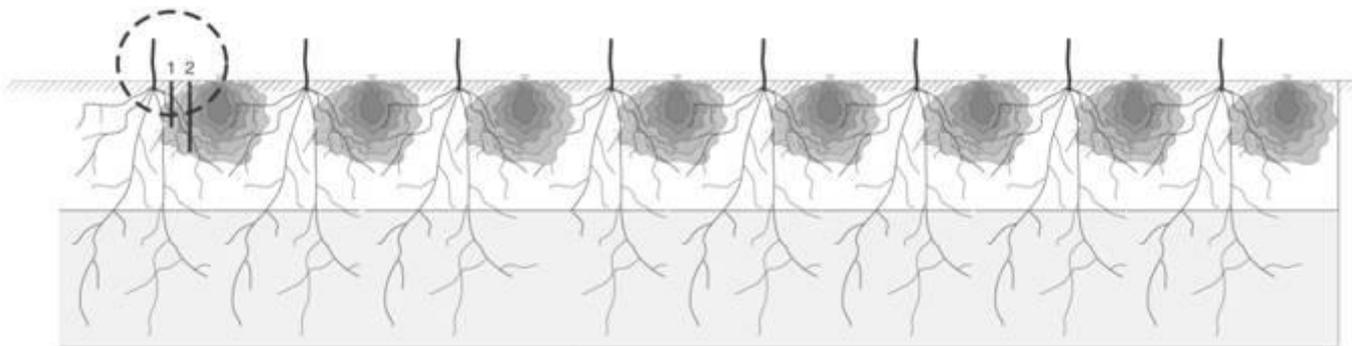
L'eau et les minéraux maîtrisés

Positionner les sondes sur goutte-à-goutte en arboriculture

**Les goutteurs distants créent
des bulbes indépendants**

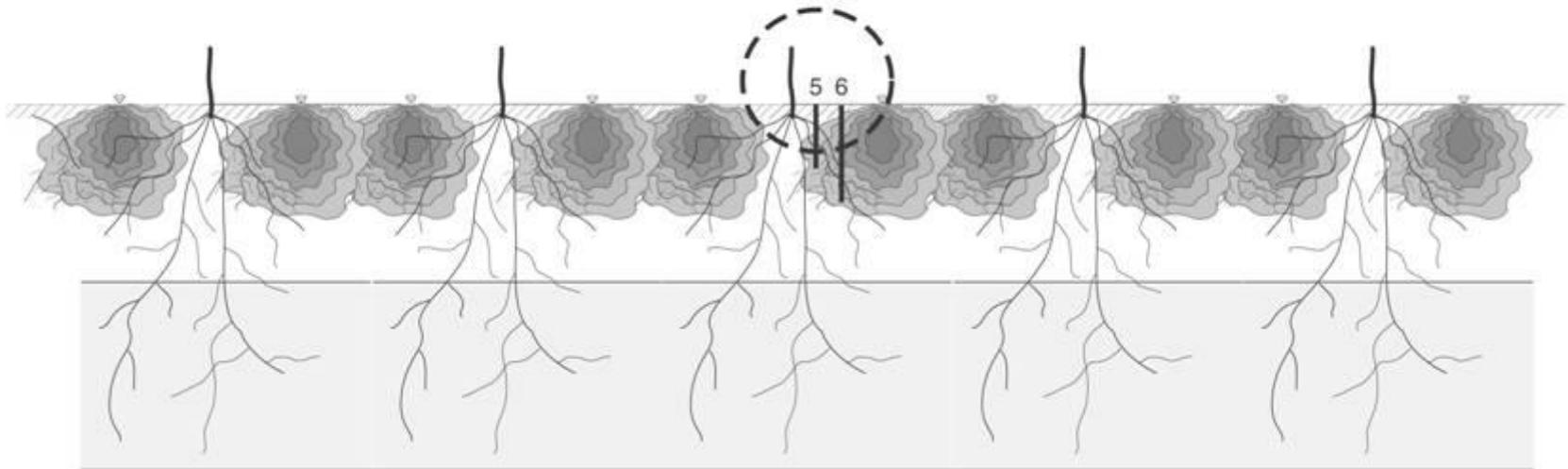
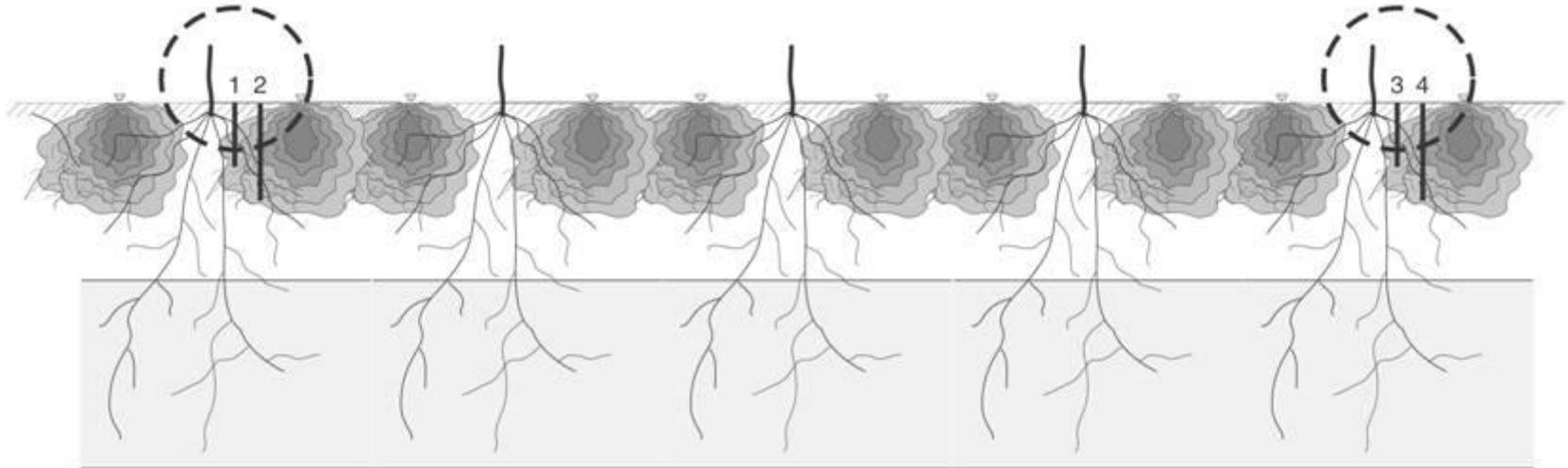
Positionnement des 6 sondes / parcelle

1 goutteur par arbre, à faible écartement



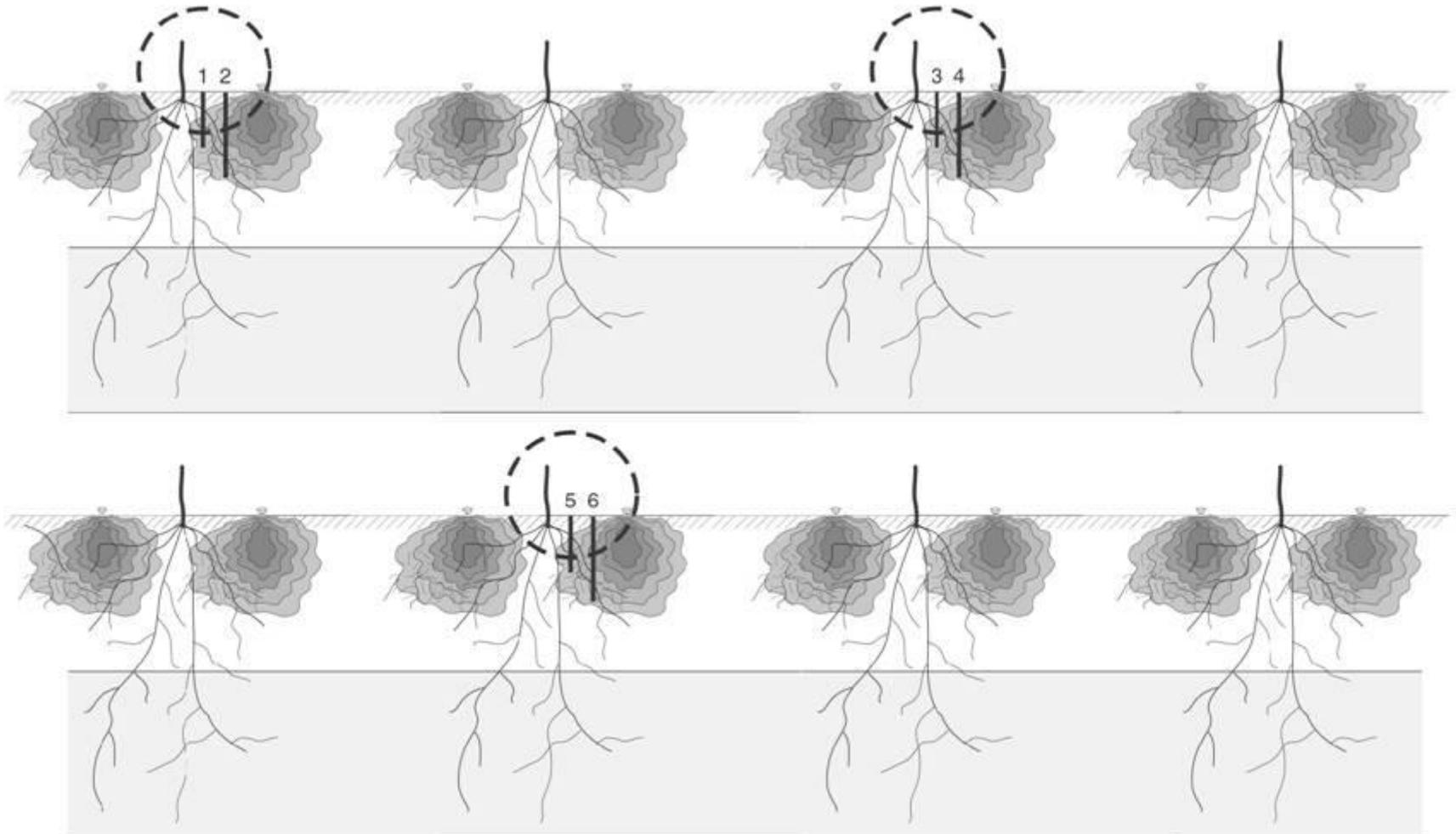
Positionnement des 6 sondes / parcelle

2 goutteurs par arbre, à faible écartement



Positionnement des 6 sondes / parcelle

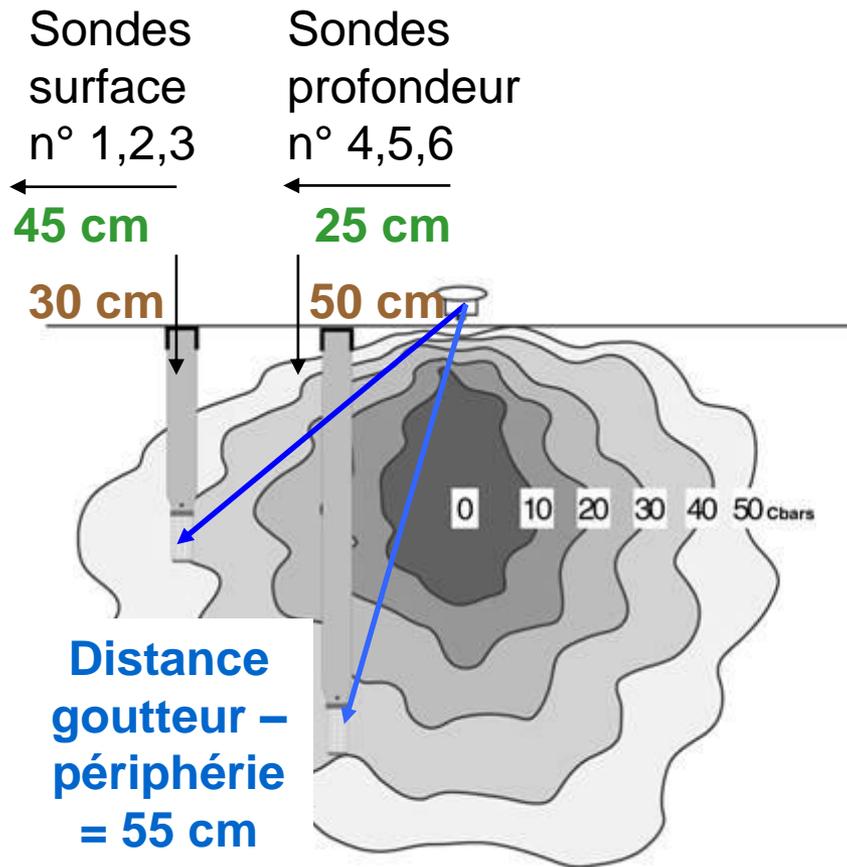
2 goutteurs par arbre, à grand écartement



<p>Sols à bonne conductivité</p> <p>Caractéristiques :</p>	<p>Sol à conductivité moyenne</p> <p>Caractéristiques :</p>	<p>Sol à conductivité médiocre</p> <p>Caractéristiques :</p>
<p>Sol rassis en place</p> <p>Sol drainant</p> <p>Sol non battant</p> <p>Pas ou peu caillouteux</p> <p>Sol bien structuré</p> <p>Sol non soufflé</p> <p>Sol ayant de bonnes remontées capillaires</p> <p>Sol qui absorbe facilement les pluies</p> <p>Sol qui favorise un enracinement profond</p>	<p>Sol à peine rappuyé</p> <p>Sol drainant lentement</p> <p>Sol à tendance battante</p> <p>Moyenne ^t caillouteux</p> <p>Sol à structure fragile</p> <p>Sol à remontées capillaires faibles</p> <p>Sol qui absorbe lentement les pluies</p> <p>Sol qui favorise un enracinement limité</p>	<p>Sol fraîchement travaillé</p> <p>Sol drainant mal</p> <p>Sol battant, fragile</p> <p>Très caillouteux</p> <p>Sol mal structuré</p> <p>Sol soufflé</p> <p>Sol sans remontées capillaires</p> <p>Sol qui absorbe mal les pluies</p> <p>Sol qui favorise un enracinement superficiel</p>

Sols à bonne conductivité hydrique

Bulbes indépendants



Fractionnement

Dose unitaire = 1,5 à 3 L par goutteur
puis Arrêt > 2x durée, etc ...

Distance goutteur – périphérie

Si l'irrigation est bien fractionnée et pilotée, ce type de sol fabrique un bulbe dont la distance goutteur - périphérie peut atteindre 80 cm

Positionnement 2 sondes x 3 bulbes

Sonde surface à 55 cm du goutteur
Sonde profondeur à 55 cm du goutteur

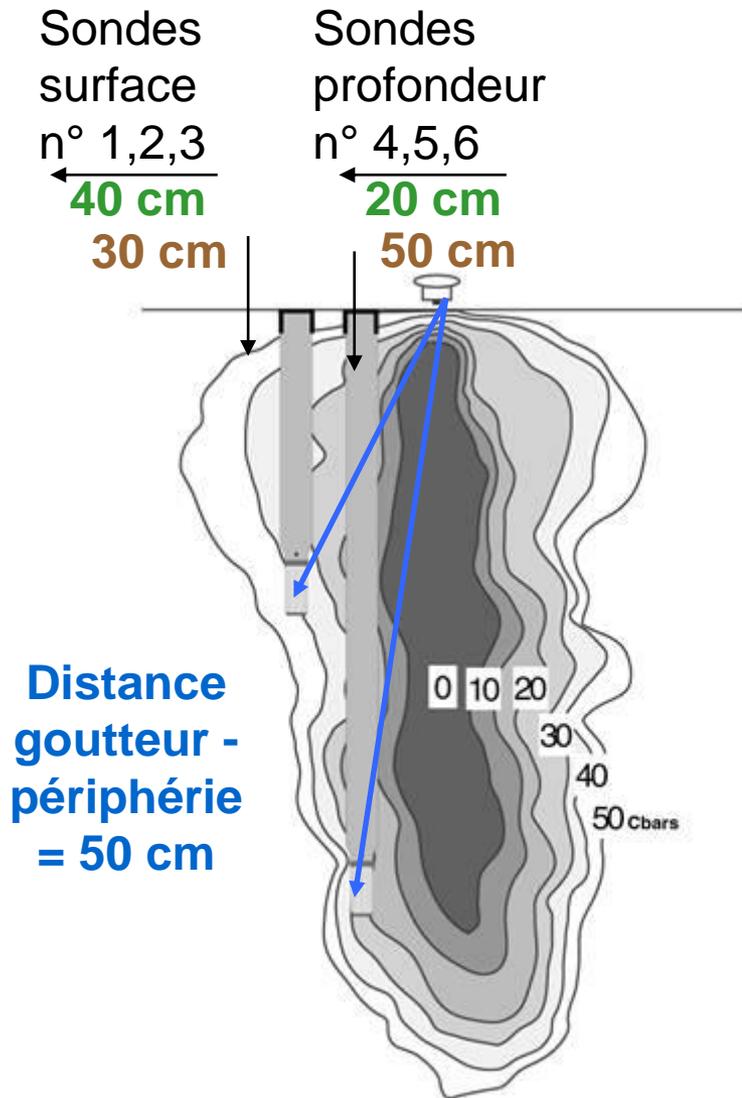
Tension médiane stable

Surface = 45 cb
Profondeur = 35 cb

(suivre Grapheur)

Sols à conductivité moyenne

Bulbes indépendants



Fractionnement

Dose unitaire = 1 à 2.5 L par goutteur
puis Arrêt > 2.5 x durée, etc ...

Distance goutteur – périphérie

Si l'irrigation est bien fractionnée et pilotée, ce type de sol fabrique un bulbe dont la distance goutteur - périphérie peut atteindre 60 cm

Positionnement 2 sondes x 3 bulbes

Sonde surface à 50 cm du goutteur
Sonde profondeur à 55 cm du goutteur

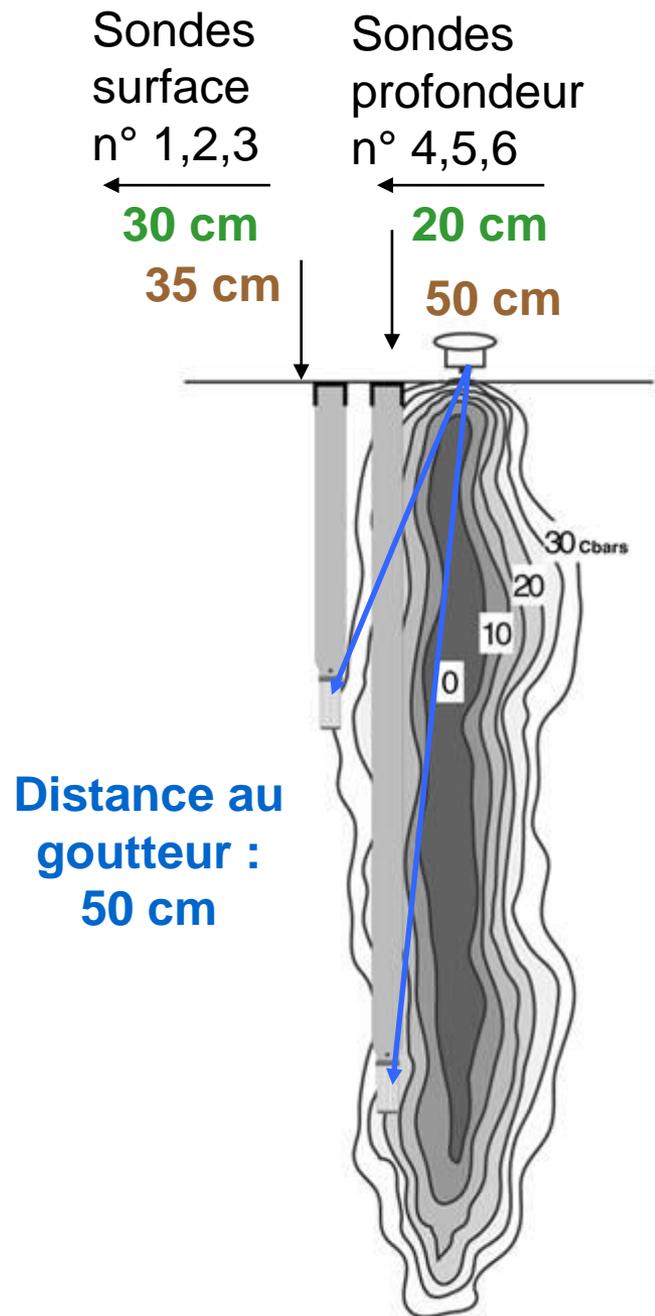
Tension médiane stable

Surface = 40 cb
Profondeur = 30 cb

(suivre Grapheur)

Sols à conductivité faible

Bulbes indépendants



Fractionnement

Dose unitaire = 0,8 à 1,2 L par goutteur
puis Arrêt > 2.5 x durée, etc ...

Distance goutteur – périphérie

Si l'irrigation est bien fractionnée et pilotée, ce type de sol fabrique un bulbe dont la distance goutteur - périphérie peut atteindre 45 cm

Positionnement 2 sondes x 3 bulbes

Sonde surface à 45 cm du goutteur
Sonde profondeur à 55 cm du goutteur

Tension médiane stable

Surface = 35 cb
Profondeur = 30 cb

(suivre Grapheur)



Challenge Agriculture[®]

L'eau et les minéraux maîtrisés

Positionner les sondes sur goutte-à-goutte en maraîchage

La gaine crée une veine humide

Maraîchage

une veine humide

La distance entre gaine goutte-à-goutte et ligne de plantes est souvent réduite à 20-25 cm seulement.

La veine humide doit être de section modeste pour éviter l'asphyxie.

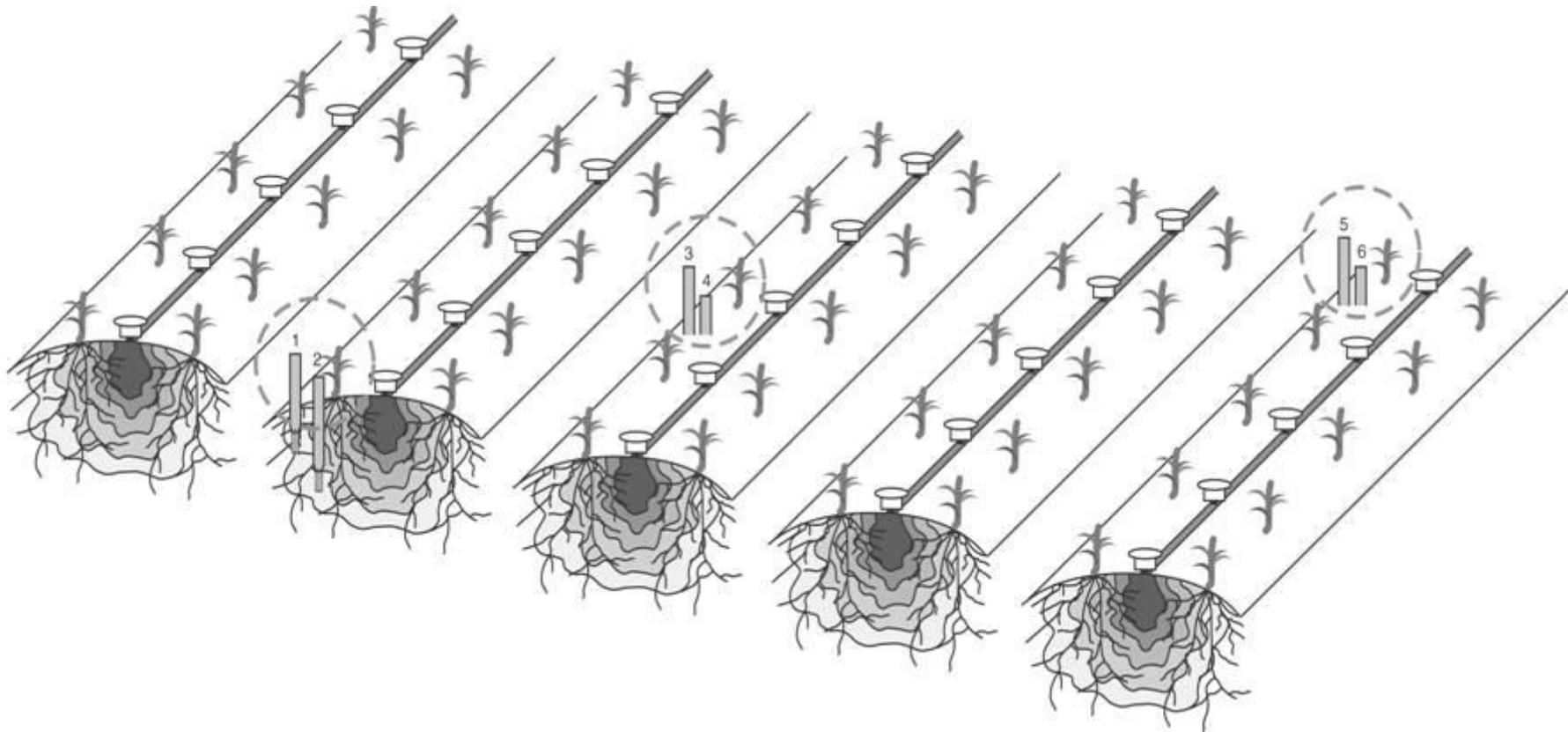
La tension mesurée sur la ligne de plantes doit rester stable :

Tension stable = 20 à 30 cb à 15 cm de profondeur

Tension stable = 15 à 25 cb à 30 cm de profondeur

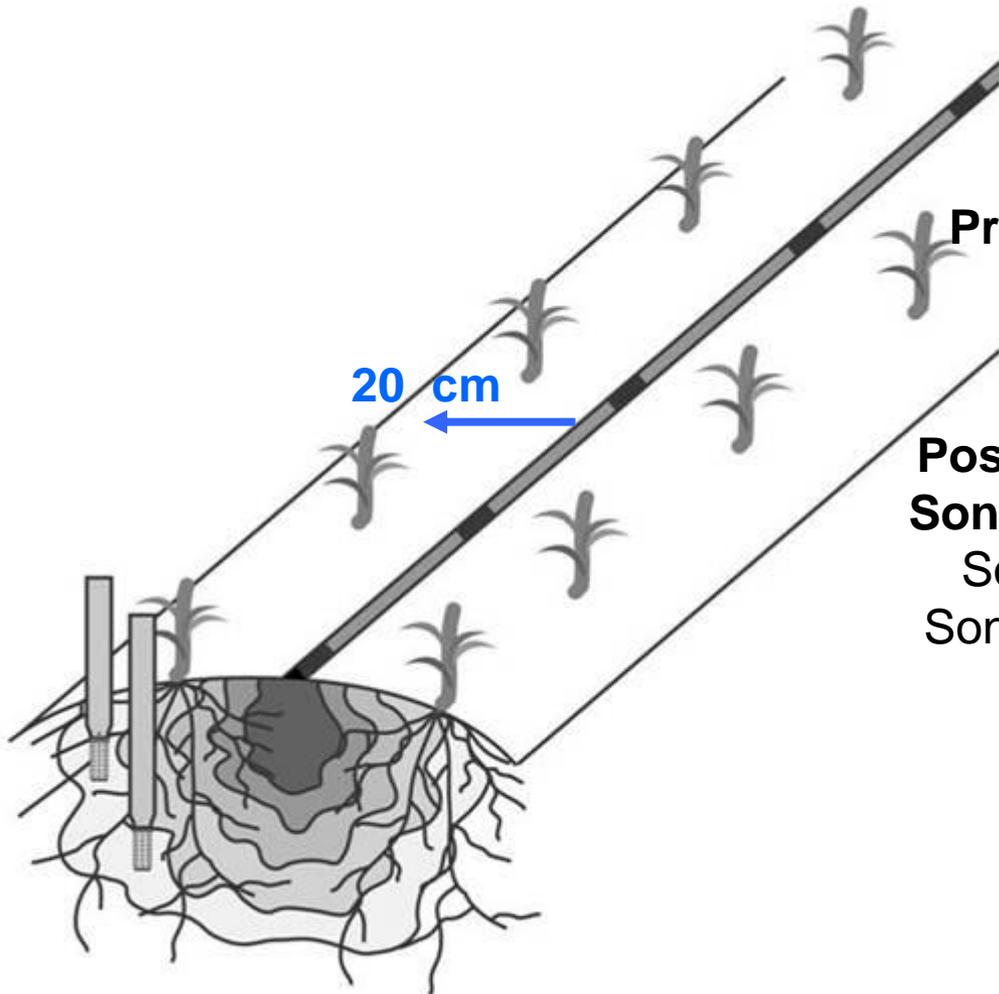
Positionnement de 6 sondes / parcelle

2 sondes sur 3 bulbes



Légume feuille : Fraise, Salade

1 gaine goutte-à-goutte pour 2 rangs
Distance gaine / ligne plantes = 20 à 25 cm



Programmation du Fractionnement

Irrigation = 0,7 à 1 L par goutteur
puis Arrêt > 2 x durée, etc...

Positionnement : 2 sondes X 3 bulbes

Sondes placées sur la ligne de plantes

Sonde surface à 50 % enracinement

Sonde profondeur à 80 % enracinement

Tension médiane stable

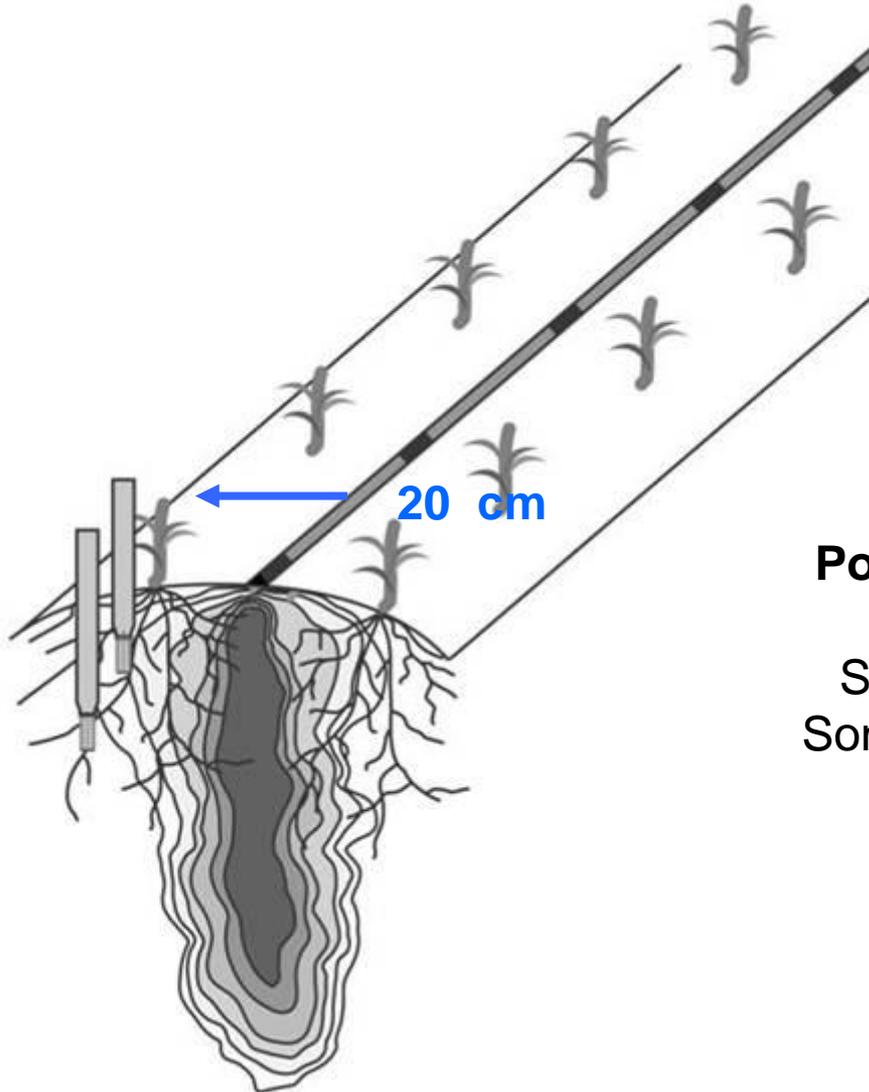
= 25 cb en surface

= 20 cb en profondeur

(suivre le Grapheur)

Légume feuille : Fraise, Salade

1 gaine goutte-à-goutte pour 2 rangs
Distance gaine / ligne plantes = 20 à 25 cm



**Même contexte mais
Fractionnement moins bon**

**Positionnement 2 sondes x 3 bulbes
sur la ligne de plantes**

Sonde surface à 50 % enracinement

Sonde profondeur à 80 % enracinement

Tension médiane stable

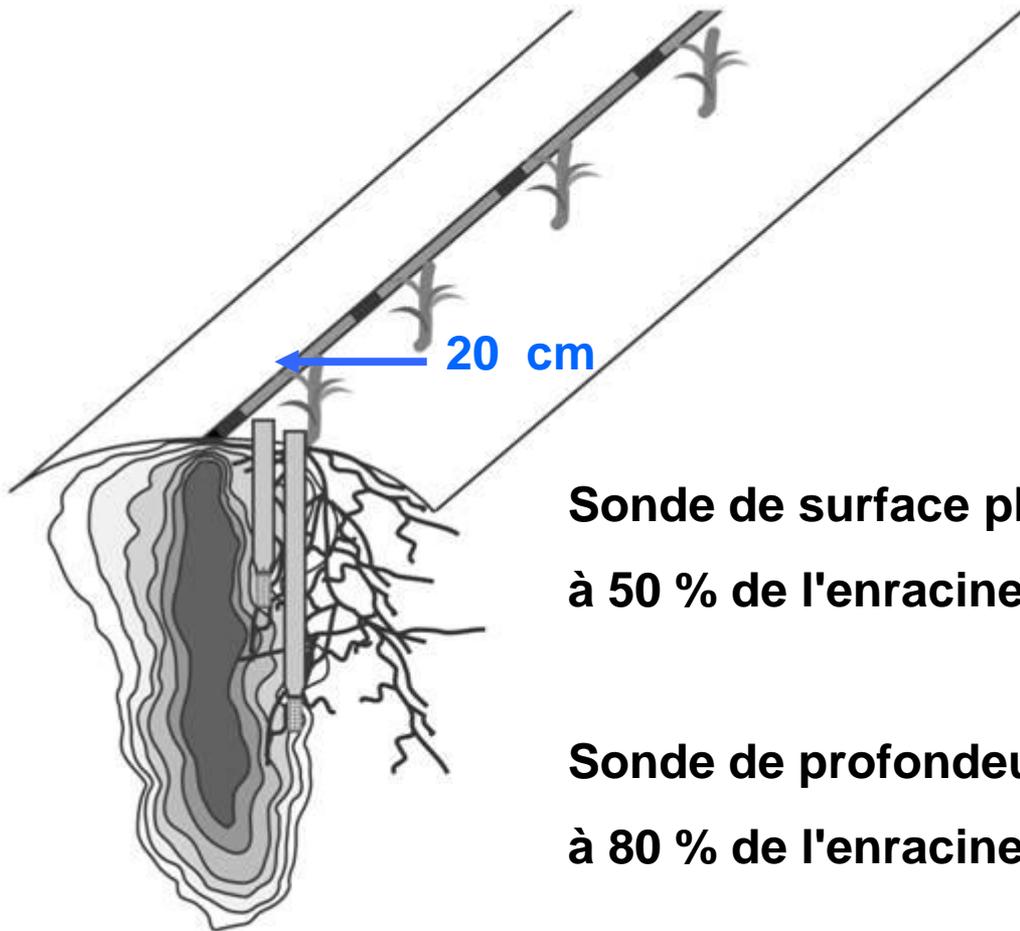
= 25 cb en surface

= 20 cb en profondeur

(suivre le Grapheur)

Légume fruit : Tomate, Concombre, Aubergine, Courgette, Melon, Piment..

1 gaine goutte-à-goutte par rang
Distance gaine / ligne plantes = 20 à 25 cm



**Sonde de surface placée sur la ligne de plants
à 50 % de l'enracinement . Ex = 25 cm de profondeur**

**Sonde de profondeur placée sur la ligne de plants
à 80 % de l'enracinement. Ex = 45 cm de profondeur**



Challenge Agriculture[®]

L'eau et les minéraux maîtrisés

Installer les sondes

Quelles parcelles de céréales ?

On choisit les cultures dominantes sur les sols dominants.
Eviter de choisir des sols extrêmes. Les cultures se trouvent souvent en compétition pour l'irrigation.

Suivre avec soin quelques parcelles de référence, plutôt que de se disperser sur de nombreux sites.

Chaque parcelle de référence est équipée de
6 sondes (3 paires) en sol profond
4 sondes en sol très superficiel
et d'un pluviomètre
placés en début de tour d'eau

Sur une exploitation, on installe classiquement 12 à 24 sondes, câblées sur Monitor automatique ou lues en manuel.

Profil - Enracinement

Observer les différents horizons grâce à une tarière agronomique (voir Challenge Agriculture).

S'il n'y a pas d'obstacle, l'enracinement atteindra sa profondeur maximale. Le meilleur atout de l'irriguant est un enracinement puissant et profond. La meilleure irrigation est celle qu'on ne fait pas. En culture pérenne, on observera le profil racinaire.

Sinon, la profondeur d'enracinement sera réduite par un obstacle :

- physique : horizon difficile, tassement, lissage
- hydrique : hydromorphie, excès d'irrigation précoce
- chimique éventuellement.

Observer la vitesse d'absorption

Un sol bien structuré peut boire 80 mm / heure.

Un sol déstructuré peut voir son absorption chuter à 2 mm / heure.

Un enrouleur délivre 20 mm / heure.

Quelle est la vitesse d'absorption du sol ?

Quand installer ? Le plus tôt possible

Le secret = implanter les sondes le plus tôt possible, sur sol ressuyé.

Cultures d'hiver : Blé tendre, Blé dur : **en sortie d'hiver**.

Cultures de printemps : Pois, Orge de printemps : **dès la levée**.

Cultures d'été : Maïs, Pomme de Terre : **dès la levée** ou juste après binage.

Cultures pérennes : Arboriculture ... : **avant débourrement** (année1)

Les sondes restent en place jusqu'à l'automne de l'année 5.



à la levée des
pommes de terre

Bien placer les sondes :

- . Positionnement différent si la parcelle possède :
 - 1 type de sol dominant, profondeur de sol moyenne
 - 2 types de sols nettement différents
- . Les Principes de base sont :
 - . Première position d'irrigation
 - . Dose d'irrigation moyenne à cet endroit
 - . Zone de peuplement moyen
 - . Eviter tassements, passages de roue
 - . Ne pas piétiner près des sondes, grâce aux 3 m de fil

Canon enrouleur :

Maïs : remonter le 1^{er} passage d'enrouleur au moins sur 60 m puis 20 m à la perpendiculaire vers le 2^{ème} passage.

Céréales , Pomme de Terre : remonter sur 60 m le passage de pulvé adjacent au passage d'enrouleur.

Sprinkler : 1/3 de la diagonale entre 2 sprinklers.

Microjet : 1/3 à 2/3 de la portée, la pluviométrie doit être moyenne.

Pivot et rampe : éviter les premières et dernières travées.

Se tenir à plus de 20 m de l'angle non irrigué, si le pivot ne fait pas le tour complet.

Gravitaire (raie et calan) : à 1/8 et à 7/8 de la longueur.

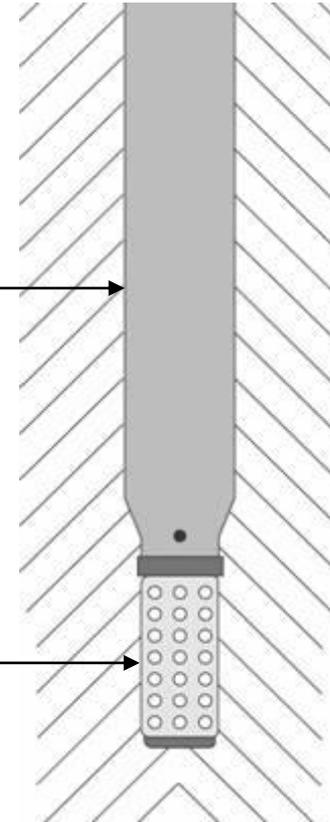
Goutte-à-goutte : on raisonne en distance au goutteur (voir chapitre Goutte-à-goutte)

Pose des sondes

un contact parfait est impératif

DIAMETRE DU TUBE PVC = 25 mm

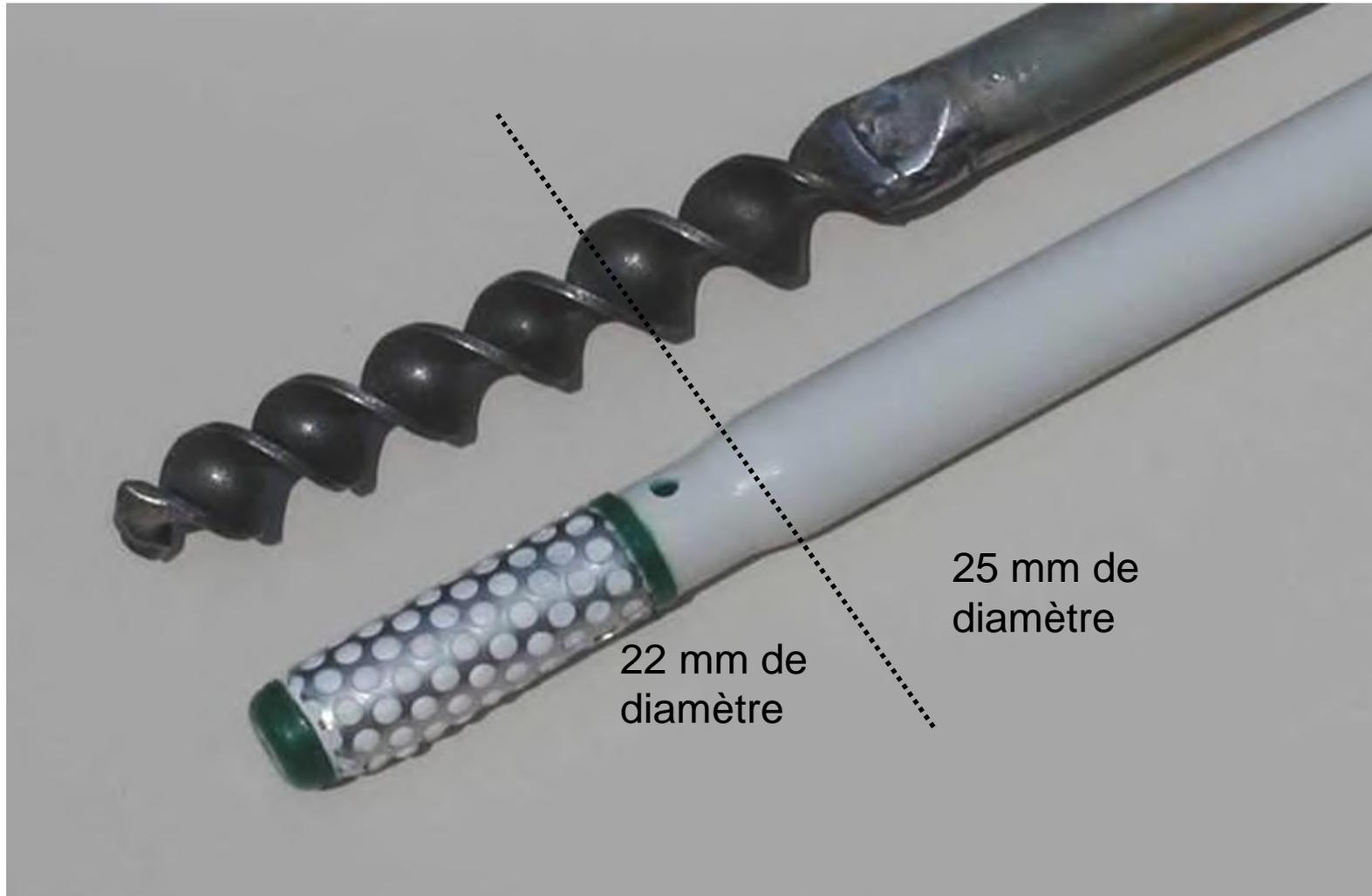
DIAMETRE DE LA SONDE = 22 mm



POURQUOI CE DOUBLE DIAMETRE ?

Pour éviter de détériorer la sonde à la descente ou à la remontée.
Par contre, elle se loge parfaitement au fond, ce qui est impératif.

Sols sans cailloux : la spirale 25 / 22 mm



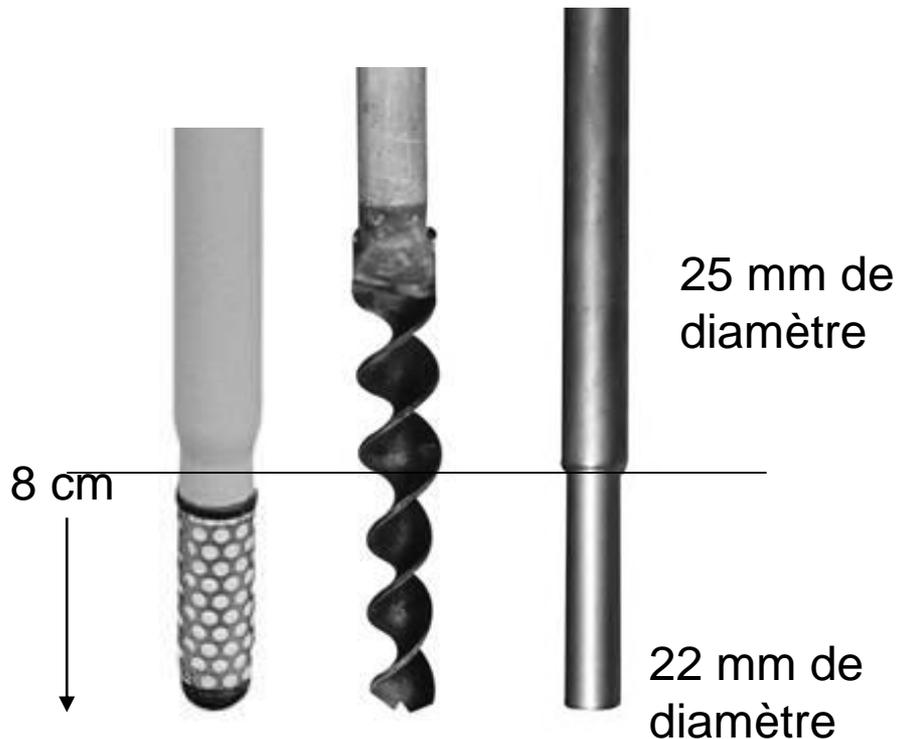
Spirale de pose spéciale, double diamètre 25 / 22 mm identique au double diamètre de la sonde.

Diamètre du pré-trou

La **Tarière spirale** est l'outil exclusif de mise en place.

Au fond, le diamètre = 22 mm (sur 8 cm), puis 25 mm jusqu'à la surface. Surtout pas de pré-trou plus large que la sonde. Surtout, ne pas perturber la structure du sol.

Repérer la profondeur souhaitée d'un trait sur la spirale et sur le PVC de la sonde.
Remonter tous les 15 cm pour vider les spires de la tarière. Une fois la profondeur atteinte, on remonte doucement sans tourner, pour ne pas lisser. On repasse une fois à vide pour parfaire l'évacuation des débris de terre.



Sols caillouteux

1) On repère la profondeur exacte et on cogne à la masse sur :

- **une pointerole** (voir Challenge) ou un
- **outil "fait maison"** : rond de 25 mm tourné au bout à 22 mm sur 8 cm.

2) Ensuite, on repasse la tarière spirale, pour parfaire le pré-trou.

Sols difficiles ou gros chantiers : le perforateur



Perforateur sur batterie pour des sols peu caillouteux.

Perforateur sur groupe électrogène pour les sols caillouteux (groies).

Nous consulter pour des conseils, notamment pour les mèches de 25 mm.

Permet de gagner du temps.

Repasser la spirale pour parfaire le pré-trou avant la pose.

Pas d'eau ni de boue dans le pré-trou



car ceci glace et dégrade la structure.
On veut garder le sol intact autour de la sonde, afin de ne pas contrarier l'équilibrage des tensions.

Praliner éventuellement la sonde avec de la boue.

Descendre doucement la sonde sans jamais forcer.
Ne pas tourner.

Pas de sensation de flottement.

On doit sentir la sonde serrer et talonner au fond si les diamètres sont respectés.



Refermer le sol avec les pouces autour du tube.

Les sondes sont équipées de 3 m de fil, ce qui permet de les lire à distance, sans piétiner autour.

Mesure de la température du sol

Il est souhaitable de connaître la température de travail de la sonde, car le boîtier WATERMARK possède une compensation de température.

Pour prendre la température du sol, on utilise un tube métal fermé au bout, enfoncé à la masse dans le sol. Quelques centimètres d'huile végétale au fond. Le thermomètre pend au bout d'une ficelle.

Les températures moyennes par défaut sont de l'ordre de:

8-9°C en mars
10-12°C en avril
13-15°C en mai
16-17°C en juin ceci à 30 cm de profondeur.

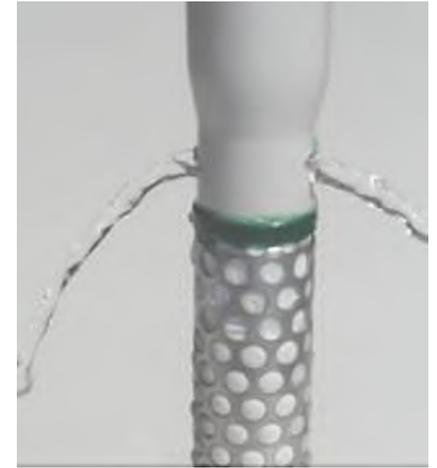
Dépose en fin de saison



Retirer le capuchon



Remplir le tube à ras bord.
Verser de l'eau également
autour de la sonde.



L'eau diffuse dans le sol
autour de la sonde



Déposer les sondes profondes percées, à l'aide d'un tournevis **sans jamais tourner ni forcer**.
Les sondes superficielles sortent aisément en général.
Lover le fil de chaque sonde sur son tube à l'aide de 2 élastiques, une après l'autre pour éviter les nœuds.

Éviter tout frottement entre sondes pendant le transport.

Nettoyer au jet très léger. Stocker au sec à l'abri de la poussière et de la graisse dans un local abrité.

Monitor : dépose en fin de saison

Attention : une sonde à la fois pour ne pas faire de noeud !

Bobiner les 6 ou 12 m de fil en ramenant chaque sonde à la caisse de stockage placée à côté du Monitor. Plaquer la bobine de fil avec 2 élastiques contre le tube. Replacer le capuchon.

Laisser tremper la sonde quelques secondes dans le Jerrican pour dissoudre la terre, simplement le temps de déposer la sonde suivante, avant de la ranger, fil lové, dans la caisse de stockage.

Ainsi de suite pour la sonde de température et les 6 sondes Watermark.

Les sondes restent connectées à leur prise rapide bien entendu.

Enfin déposer le Monitor de son piquet. Le tout dans la caisse.

Pour finir, déposer le tube PVC support du Monitor.





Challenge Agriculture[®]

L'eau et les minéraux maîtrisés

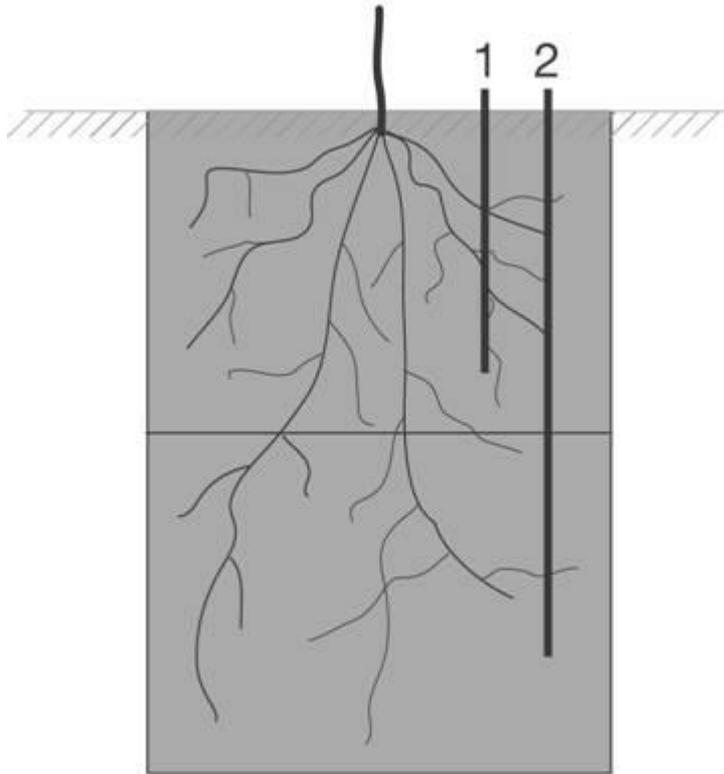
Grapheur en ligne depuis 2014 sur :

www.challenge-agriculture.com

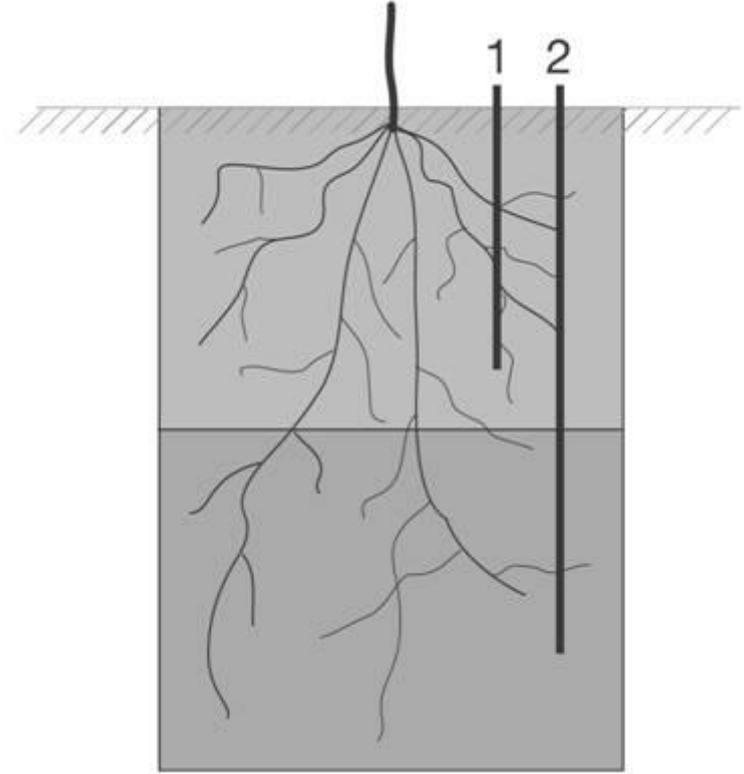
**a remplacé le logiciel Grapheur d'aide à la décision
sous Excel (2003-2013)**

pour l'irrigation par Aspersion & Goutte-à-goutte

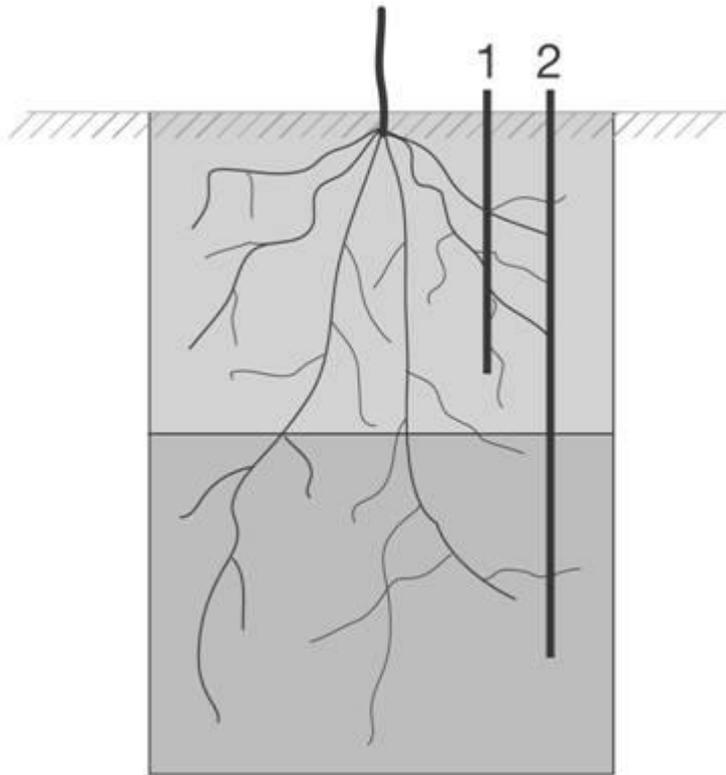
Pilotage en aspersion



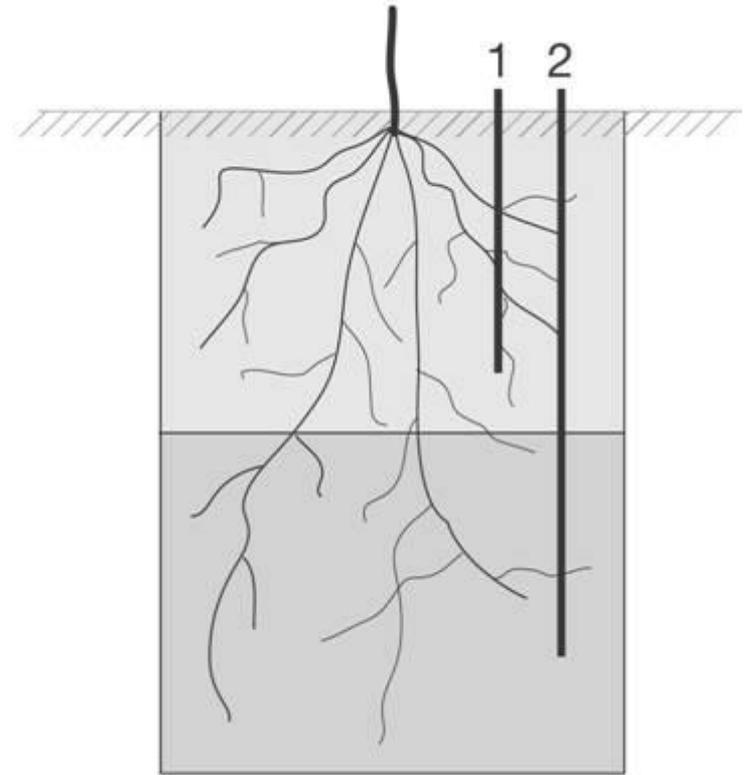
L'émission des jeunes racines permet de devancer l'augmentation de consommation.



Les racines progressent et trouvent toujours l'eau facilement disponible.



L'horizon intérieur fournit
encore sans problème.
Pas d'irrigation ou demi dose.



Le profil est bien exploité.
Les tensions de déclenchement
sont atteintes. Irrigation.

Pilotage du goutte-à-goutte (utiliser le Grapheur Excel)

Exemple du démarrage du Goutte-à-goutte

**Goutteurs distants
Bulbes indépendants**

**On ne crée pas un bulbe dans un sol sec.
Au contraire, le bulbe est une zone qu'on maintient
humide, alors que le reste du sol sèche.**

L'enjeu du Pilotage goutte-à-goutte sur Pommier :

un calibre supérieur

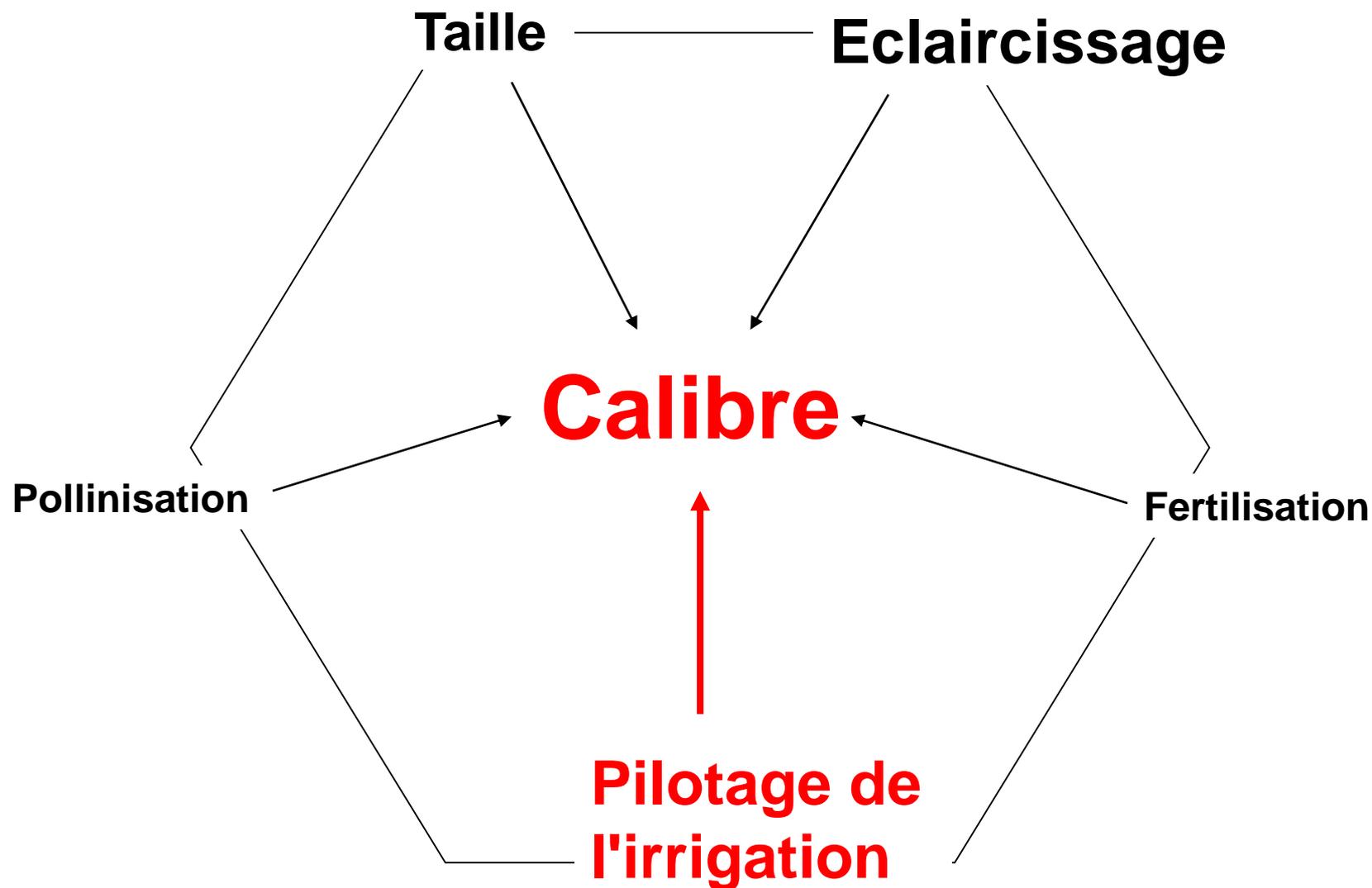
un rendement supérieur

une nette économie d'eau

un arbre en meilleure santé

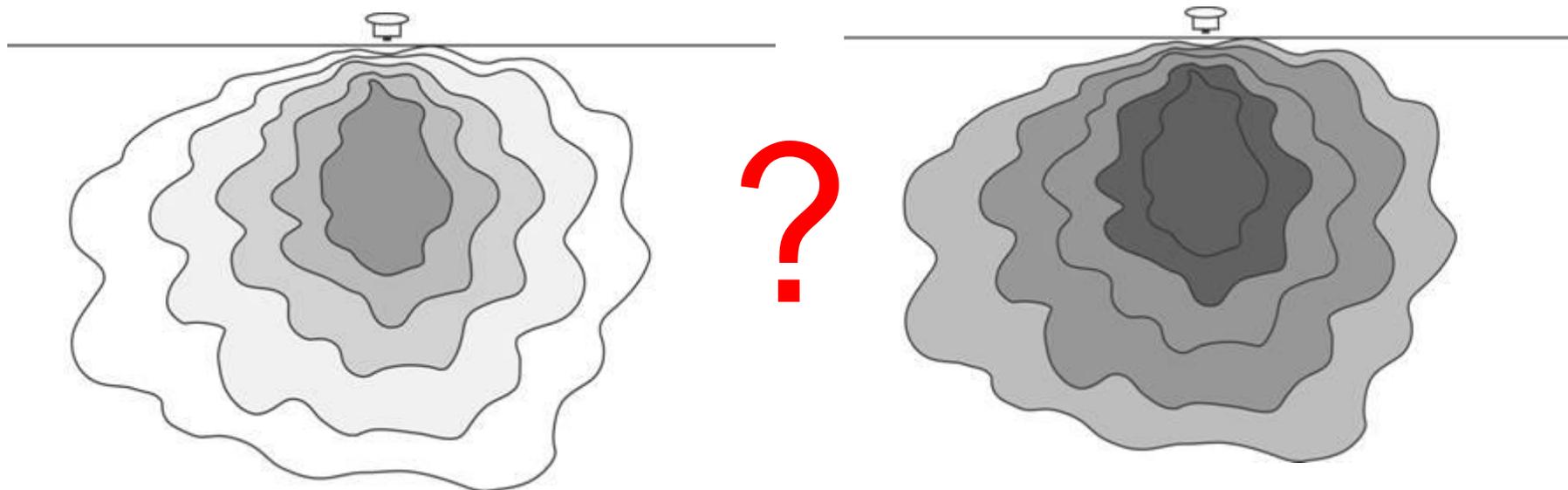
**Pas acceptable de perdre un calibre
à cause d'une irrigation pifométrique sur des
vergers correctement taillés et éclaircis !**

Voir en annexe le compte rendu Chambres d'Agriculture 17 et 82



Un protocole très précis pour quantifier le " Résultat calibre " est proposé

Monitor surveille le bulbe goutte-à-goutte en permanence



Monitor enregistre automatiquement les sondes Watermark chaque jour à 6h, 10h, 14h, 18h, 22h, 2h

Le transfert sur ordinateur s'effectue 1 fois par semaine.

A tout moment, possibilité de lecture instantanée du Monitor au verger

Nous installons Monitor



en poste fixe



dans votre verger

Monitor est installé "Clé en main "

La prestation comprend :

- . Zonage du verger**
- . Organisation de la pose avec votre personnel**
1h30 de main d'œuvre par poste
- . Mise en place du Pilotage de l'irrigation**
- . Mise en place du module "Résultat calibre"**

Une saison d'irrigation se gagne sur quelques décisions - clé :

Quand démarrer ?

Ma dose / fréquence est-elle en phase ?

Que faire s'il pleut ?

Quand lever le pied ?

En tenant compte de 3 – 4 périodes physiologiques différentes propres à chaque espèce fruitière

Monitor Watermark indique

Quand et Combien irriguer

en temps réel sur l'exploitation.

Pilotage parfait de l'irrigation

Objectif ?

Former et maintenir le bulbe pendant 20 semaines

Comment ?

Monitor enregistre 6 sondes en continu

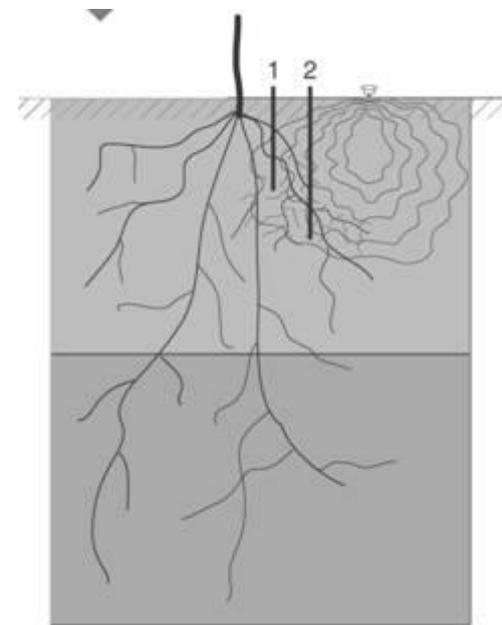
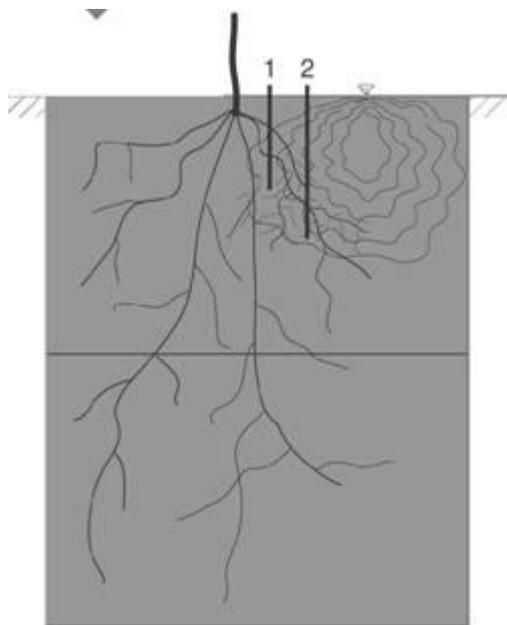
On prend 20 décisions par saison (1 par semaine)

Combien ?

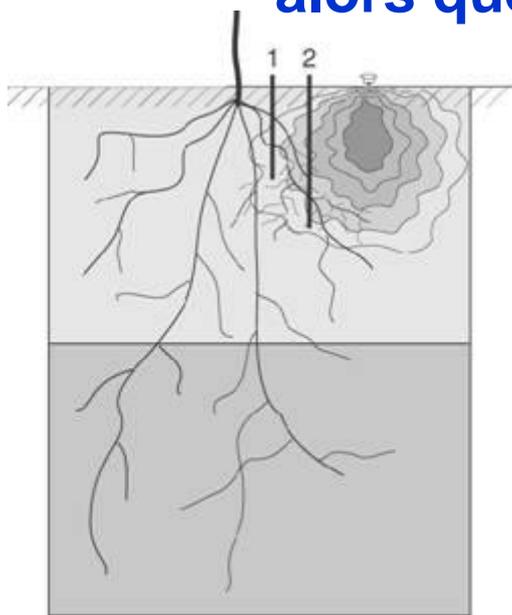
Une dose unitaire par goutteur ajustée autour de **2 L maximum** en arbo (1 **L maximum** en maraîchage)

Quand ?

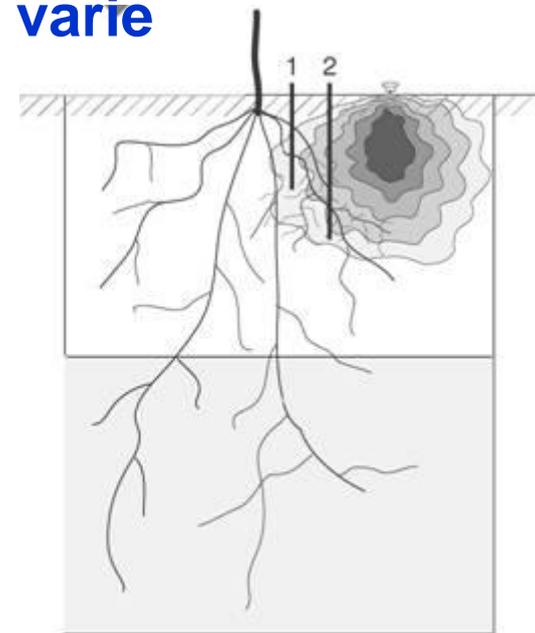
On **adapte la fréquence** chaque semaine

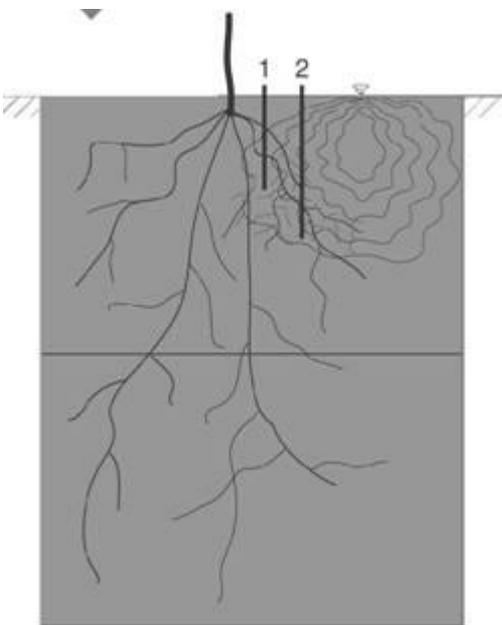


**Le bulbe est la seule zone à tension constante
alors que le reste du sol varie**

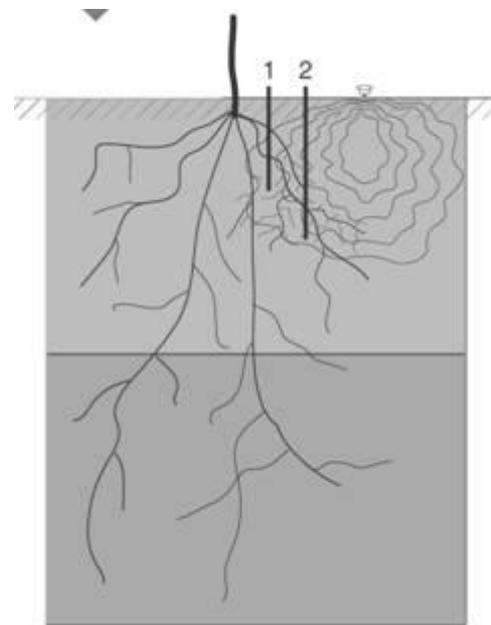


**voir annexe
Tensiométrie**



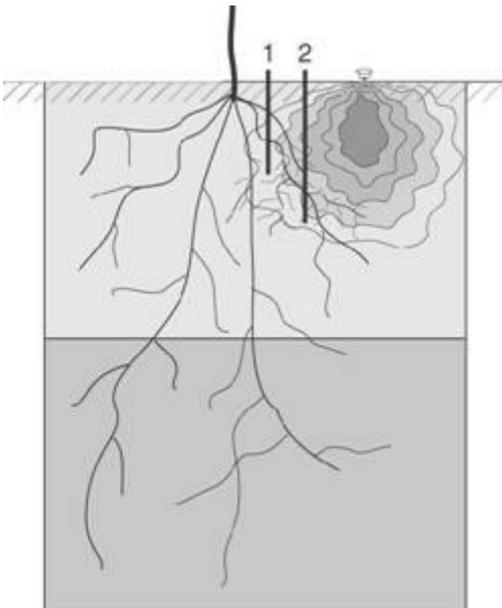


1) L'eau est disponible uniformément dans le sol.
Pas d'irrigation

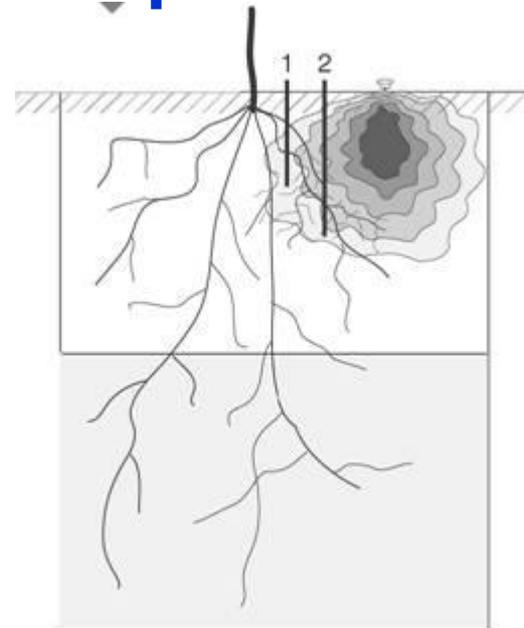


2) La tension augmente en surface sans dépasser le seuil.
On vérifie l'installation

Former et maintenir le bulbe pendant 20 semaines

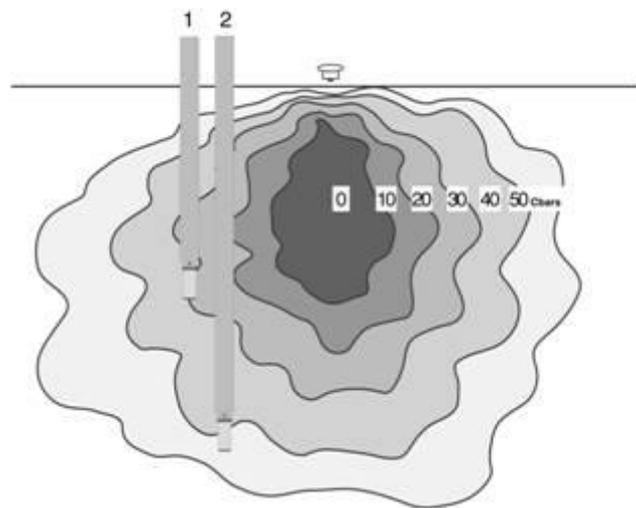


3) On amorce doucement le bulbe :
1ère semaine :
1 à 2 doses de 2 L / goutteur en arbo



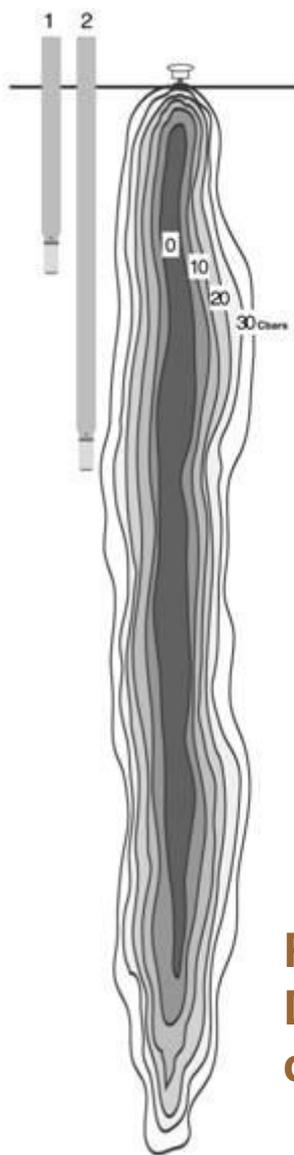
4) Le bulbe a pris le relais.
On adapte la fréquence :
1 décision par semaine

Apports = 2 litres en arboriculture

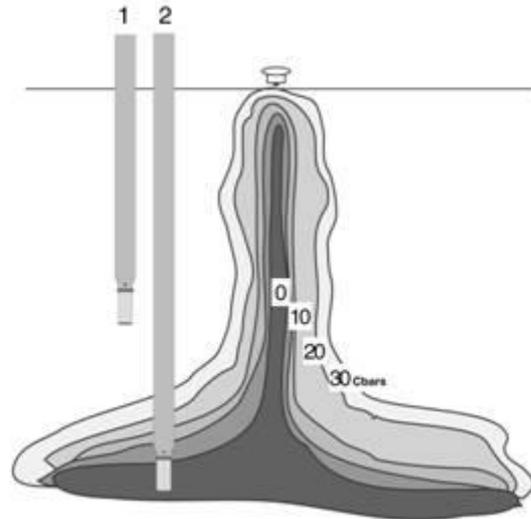


La dose unitaire n'excède pas
2 L par goutteur en arbo
1 L en maraîchage

Apports > 2 litres en sol drainant sous-sol lourd

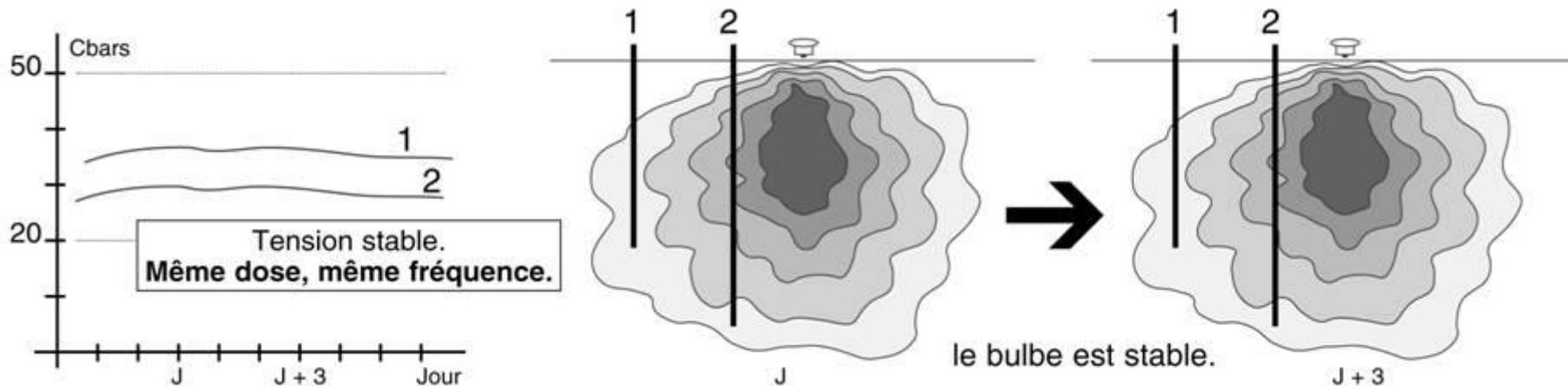


Perte d'eau
Dégradation
du sol



Engorgement
Flaquage
Ruissellement

Si les tensions restent stables le bulbe se maintient



→ donc même fréquence d'irrigation

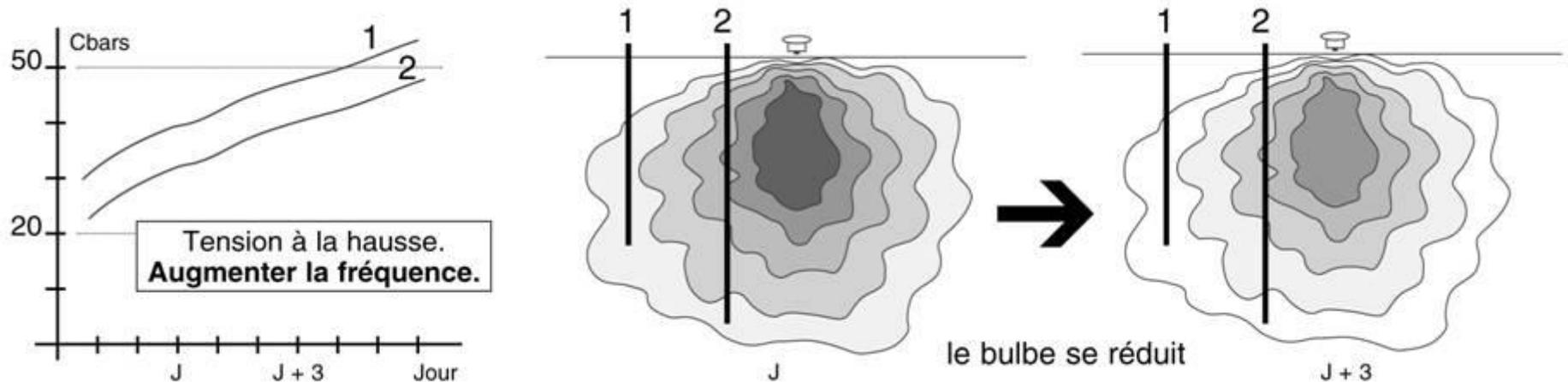
Si le graphique Monitor de la semaine montre le maintien des tensions, on garde la même fréquence d'irrigation pour la semaine suivante.

Exemple en arbo :

Semaine passée : 1 dose de 2 L chaque jour.

Semaine prochaine : même fréquence.

si les tensions augmentent en surface (1) et en profondeur (2) ...



→ **augmenter la fréquence**

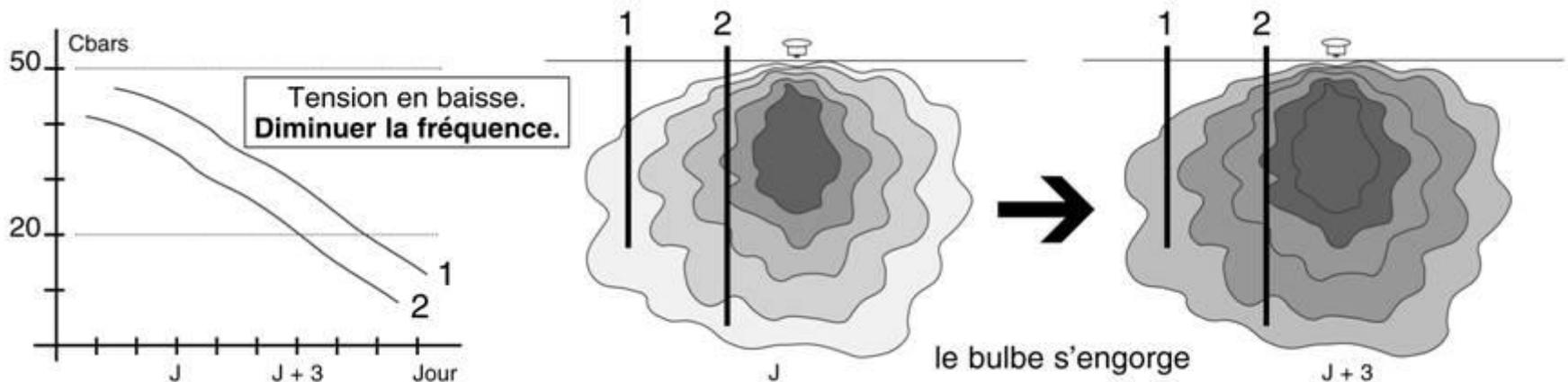
Si le graphique Monitor de la semaine montre une hausse des tensions, on augmente la fréquence d'irrigation pour la semaine suivante.

Exemple en arbo :

Semaine passée : 1 dose de 2 L chaque jour.

Semaine prochaine : on passe à 2 doses de 2 L chaque jour.

si les tensions baissent en surface (1) et en profondeur (2) ...



→ **diminuer la fréquence**

Si le graphique Monitor de la semaine montre une baisse des tensions, on baisse la fréquence d'irrigation pour la semaine suivante.

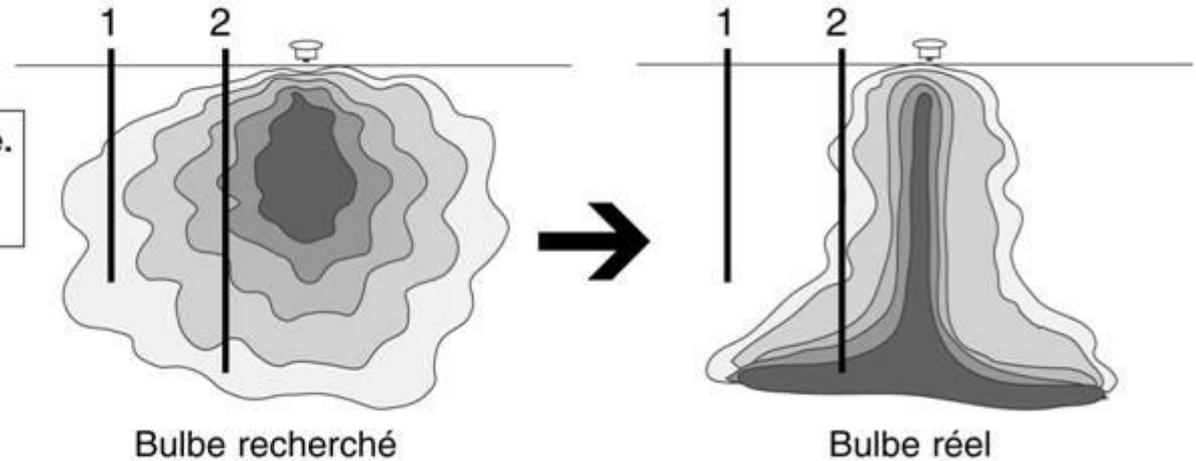
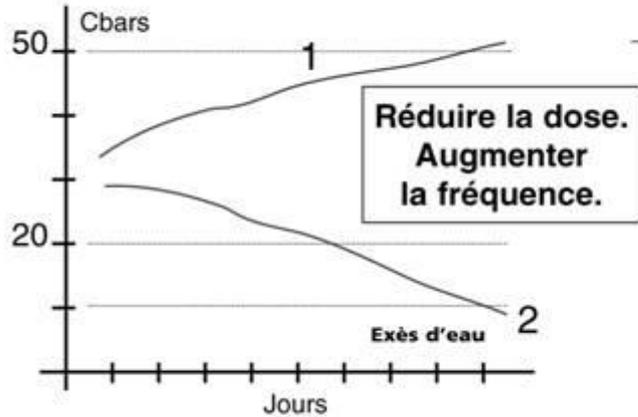
Exemple en arbo :

Semaine passée : 1 dose de 2 L chaque jour.

Semaine prochaine : on passe à 1 dose de 2 L , 1 jour sur 2

si la tension augmente en surface et baisse en profondeur...

• PROBLÈMES DE DOSE



→ **vérifier et réduire la dose**
et augmenter la fréquence

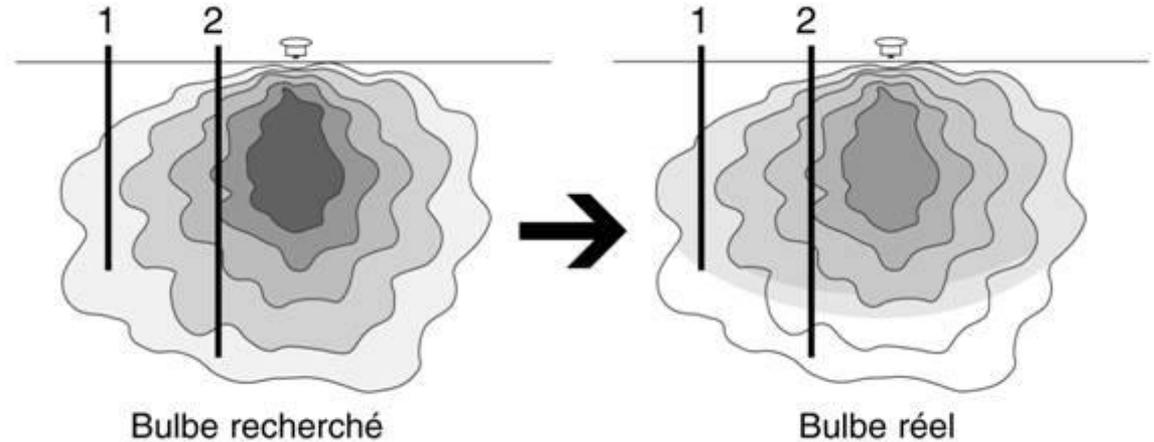
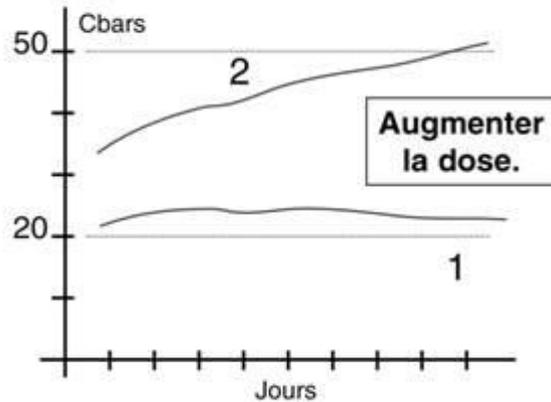
Exemple en arbo :

La dose unitaire est ramenée de 4 L à 2 L

La fréquence passe de 1 à 2 doses par jour

si la tension reste stable en surface⁽¹⁾
mais augmente en profondeur⁽²⁾ :

• PROBLÈMES DE FREQUENCE



→ vérifier la dose

→ si la dose est correcte,

augmenter la fréquence

Monitor



LECTURE SUR PLACE
possible au verger à tout moment

de chaque sonde en temps réel, sur
simple pression du bouton.

Monitor

1 transfert par semaine sur ordinateur

Déconnexion instantanée et transport du Monitor.

Transfert des données sur Ordinateur via le port série.



Déconnexion instantanée

Transport 1.7 kg

Câble série

**Si votre ordinateur n'a pas de port série
nous installons un adaptateur USB**

Monitor



Pocket PC

Possibilité de charger les données au champ sur un Pocket, par un câble série, via la prise Jack.



Pilotage en goutte-à-goutte

Pilotage impératif pour maintenir le bulbe !

Objectif Calibre

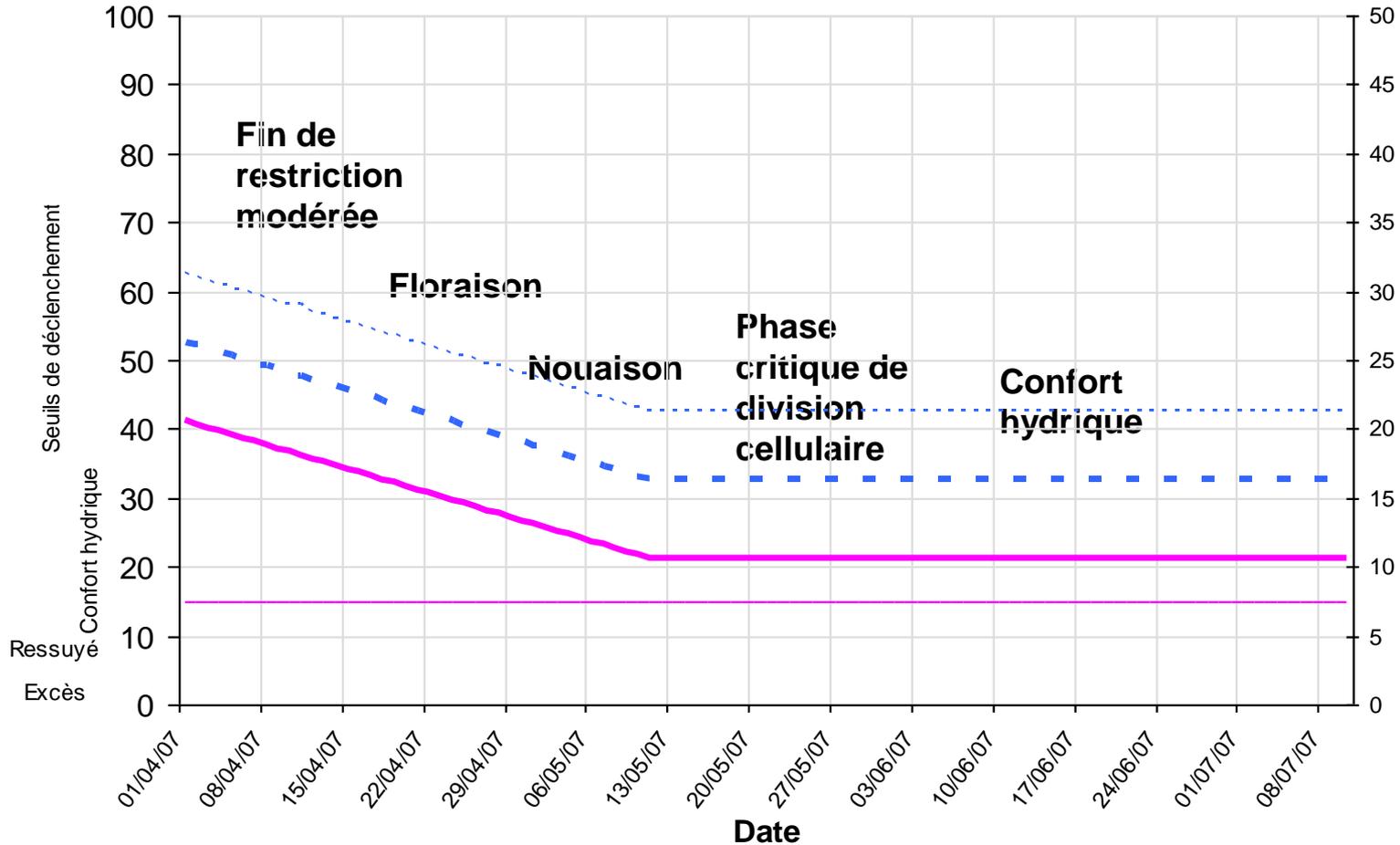
Dès nouaison, le contrôle de la disponibilité en eau est primordiale pour le calibre.

Une irrigation approximative coûte 0.5 à 1 mm par semaine. Quelques approximations coûtent 1 calibre sur la saison.

Donc, contrôle permanent du bulbe en phase de division cellulaire et de grossissement.



GOLDEN - Avril à Juin



Un itinéraire technique précis en GàG pour assurer le calibre.

Vous disposez d'une présentation graphique simple.

Le goutte-à-goutte est une technique performante et pointue.



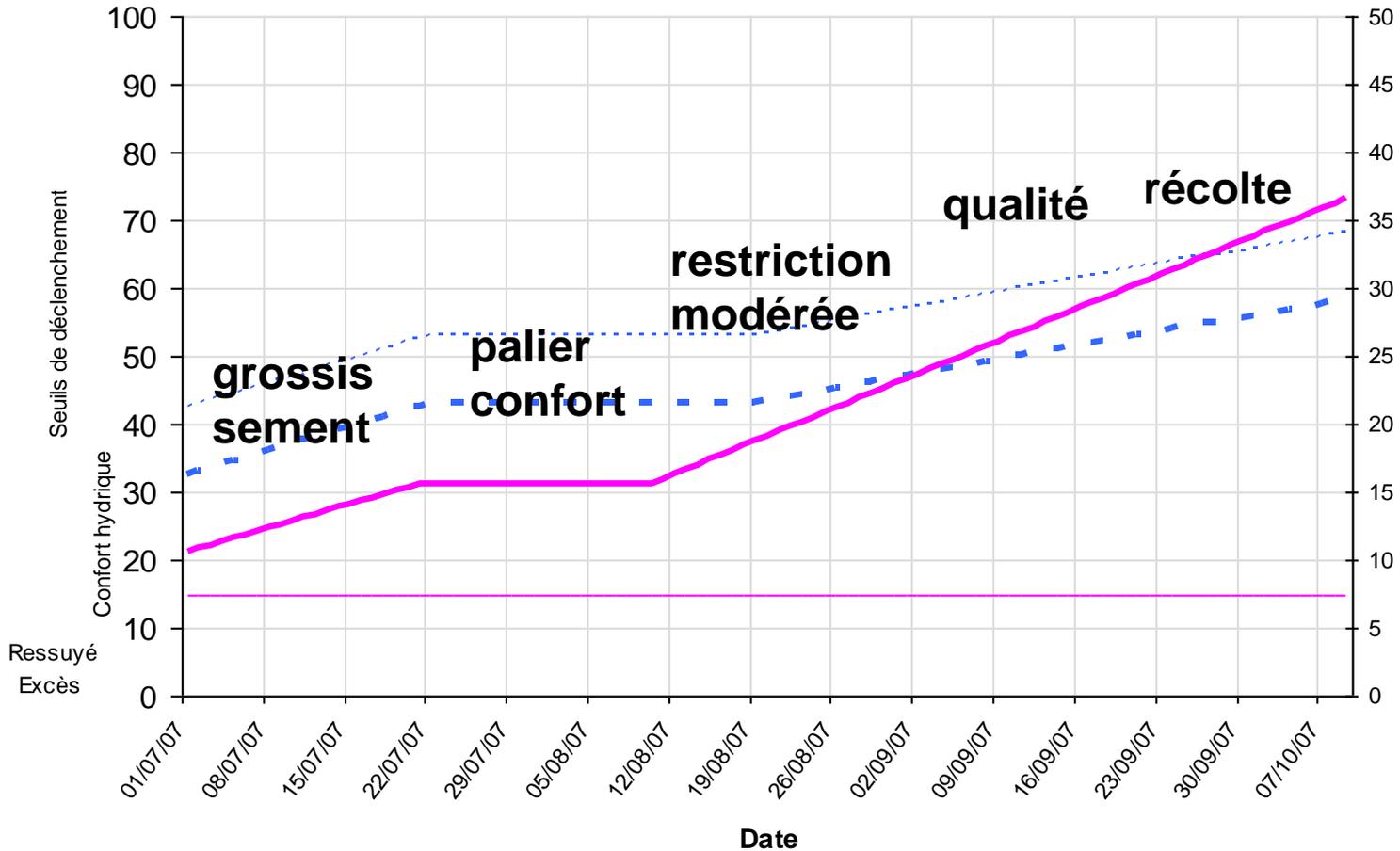
Qualité

Avant récolte, le contrôle de la disponibilité en eau est importante pour la qualité.

Restriction contrôlée avant récolte pour augmenter sucre, fermeté, stockage.

On décide de réduire le bulbe de manière progressive et contrôlée

GOLDEN - Juillet à Septembre



Un itinéraire technique précis en GàG pour assurer calibre et qualité.

Vous disposez d'une présentation graphique simple.

Enjeu : gros levier économique

1 Monitor pilote classiquement l'irrigation de 500 T à 1000 T

L'enjeu d'un pilotage professionnel de l'irrigation représente en fonction des espèces entre 5 et 15 % de la récolte cumulée

Monitor coûte 830 € ht installé, soit une charge de 110 € / an

soit 20 à 30 Kg de fruit / ha / an. Effet de levier : 30 à 100 la mise



Incidence annuelle fruit :

Calibre, rendement, fermeté

Qualité gustative, conservation

Incidence pluri-annuelle arbre :

Vitesse d'implantation et enracinement

Induction florale. Aoûtement des bois

Santé des racines – mortalité

Monitor Watermark - lecture automatique	MONITOR WATERMARK				
Prix de revient annuel par parcelle	sur culture pérenne				
Nombre de blocs de parcelles suivis	1	2	3	4	5
Achat d'origine ht livré	840	1466	2092	2718	3344
Renouvellement sondes après 5 ans ht livré	247	483	719	955	721
Total ht 2 livraisons sur 10 ans	1087	1949	2811	3673	4065
	Prix de revient annuel € ht par bloc piloté				
Prix de revient annuel sur Culture pérenne en € ht / bloc	109	97	94	92	81
Nombre d'hectares pilotés	12	24	36	48	60
Rendement moyen T / ha	55	55	55	55	55
Production pilotée en Tonnes	660	1320	1980	2640	3300
Prix bord verger euro / Kg de : Pomme	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
	Prix de revient annuel en kg de fruit / ha				
Watermark : coût en Kg fruit / ha / an	30	27	26	26	23
Enjeu Watermark % récolte en fonction de l'espèce	5%	5%	5%	5%	5%
Espoir de gain total en Tonnes de : Pomme	33	66	99	132	165

Pommier : calibre, économie d'eau, installation du verger, rendement, sucre, conservation.

Kiwi : calibre, santé du verger, vitesse d'installation, rendement conservation .

Poirier : calibre, installation, induction

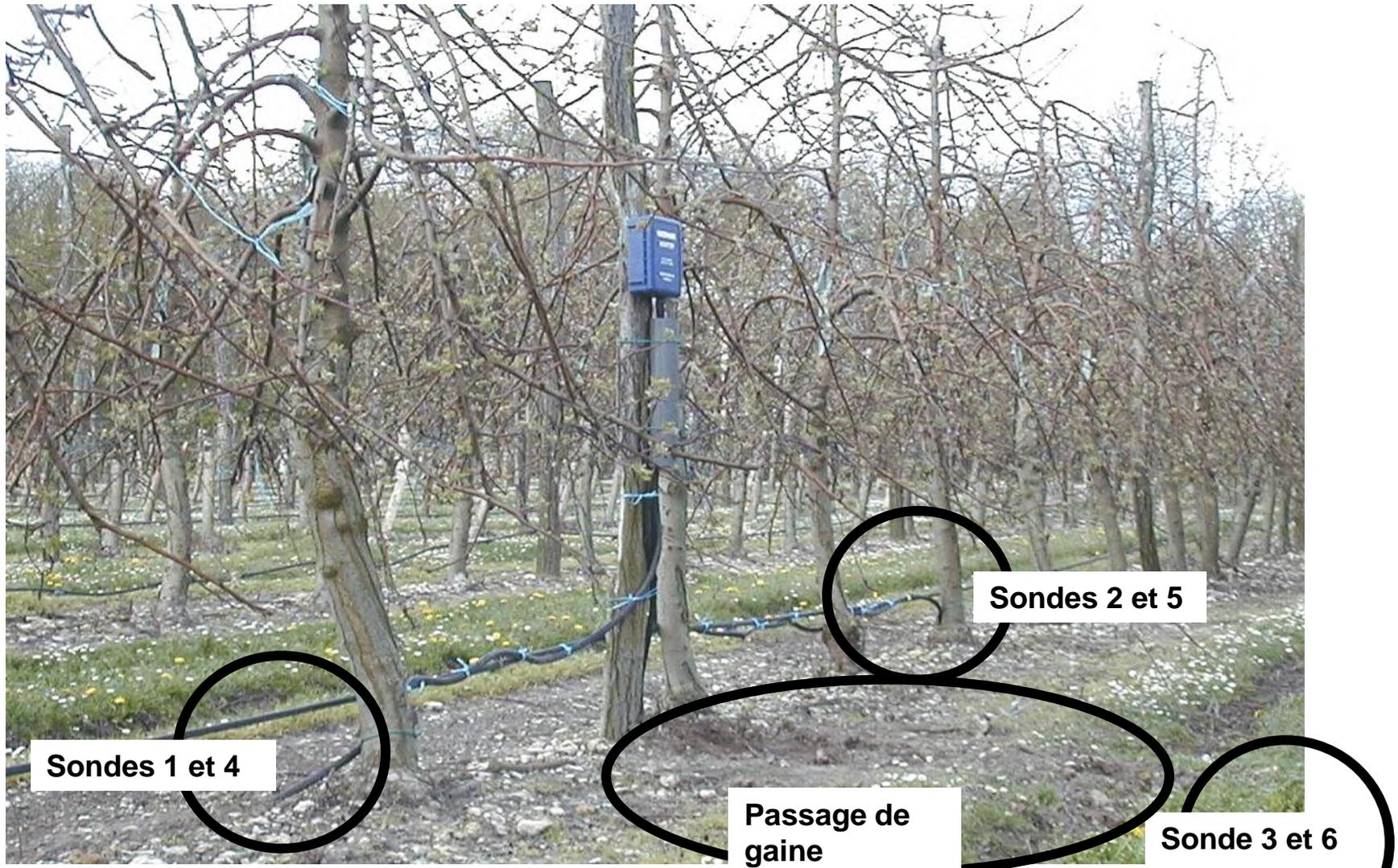
Cerisier : calibre, éclatement, induction florale, aoûtéme

Bananier : rendement, économie d'eau

Oranger : calibre, conservation, induction

Pêcher : calibre, induction florale

Prunier d'ente : calibre, éclatement, induction

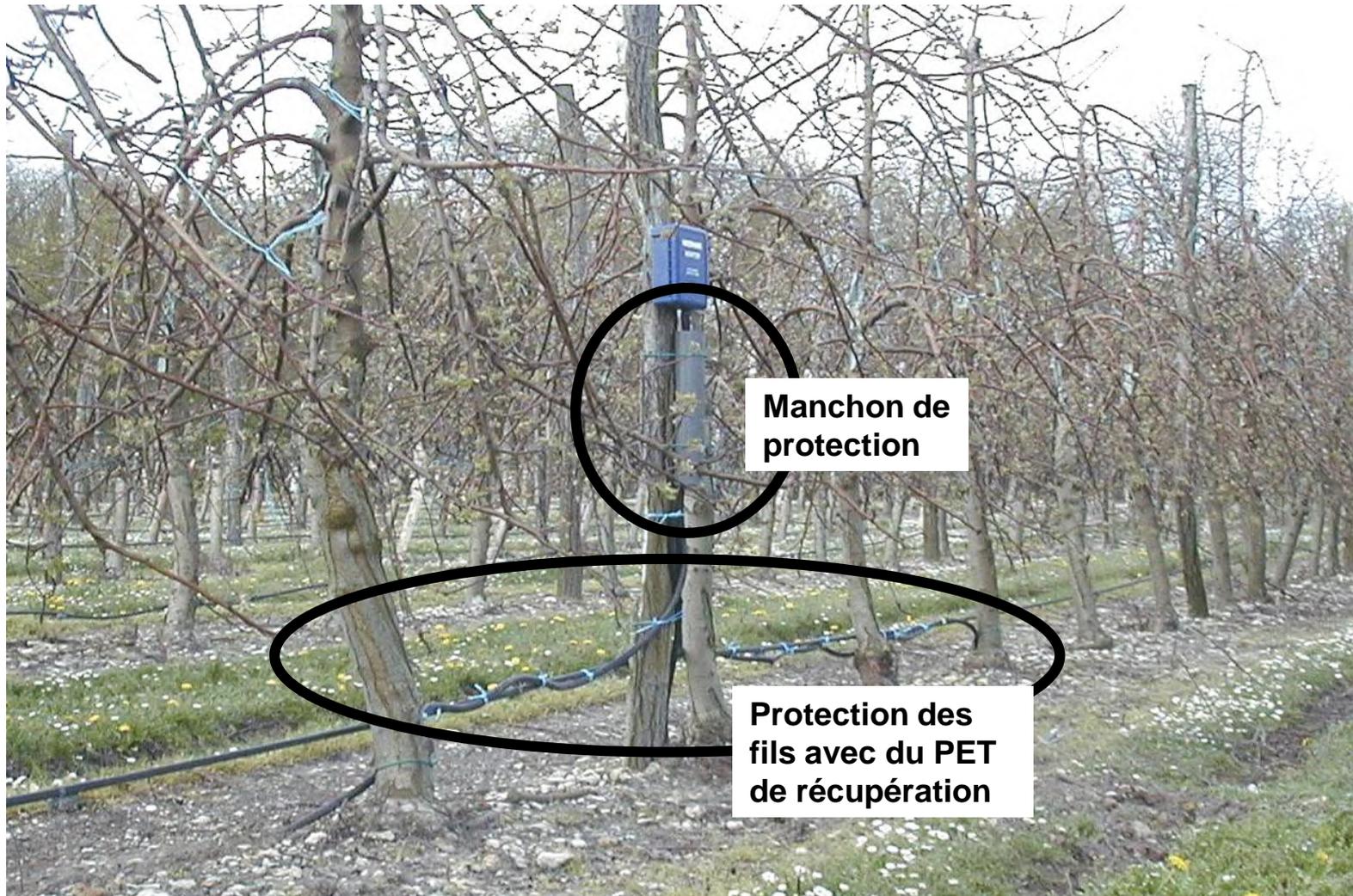


Installation pérenne sur le rang à l'aplomb de la frondaison à 40 cm en face du goutteur

Les sondes ne dépassent pas du sol (gyrobroyage , cueillette)



avant
rebouchage



Manchon de protection

Protection des fils avec du PET de récupération

Rien ne dépasse. Installation pérenne pour 5 saisons.

Matériel installé clé en main :



1 MONITOR

avec câble série + Logiciel
installé sur votre micro

Pose au verger de :

1 SONDE TEMPERATURE – SOL +

6 SONDES Watermark (3 paires)

pré-câblées sur connecteur rapide



**Sondes câblées,
pré-testées**



Challenge Agriculture[®]

L'eau et les minéraux maîtrisés

WEM- 24 Volts alternatif

**entre Programmeur
et électro-vanne**

PROGRAMMATEUR

Programmer le fractionnement maximum
 fractionnement : fabrique des bulbes bien formés.
 maximum : le WEM élimine toute irrigation inutile.

Voie 1	Voie 6
06:00 - 06:45		09:45 - 10:30
10:30 - 11:15		14:15 - 15:00
15:00 - 15:45		18:45 - 19:30
19:30 - 20:15		23:15 - 00:00
00:00 - 00:45		03:45 - 04:30

24 VOLTS ALTERNATIF

1 WEM
PAR VOIE

NEUTRE

blanc

noir

rouge

SOLENOÏDE

ELECTRO-VANNE
24 VOLTS ALTERNATIF

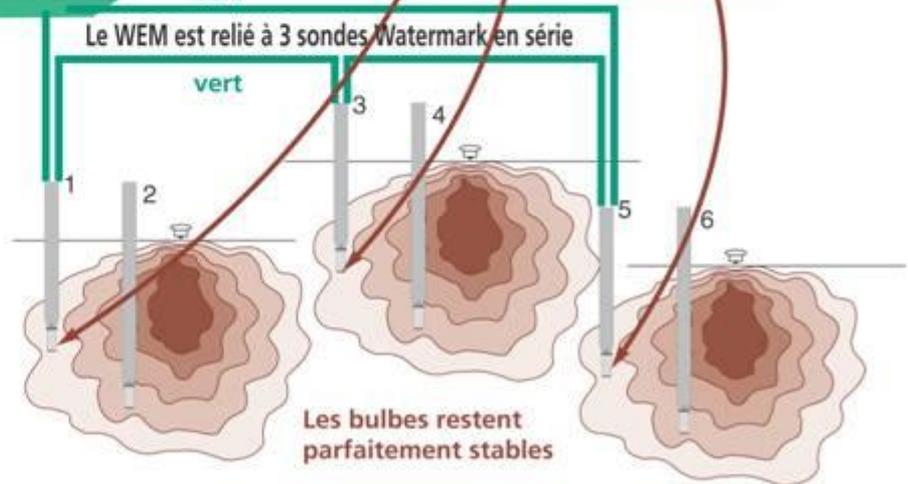


Correspondance Graduation - Tension moyenne de 3 sondes, en fonction de la température du sol

T° sol	10 - 11 °c	12 - 13 °c	14 - 15 °c	16-17 °c	18-19 °c	20-21 °c	22-23 °c	24-25°c
Réglage	OFF							
1	0	0	1	1	2	2	3	3
2	9	9	10	10	10	10	11	11
3	12	12	13	13	13	14	14	15
4	15	15	16	16	17	17	17	18
5	20	20	21	22	23	23	24	25
6	24	25	26	26	27	28	29	30
7	28	29	30	31	32	33	34	35
8	34	35	37	38	40	42	43	45
9	40	42	44	46	48	50	52	53
10	46	48	51	53	55	58	60	62
11	54	57	60	62	65	69	71	74

Exemple :
 Réglage = 5
 Moyenne des sondes
 1, 3, 5 stable à 21 cbars

Le WEM est relié à 3 sondes Watermark en série



WEM- 24 V

**sur installation équipée d'un
programmateur sur secteur**

Le WEM autorise ou n'autorise pas les irrigations programmées, en fonction de la tension de l'eau dans le sol. Il peut également servir d'avertisseur.

Blanc: au commun du programmateur

Noir : piqué sur la phase

Rouge : à la vanne, à la place du commun

**3 sondes Watermark
connectées en série
sur les 2 fils verts**

Programmation :

Il faut programmer le **fractionnement maximum** :

dose faible (voir Chapitre Goutte à goutte), arrêt au moins double, répétition ...

fractionnement pour construire des bulbes bien formés

maximum pour faire face aux consommations maxima, sachant que le WEM élimine toute irrigation inutile.

Le WEM autorise l'irrigation si Tension moyenne $>$ seuil

Le WEM interdit l'irrigation si Tension moyenne $<$ seuil

WEM - 24 V avec 3 sondes en série

Correspondance entre Graduation (de 1 à 11) et la Tension moyenne des 3 sondes, corrigée de la température du sol.

T° sol	10 - 11 °c	12 - 13 °c	14 - 15 °c	16-17 °c	18-19 °c	20-21 °c	22-23 °c	24-25°c
OFF								
1	0	0	1	1	2	2	3	3
2	9	9	10	10	10	10	11	11
3	12	12	13	13	13	14	14	15
4	15	15	16	16	17	17	17	18
5	20	20	21	22	23	23	24	25
6	24	25	26	26	27	28	29	30
7	28	29	30	31	32	33	34	35
8	34	35	37	38	40	42	43	45
9	40	42	44	46	48	50	52	53
10	46	48	51	53	55	58	60	62
11	54	57	60	62	65	69	71	74

Le WEM fait la moyenne des 3 sondes

WEM-24 V avec 2 sondes en série

Correspondance entre Graduation (de 1 à 11) et la Tension moyenne des 2 sondes, corrigée de la température du sol.

	10 - 11 °c	12 - 13 °c	14 - 15 °c	16-17 °c	18-19 °c	20-21 °c	22-23 °c	24-25°c
OFF								
1	5	6	7	7	8	9	10	10
2	12	12	13	13	13	14	14	15
3	16	16	17	17	18	19	19	20
4	20	20	21	22	23	23	24	25
5	27	28	29	30	32	33	34	35
6	33	35	36	38	40	42	43	45
7	41	42	45	46	47	51	53	55
8	51	54	57	59	62	65	67	70
9	62	65	68	71	74	78	82	85
10	72	75	80	83	88	93	96	100
11	86	90	95	99	105	111	115	120

Le WEM fait la moyenne des 2 sondes



Challenge Agriculture[®]

L'eau et les minéraux maîtrisés

WEM- B 9Volts continu

**connectable aux programmeurs
sur pile 9V, listés ci-dessous**

Le WEM-B 9V

connecté à une vanne programmable à pile

**Contact du
programmeur**

**Blanc – bleu : le
contact se ferme**

**Blanc – brun : le
contact s'ouvre**



**3 sondes connectées
en série sur les 2 fils
verts**

Le WEM-B 9V autorise ou n'autorise pas les irrigations programmées en fonction de la tension de l'eau dans le sol (voir tableau)

Liste des programmeurs sur pile 9V ayant une entrée utilisable par WEM-B 9V

Dig	510.000S
Dig	510.075S
Dig	510.100S
Dig	540.000WS
Dig	560.000WS
Dig	510.075P
Dig	510.100P
Dig	Leit X, XR, XRC, 4000
Dayni	
Galcon	DC6S
Galcon	AC-6S, 9S, 12S

RainBird	TBOS
Gardena	31805
Hunter	SVC
Claber	8410
Pope	DigiFlow
Netafim	Miracle Plus-DC
Netafim	Miracle DC
L.R. Nelson	8014SR
Alextronics	BCS
Alextronics	Enercon
Alextronics	Smart-Alex

WEM-B 9V avec 3 sondes en série

Correspondance entre graduation (de 1 à 9) et la Tension moyenne des 3 sondes, corrigée de la température du sol.

T° sol	10 - 11 °c	12 - 13 °c	14 - 15 °c	16-17 °c	18-19 °c	20-21 °c	22-23 °c	24-25°c
OFF								
1	0	0	1	1	2	2	3	3
2	9	9	10	10	10	10	11	11
3	12	12	13	13	13	14	14	15
4	15	15	16	16	17	17	17	18
5	20	20	21	22	23	23	24	25
6	24	25	26	26	27	28	29	30
7	28	29	30	31	32	33	34	35
8	34	35	37	38	40	42	43	45
9	40	42	44	46	48	50	52	53

Le WEM fait la moyenne des 3 sondes

WEM-B 9V avec 2 sondes en série

Correspondance entre Graduation (de 1 à 9) et la Tension moyenne des **2 sondes**, corrigée de la température du sol.

	10 - 11 °c	12 - 13 °c	14 - 15 °c	16-17 °c	18-19 °c	20-21 °c	22-23 °c	24-25°c
OFF								
1	5	6	7	7	8	9	10	10
2	12	12	13	13	13	14	14	15
3	16	16	17	17	18	19	19	20
4	20	20	21	22	23	23	24	25
5	27	28	29	30	32	33	34	35
6	33	35	36	38	40	42	43	45
7	41	42	45	46	47	51	53	55
8	51	54	57	59	62	65	67	70
9	62	65	68	71	74	78	82	85

Le WEM fait la moyenne des **2 sondes**