



Recommandations aux utilisateurs (irrigants et communautés d'irrigants)

Recommandations pour le choix de solutions dans la gamme de produits existants..

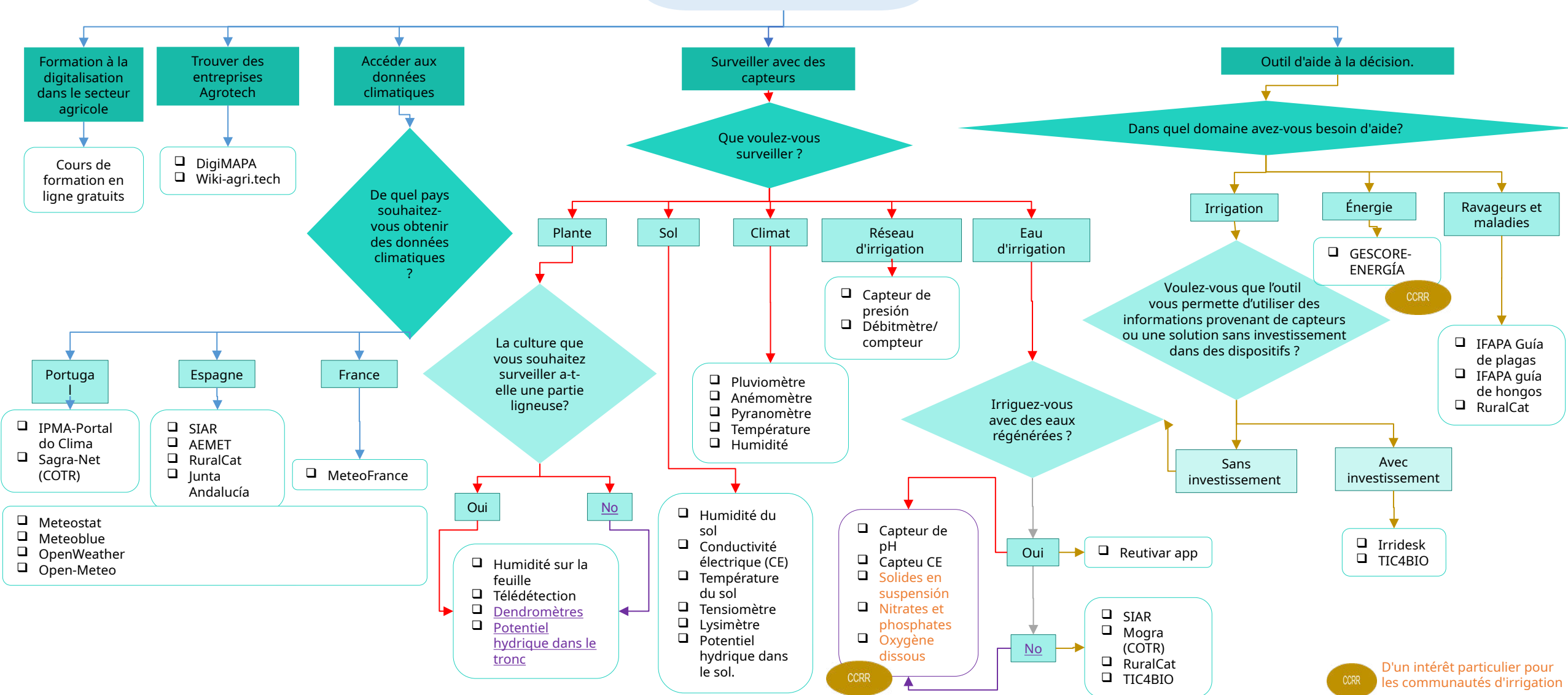
Livrable 2.5.3 Recommandations aux utilisateurs (irrigants et communautés d'irrigants)

Ce livrable, présenté sous la forme d'un document interactif, vise à fournir des recommandations aux irrigants, qu'ils soient indépendants ou membres de communautés d'irrigants (CCRR), afin de faciliter le choix de la solution numérique la plus adaptée à leurs besoins et objectifs.

Pour cela, une série de questions sera posée concernant le type d'utilisateur, l'objectif de la consultation, le domaine d'intérêt, l'investissement disponible, l'accessibilité, entre autres aspects. En fonction des réponses fournies, le système orientera l'utilisateur vers un ensemble de solutions correspondant le mieux à ses exigences.

De plus, l'utilisateur pourra interagir avec les différentes icônes représentant les options disponibles pour chaque question. Cette fonctionnalité offrira une navigation dynamique et intuitive, facilitant l'accès aux recommandations les plus pertinentes.

Recommandations aux irrigants





Accueil



Retour

De quoi as-tu besoin ?



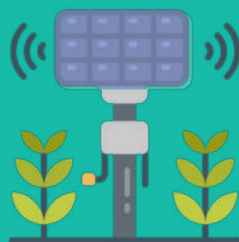
Formation à la
digitalisation dans le
secteur agricole



Trouver des entreprises
Agrotech



Accéder aux données
climatiques



Surveiller avec des
capteurs

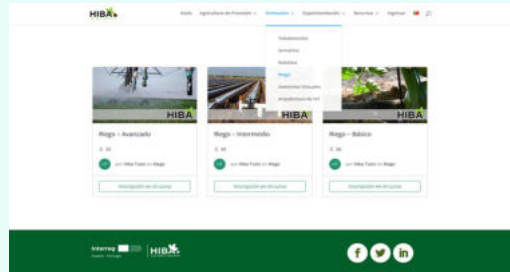


Outil d'aide à la
décision.

Formation à la digitalisation dans le secteur agricole

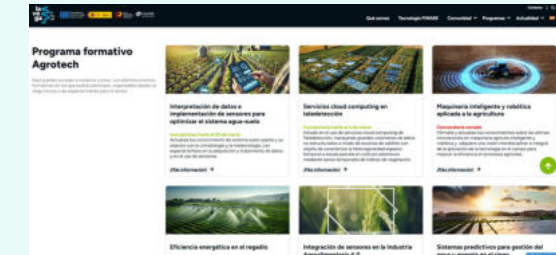


Formation à la
digitalisation dans le
secteur agricole



- **Cours en ligne gratuits** pour la formation en irrigation, télédétection, capteurs, robotique, architecture des systèmes IoT et assistants virtuels.
- **Niveaux** : débutant, intermédiaire et avancé dans chaque domaine.
- **Langues** : espagnol et portugais

- **Cours gratuits en présentiel** pour la formation lors de différents événements dans le domaine de l'Agrotech.
- **Langue** : espagnol
- **Durée par cours** : 21 heures (réparties sur 3 jours)

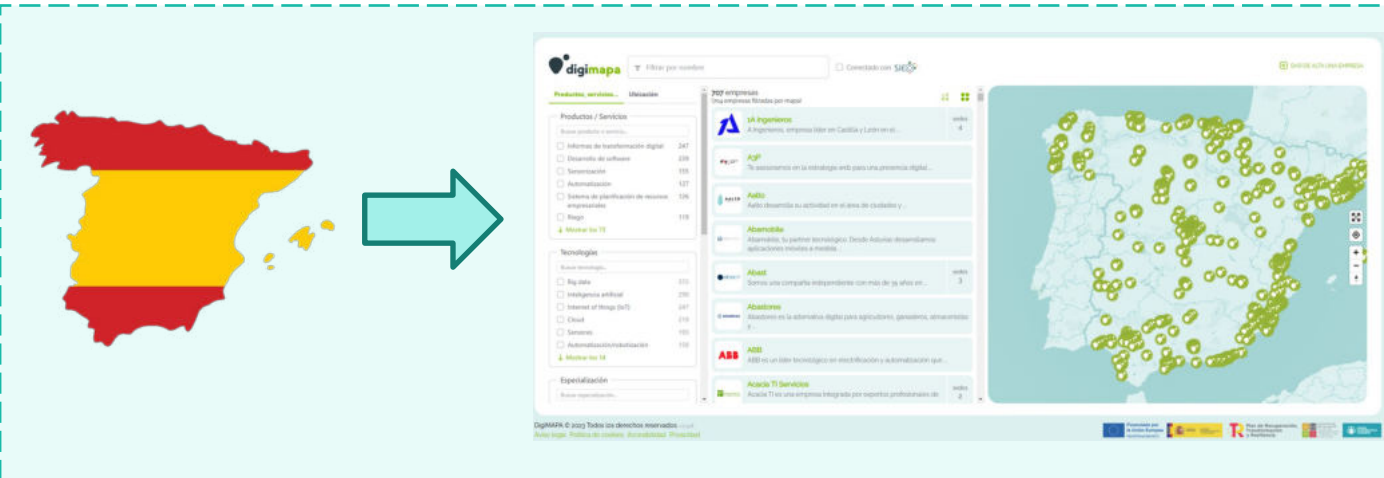
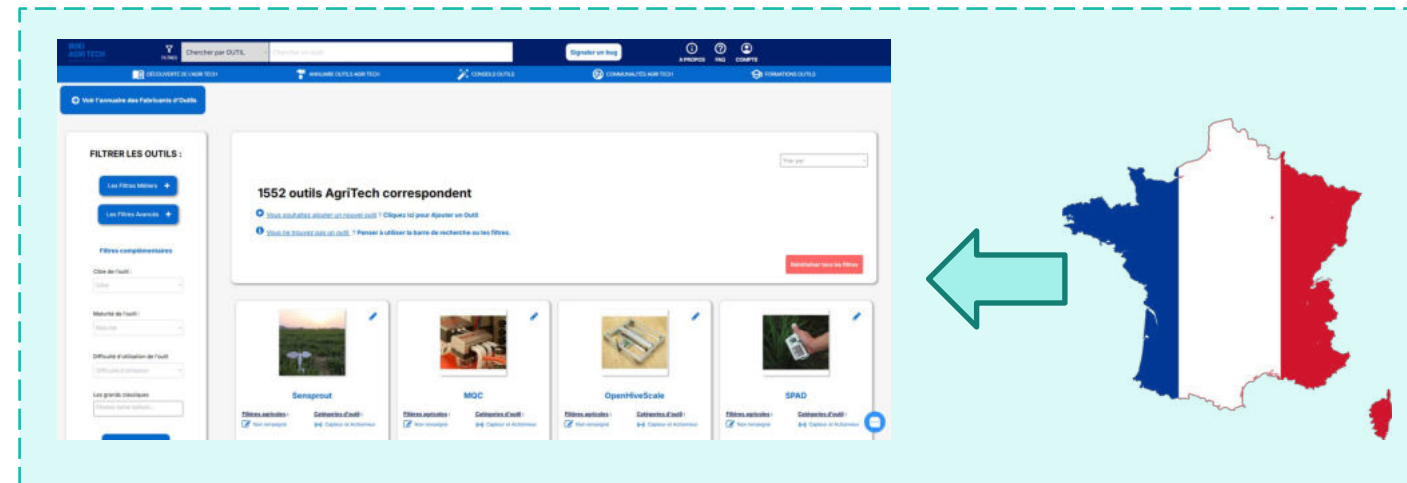


- Accès au matériel de la journée sur "Utilisation du big data, des capteurs et de la télédétection pour le calcul de la dose d'irrigation"

Trouver des entreprises Agrotech



Trouver des entreprises
Agrotech

De quel pays souhaitez-vous obtenir des données climatiques ?



Portugal

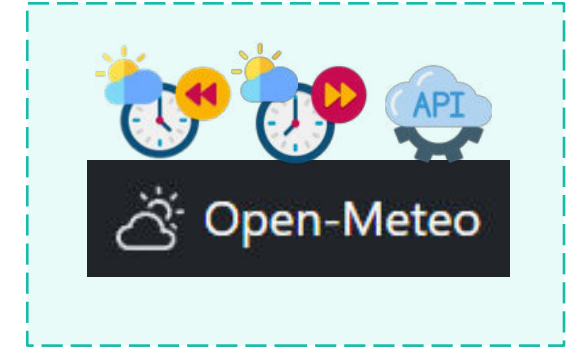
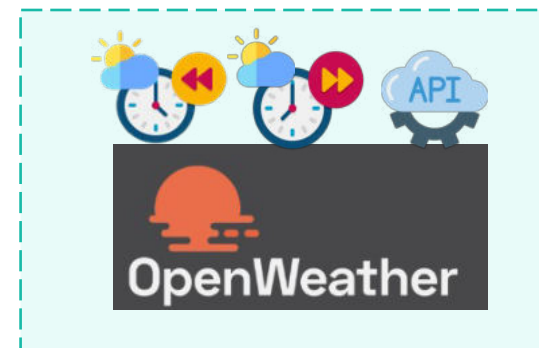
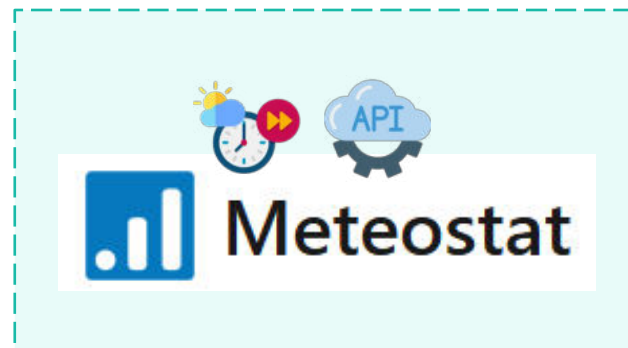
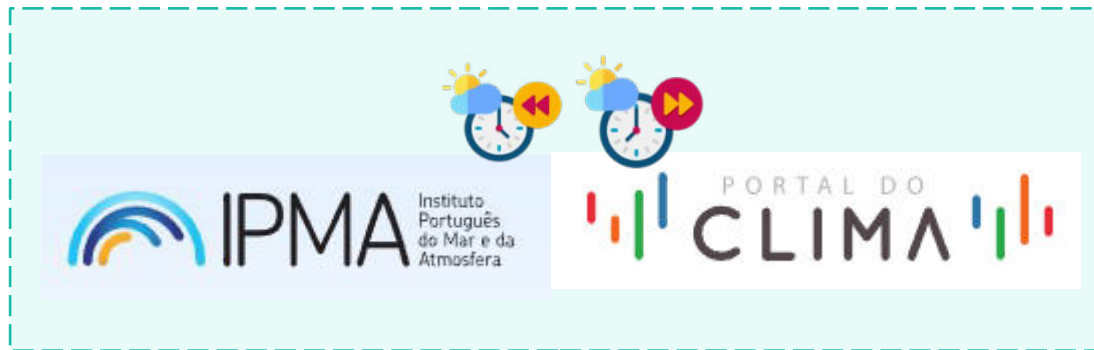


Espagne



France

Accès aux données climatiques → Portugal

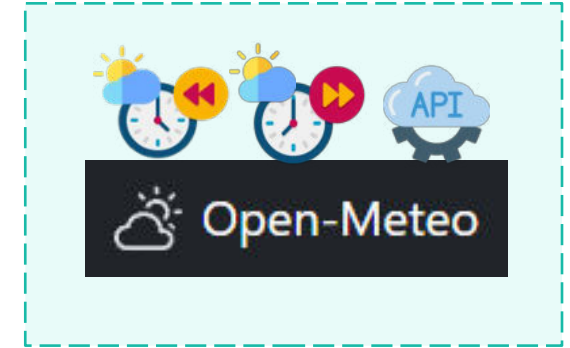
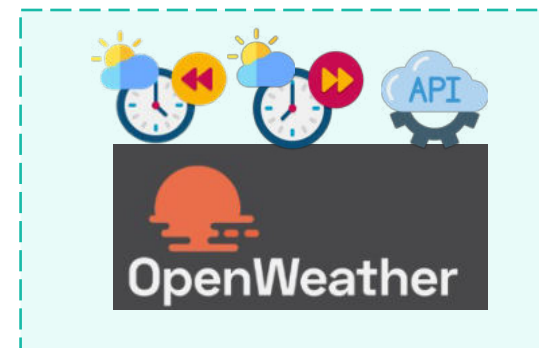
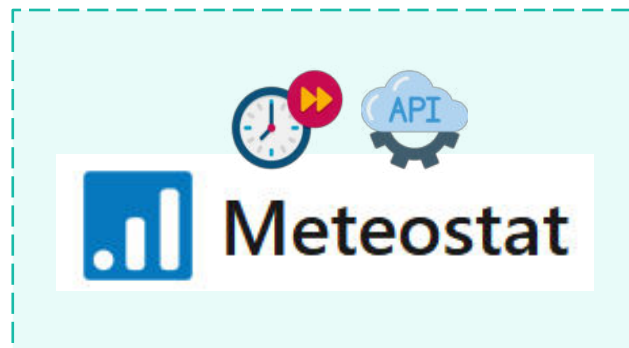
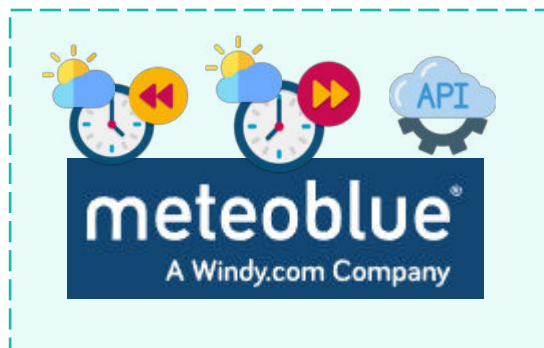
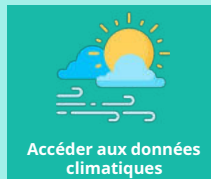


 = Données historiques

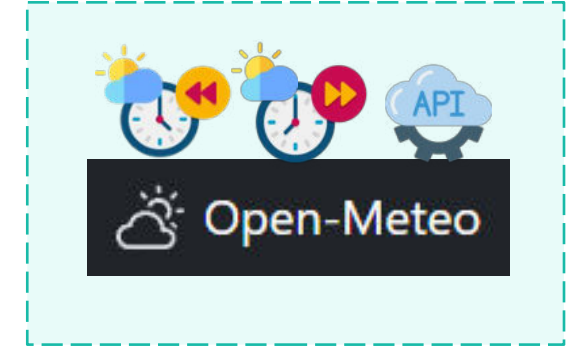
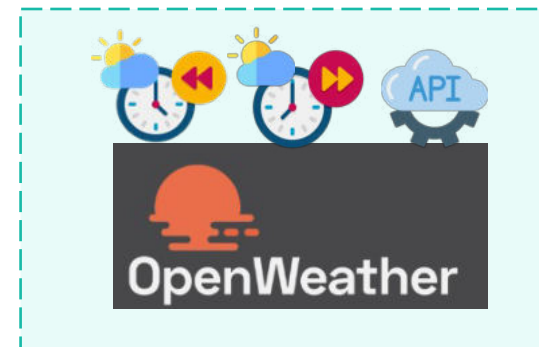
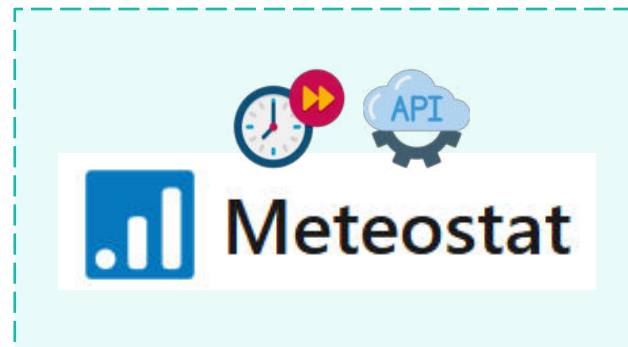
 = Prévisions

 = Possibilité d'accès via API

Accès aux données climatiques → Espagne



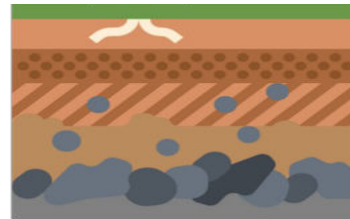
Accès aux données climatiques → France



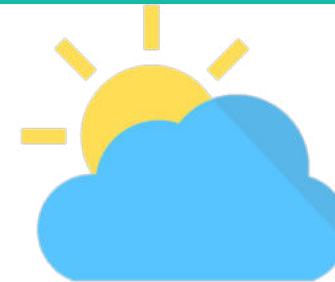
Que voulez-vous surveiller ?



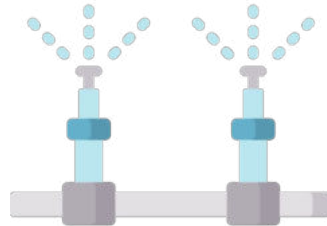
Plante



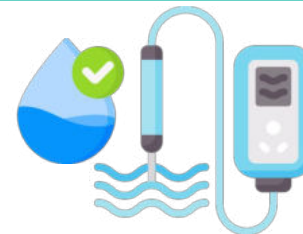
Sol



Climat



Réseau d'irrigation



Qualité de l'eau
d'irrigation

La culture que vous souhaitez surveiller a-t-elle une partie ligneuse ?

OUI

NO

Surveiller avec des capteurs → Plante



Plante



Surveiller avec des
capteurs

Culture
ligneeuse : oui

Humidité sur la
feuille



Capteurs à distance



Dendromètres



Potentiel hydrique
dans le tronc



Accueil



Retour

Surveiller avec des capteurs → Plante



Plante



Surveiller avec des
capteurs

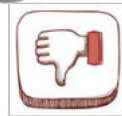
Humidité sur la feuille

Simule une feuille de la culture et permet de connaître le temps et le niveau d'humectation du feuillage de la culture.

Avantages



Intégration dans des
modèles prédictifs
de ravageurs et de
maladies.



Inconvénients

Informations
supplémentaires:
-Température ambiante.
-Précipitations.
-État phénologique de la
culture

Connaissances techniques et
examen des études
scientifiques sur les conditions
d'incidence de chaque maladie



Mildiou de la vigne **Infection primaire :**

Pousse > 10 cm
T° > 12 °C
Pluie : 8-10 l/m² (1-3
días)

Infection secondaire :
Humectation >2h



Surveiller avec des capteurs → Plante

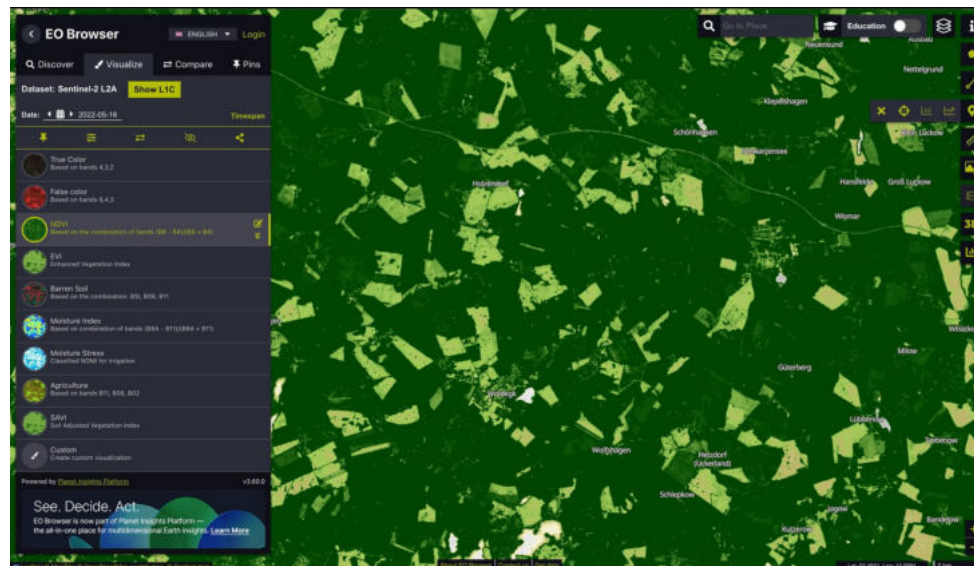


Télédétection (Capteurs à distance) : satellites et drones

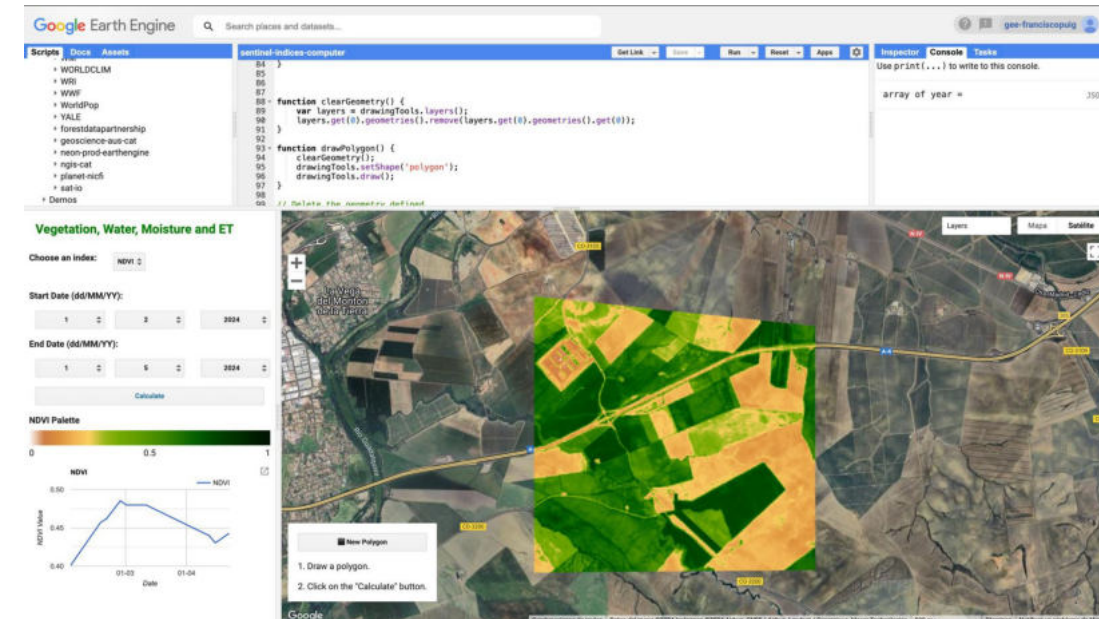
Les capteurs à distance permettent d'obtenir des données sur l'écosystème sol-plante et les facteurs environnementaux, sans contact ni interférence avec cet écosystème. Pour cela, des capteurs (multispectral, RGB, thermique...) sont utilisés, équipés sur des drones, des satellites ou même sur la partie haute des pivots.

L'analyse des informations recueillies par les capteurs à distance permet d'obtenir des données sur :

- ✓ La santé et la vigueur de la végétation.
- ✓ La couverture végétale.
- ✓ La détection du stress dans la culture.
- ✓ La variabilité de la croissance de la culture.



PLATAFORME SENTINEL HUB



PLATAFORME GOOGLE EARTH ENGINE

Surveiller avec des capteurs → Plante



Plante



Surveiller avec des capteurs

Culture
ligneuse : oui



Avantages

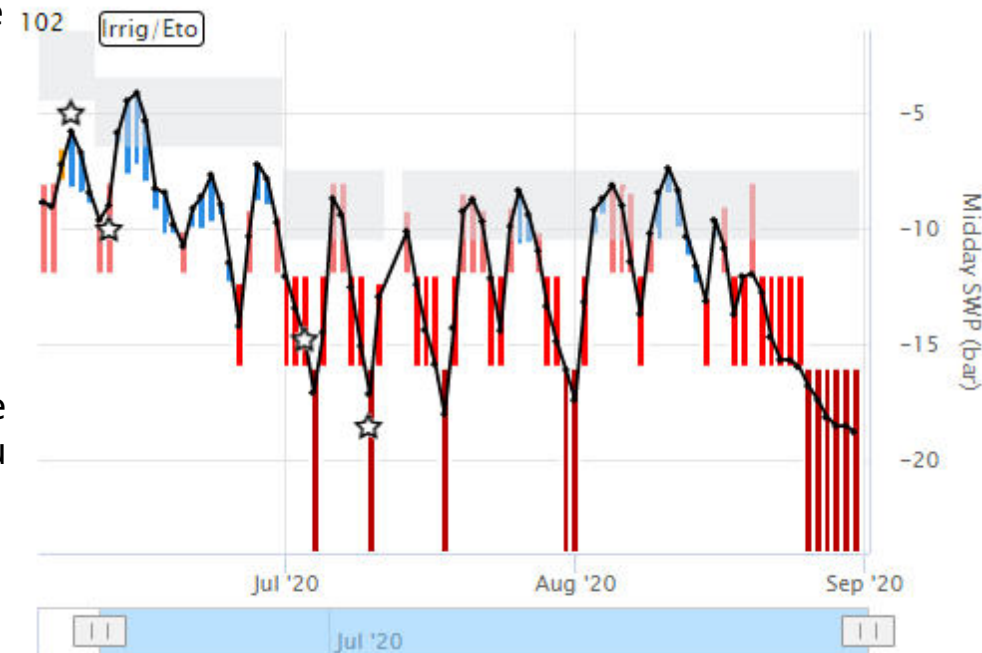
- Mesure du potentiel hydrique, qui est directement lié à l'état hydrique de la plante
- Bonne précision (contractée par des comparaisons avec les mesures de la chambre de Scholander ☆)



Inconvénients

- Les valeurs seuils de Ψ varient en fonction du type de culture, de son âge, de la saison et de sa tolérance au stress.
- Coûteux économiquement (€)..
- Détérioration au fil du temps (remplacement en raison de la perte de précision après environ 1 an).
- Utile uniquement pour les cultures ligneuses

Potentiel hydrique dans le tronc



Surveiller avec des capteurs → Plante



Plante



Surveiller avec des capteurs

Culture ligneuse : oui

Dendromètres

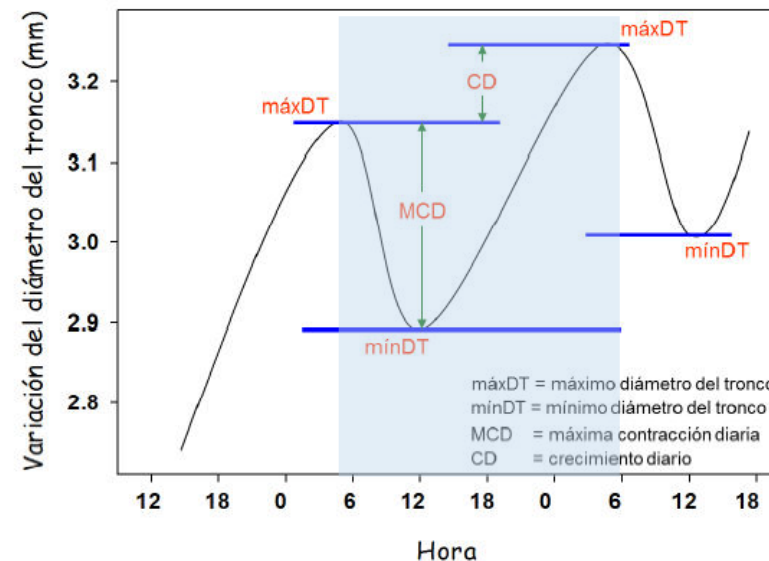
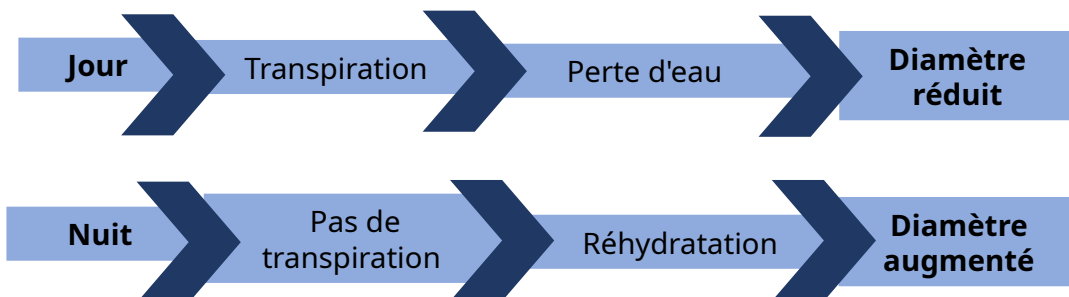


Dendromètre à lame



Dendromètre à déplacement linéaire

C'est l'un des dispositifs de surveillance des cultures les plus utilisés. Ces appareils mesurent les fluctuations du diamètre du tronc causées par les variations de l'état hydrique de la culture.



Contraction Maximale Quotidienne (MCD)

Plus grande fluctuation du diamètre de la tige

Stress hydrique accru



Surveiller avec des capteurs → Plante



Culture
ligneeuse : no

Humidité sur la
feuille



Capteurs à distance



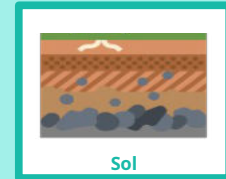
Dendromètres



Potentiel hydrique dans
le tronc



Surveiller avec des capteurs → Sol



Capteurs

- ☐ Humidité du sol
- ☐ Conductivité électrique (CE)
- ☐ Température du sol

Il est courant de trouver des capteurs qui mesurent plusieurs de ces paramètres simultanément



Capteur de potentiel hydrique du sol

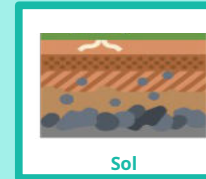


Tensiomètre



Lysimètre

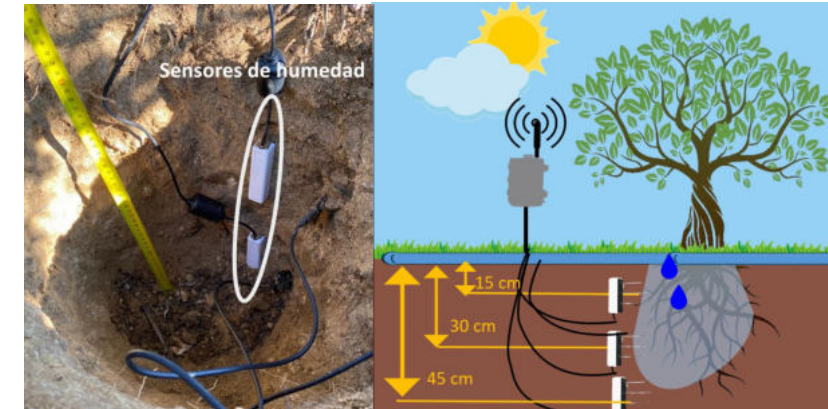
Surveiller avec des capteurs → Sol



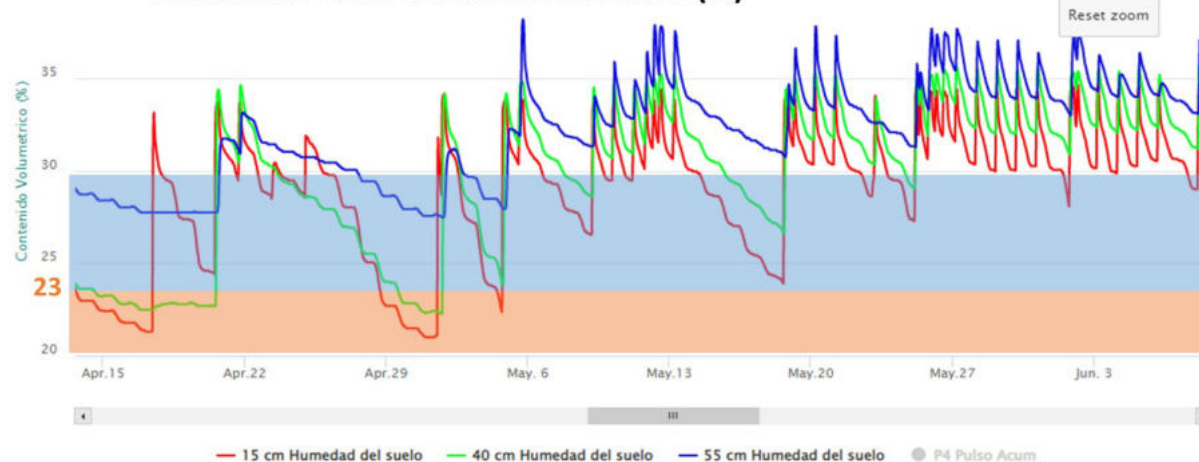
Ils mesurent la teneur en eau du sol, exprimée en termes volumétriques (m^3/m^3).

Valeurs de référence de la teneur en humidité à la capacité au champ (CC) et au point de flétrissement permanent (PMP) pour différents types de sol.

Textura	CC (m^3/m^3)	PMP (m^3/m^3)
Arenoso	0,17	0,07
Arenoso Franco	0,19	0,10
Franco Arenoso	0,28	0,16
Franco	0,30	0,17
Franco Limoso	0,36	0,21
Limoso	0,36	0,22
Franco Arcilloso	0,37	0,24
Arcillo Limoso	0,42	0,29
Arcilloso	0,40	0,24



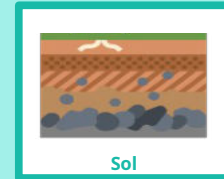
Contenido volumétrico de humedad (%)



CRITÈRES D'INSTALLATION

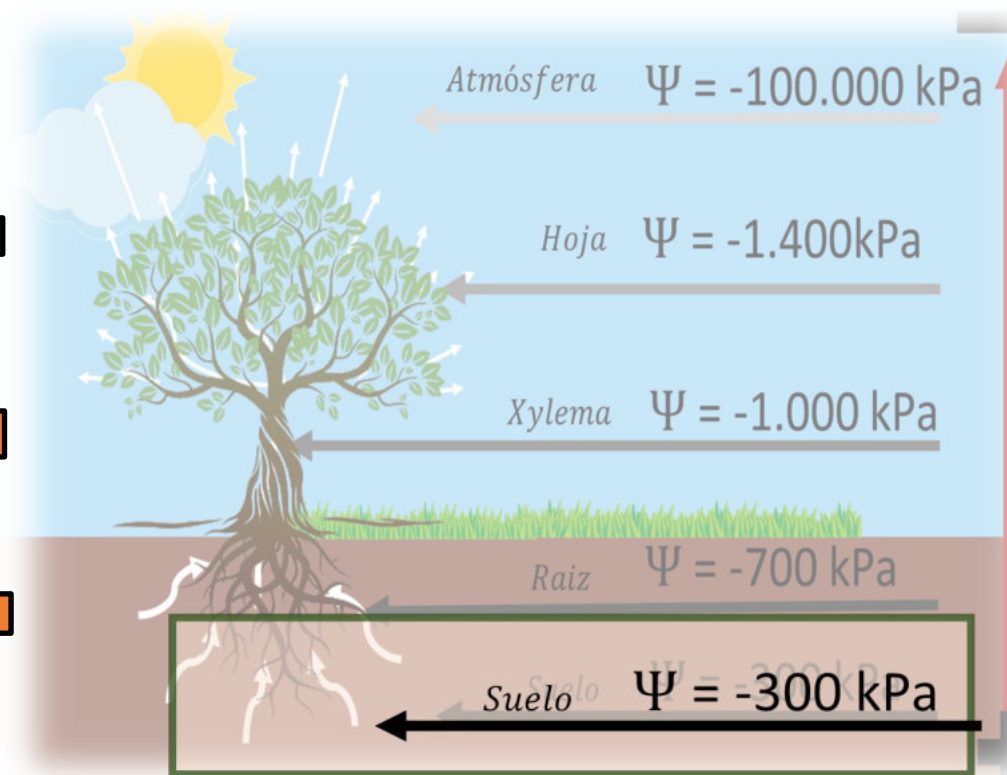
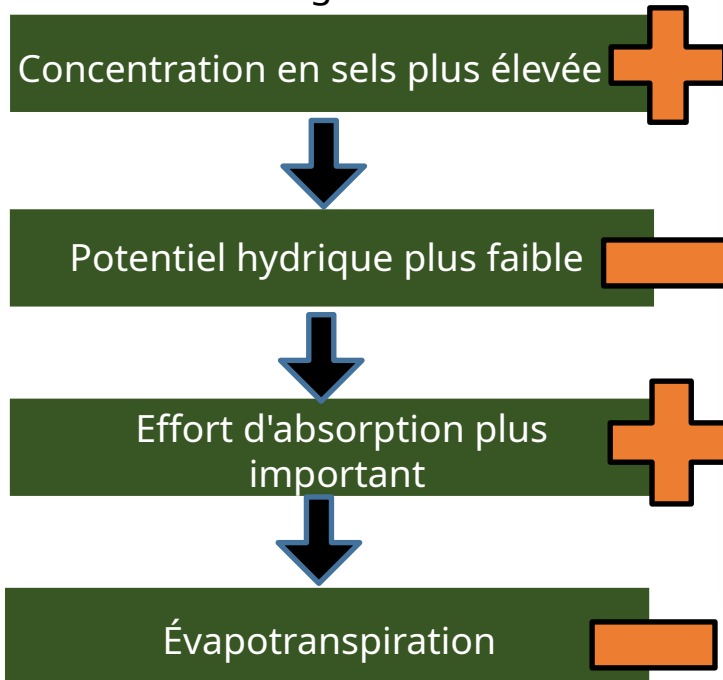
- ❑ Sous la verticale d'un goutteur pour surveiller correctement la teneur en eau du sol après l'irrigation.
- ❑ Dans la zone de plus grand volume racinaire de la culture pour détecter les variations d'humidité du sol dues à l'absorption par la plante. Pour les cultures ligneuses ≈ 50 cm
- ❑ À plusieurs profondeurs ($\approx 15, 30$ et 45 cm pour les cultures ligneuses).
- ❑ Bon contact avec le sol (processus d'installation délicat).
- ❑ Ne pas altérer la structure du sol.

Surveiller avec des capteurs → Sol



Capteur de conductivité électrique du sol

Ils mesurent la concentration en sels à travers la conductivité électrique. Plus la concentration en sels est élevée, plus la conductivité électrique est grande.

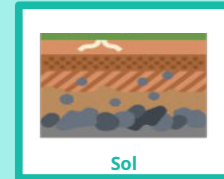


Classification des sols	Conductivité électrique (dS/m)	Effets sur la culture
Non salin	0 -2	N'affecte pas les cultures
Légèrement salin	2-4	Diminution des rendements dans les cultures sensibles
Modérément salin	4-8	Diminution des rendements dans la plupart des cultures
Salin	8-16	Seules les cultures tolérantes ou très tolérantes ont un rendement satisfaisant
Extrêmement salin	>16	

Origine des variations de la concentration en sels :

- ☐ Application d'engrais.
- ☐ Utilisation d'eaux recyclées.
- ☐ Utilisation d'eaux salines pour l'irrigation.

Surveiller avec des capteurs → Sol



Température du sol

Facteur déterminant dans la germination des graines



Croissance des racines

T < 15°C :

- Croissance réduite.
- Absorption d'eau diminuée..
- Racines plus fines et superficielles (type 1).



Impacte le taux de dégradation de la matière organique.

- Activité microbienne réduite à des températures trop élevées ou trop basses.
- Solubilité des engrais plus faible à basse température.
- Absorption du phosphore très faible dans les sols froids

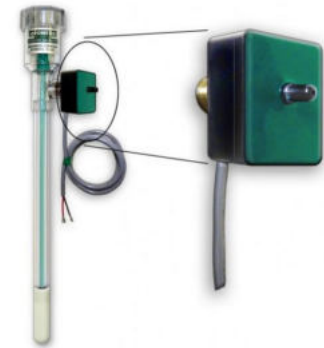
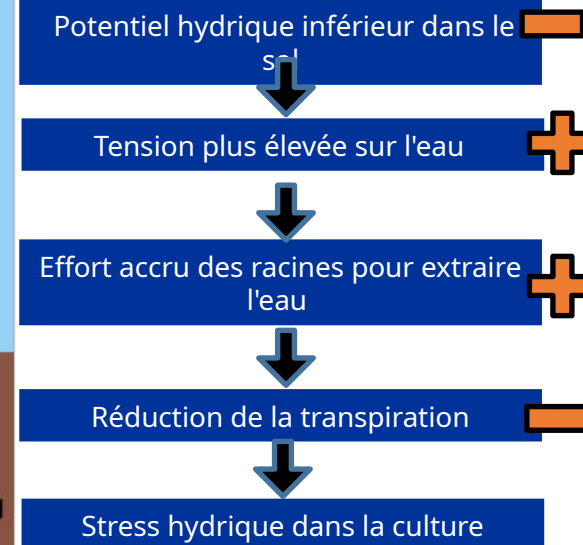
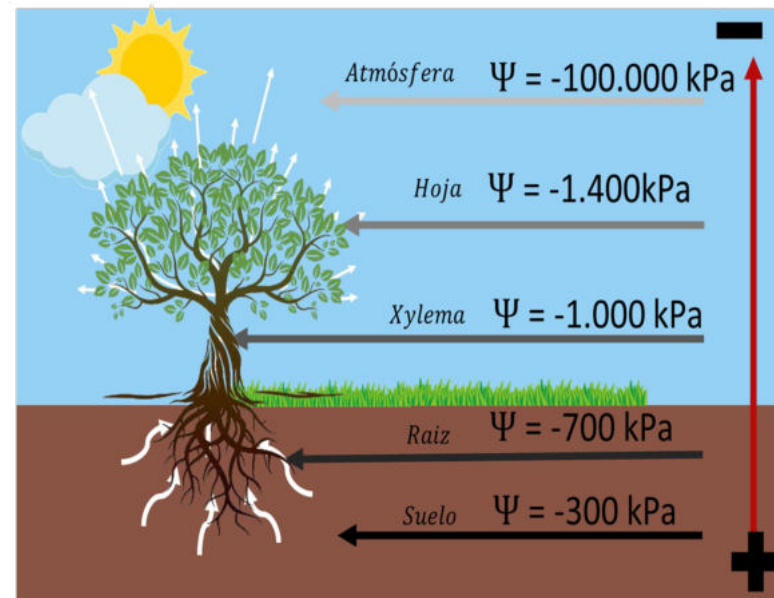
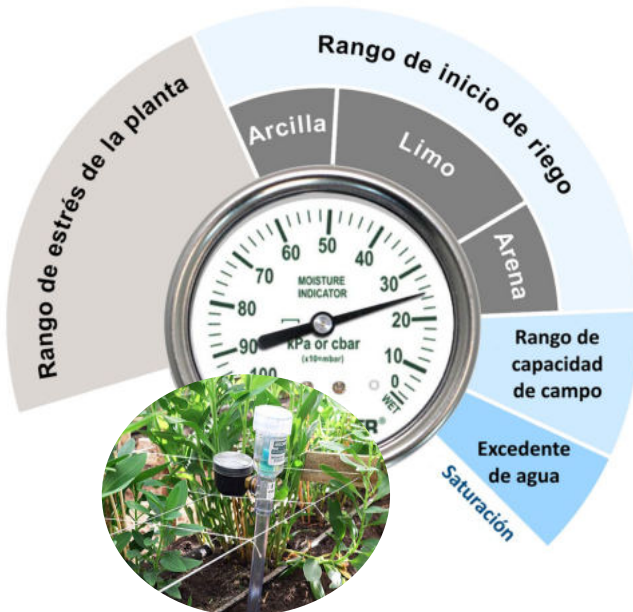
Surveiller avec des capteurs → Sol



Tensiomètre

Ils mesurent la tension matricielle. Lorsque le sol s'assèche, la tension matricielle augmente (la lecture absolue du tensiomètre augmente), tandis que lorsqu'il s'humidifie, la tension diminue (la lecture absolue du tensiomètre baisse), pouvant atteindre des valeurs proches de zéro lorsque le sol est saturé en eau.

- ❑ Option intéressante pour les cultures maraîchères.
- ❑ Option analogique sans besoin de datalogger ou de nœud de communication (coût plus abordable et indépendance vis-à-vis des logiciels tiers).

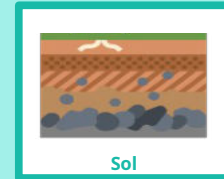


TENSIOMETROS con Salida: 4-20 mA (Necesita alimentación, 24 Vcc)



TENSIOMETROS con Salida: 0 - 4,5 V (Necesita alimentación, 5 Vcc)

Surveiller avec des capteurs → Sol

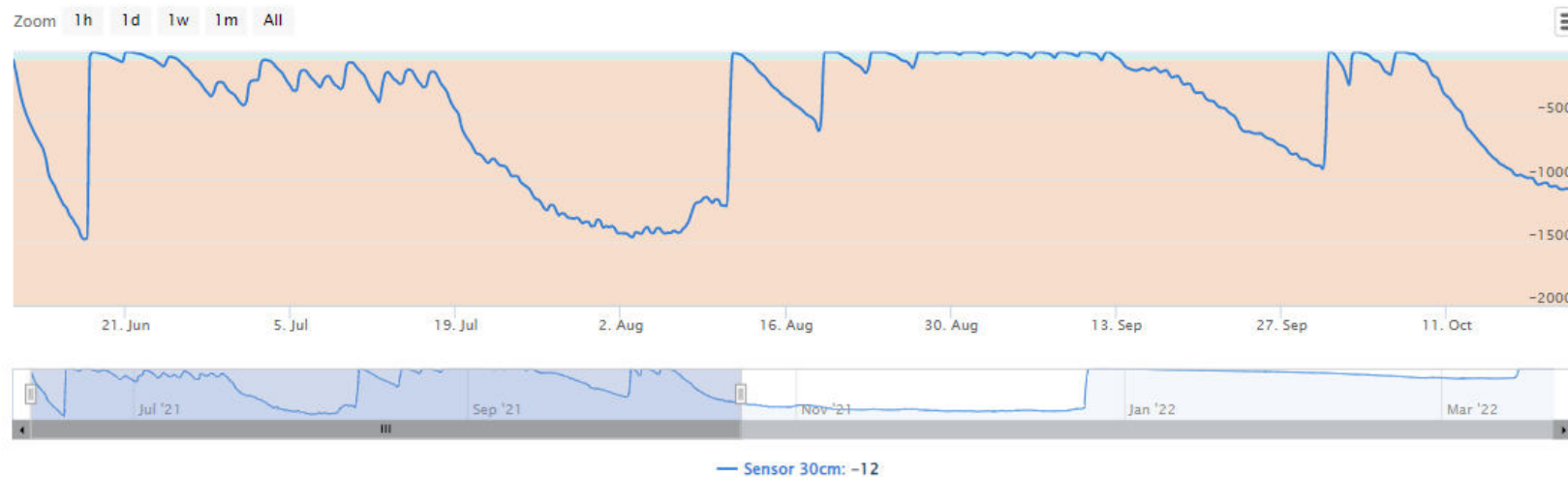


Potentiel hydrique dans le sol

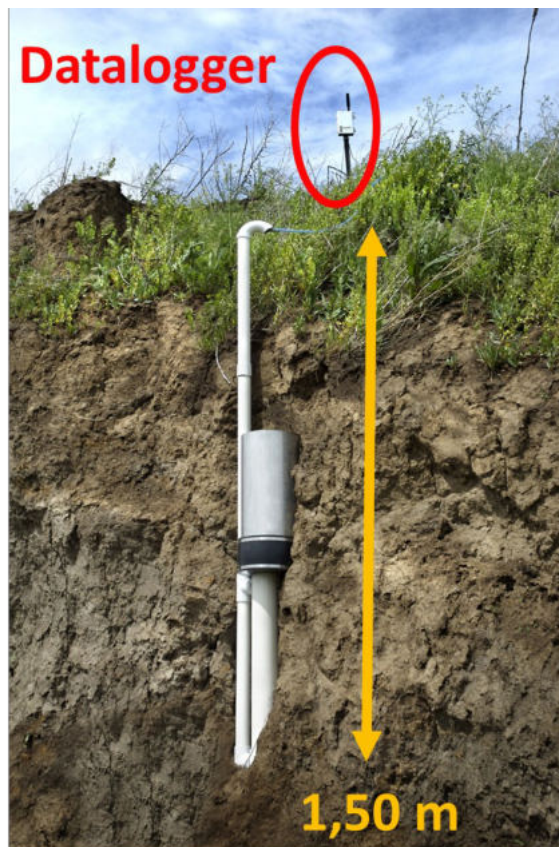
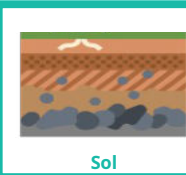
Ils mesurent la tension matricielle. Les informations qu'ils fournissent sont les mêmes que celles des tensiomètres, mais la différence réside dans leur fonctionnement : la sonde de potentiel hydrique du sol utilise un capteur d'humidité et une céramique poreuse avec une courbe de rétention d'humidité connue. Lorsqu'elle est installée dans le sol, le potentiel hydrique s'équilibre entre la céramique et le sol environnant. Le capteur mesure l'humidité de la céramique et, grâce à sa courbe de rétention, convertit cette valeur en potentiel hydrique.

- ❑ Nécessite une alimentation et une connexion à un datalogger pour l'acquisition et l'envoi des données.
- ❑ Installation selon les critères des sondes d'humidité + une fois la profondeur d'installation déterminée, mélanger un échantillon de sol avec de l'eau jusqu'à former une masse boueuse et la placer autour de la céramique poreuse avant d'installer dans le sol.

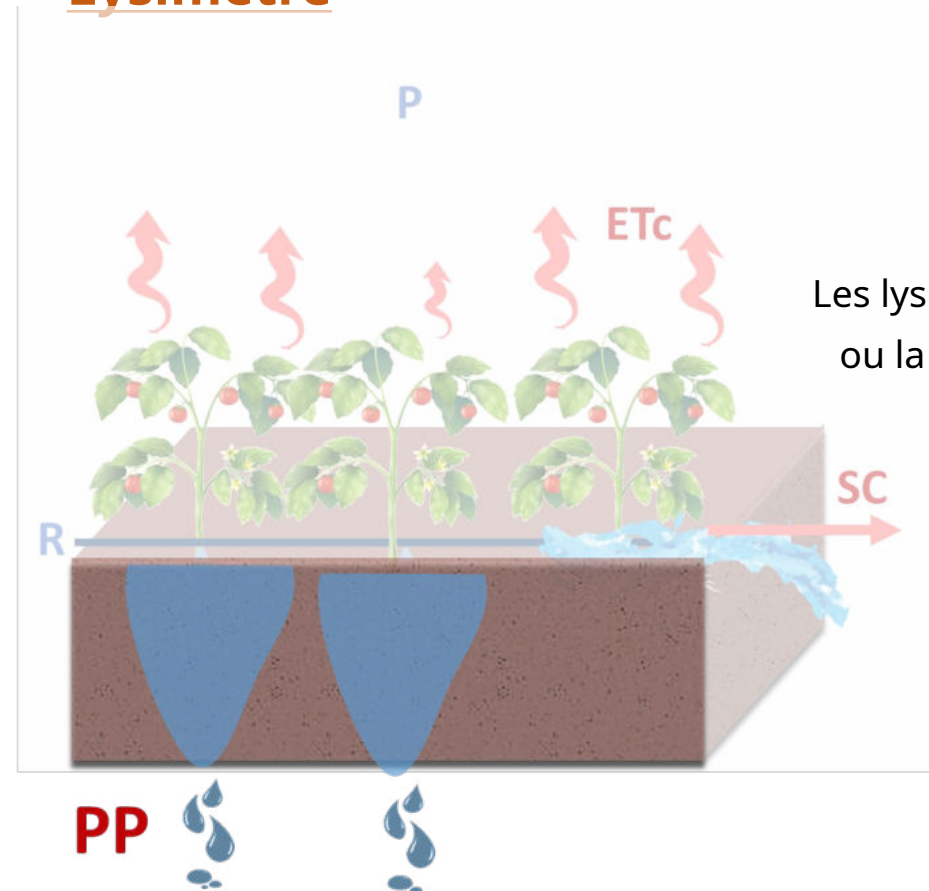
POTENCIAL DE AGUA (KPA)



Surveiller avec des capteurs → Sol



Lysimètre



Les lysimètres mesurent le drainage ou la percolation profonde (PP).



Accueil



Retour

Surveiller avec des capteurs → Climat



Climat



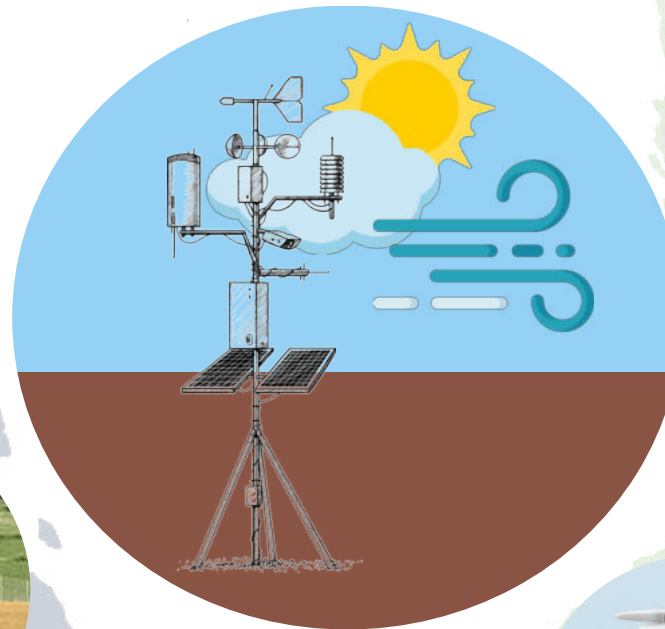
Surveiller avec des
capteurs

Si, au lieu d'accéder aux données climatiques du réseau de stations agroclimatiques publiques, on souhaite disposer de mesures plus précises sur sa propre exploitation, il est nécessaire d'installer une station équipée au minimum des éléments suivants pour déterminer l'évapotranspiration de référence (ET₀) et les apports naturels en eau à la culture..

Pluviomètre



PRÉCIPITATION



Anémomètre
et girouette



ÉVAPOTRANSPIRATION
DE RÉFÉRENCE (ET₀).

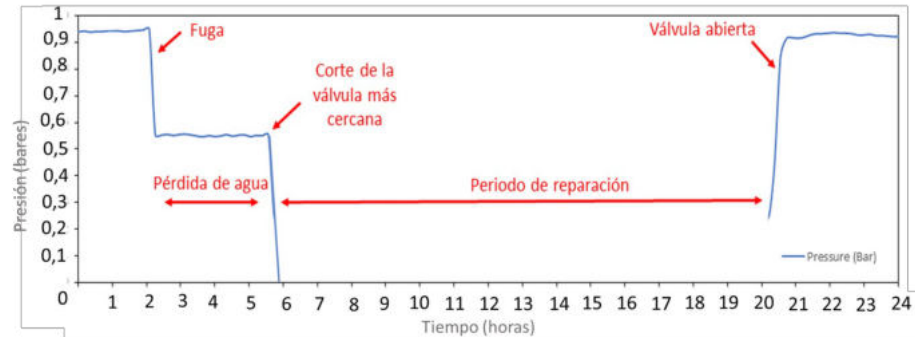
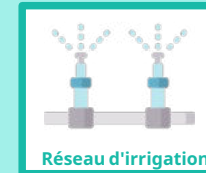


Pyranomètre



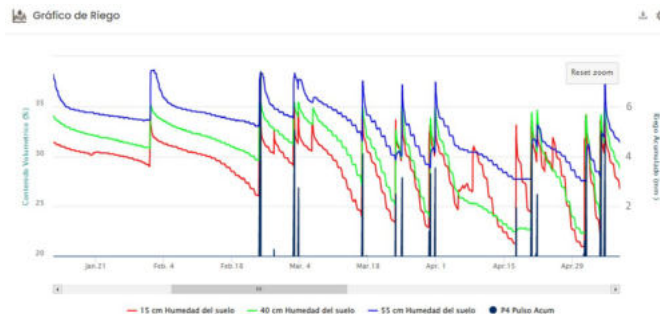
Capteur de température et
d'humidité ambiante

Surveiller avec des capteurs → Réseau d'irrigation



L'utilisation conjointe des capteurs de pression et des débitmètres dans les secteurs d'une installation d'irrigation permet de:

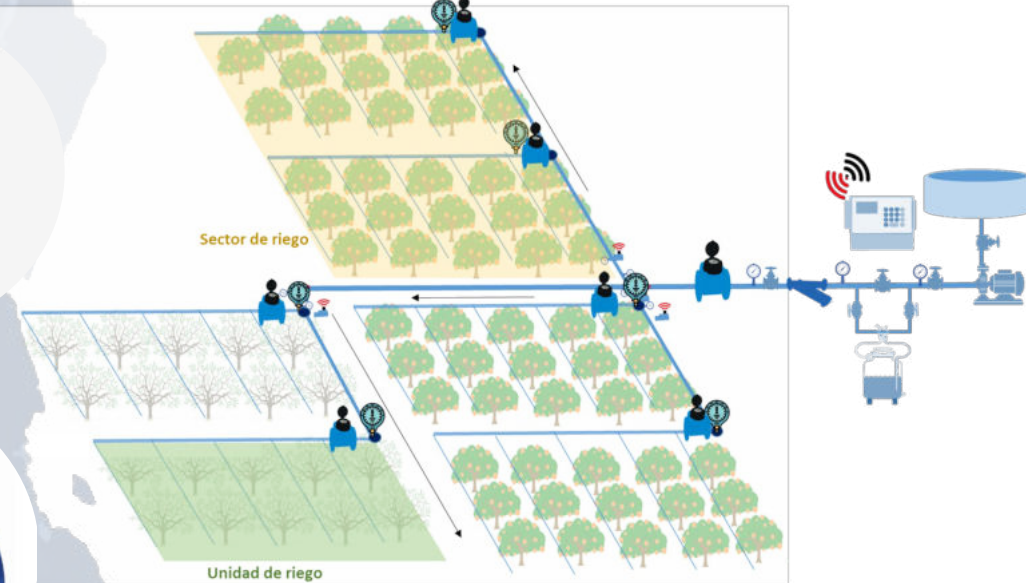
- ❑ Vérifier l'adéquation entre l'irrigation programmée et celle appliquée.
- ❑ Contrôler la consommation → Gestion des dotations d'irrigation
- ❑ Détecter les fuites, obstructions ou inefficacités dans le réseau d'irrigation..



Capteur de pression



Débitmètre/compteur



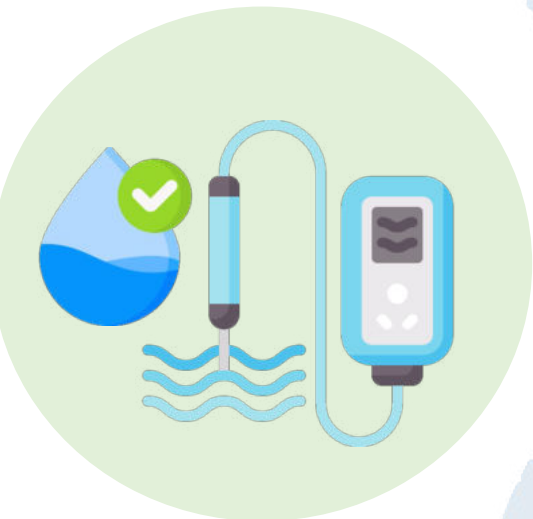
Irriguez-vous avec des eaux régénérées ?

OUI

NON

Surveiller avec des capteurs → Qualité de l'eau d'irrigation

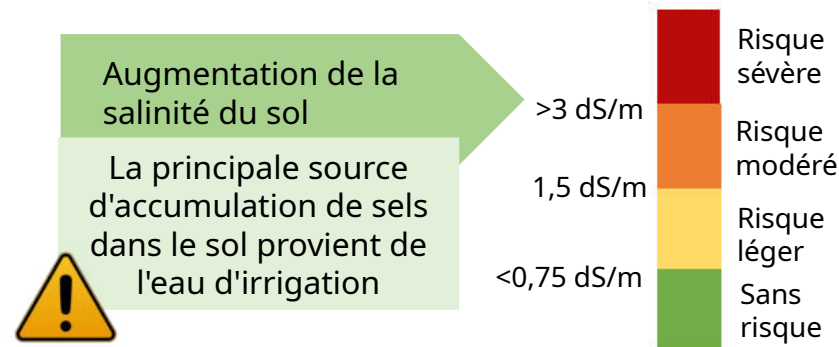
Eaux régénérées : Non



Capteur de
CE



Capteur de pH



Cultivo	0% pérdida		10% pérdida		25% pérdida	
	CEe	CEw	CEe	CEw	CEe	CEw
Tomate	2,5	1,7	3,5	2,3	5	3,4
Melón	2,2	1,5	3,6	2,4	5,7	3,8
Patata	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5
Lechuga	1,3	0,9	2,1	1,4	3,2	2,1
Olivo	2,7	1,8	3,8	2,6	5,5	3,7
Limonero	1,7	1,1	2,3	1,6	3,3	2,2
Manzano	1,7	1	2,3	1,6	3,3	2,2
Nogal	1,7	1,1	2,3	1,6	3,3	2,2
Vid	1,5	1	2,5	1,7	4,1	2,7
Aguacate	1,3	0,9	1,8	1,2	2,5	1,7
Fresa	1	0,7	1,3	0,9	1,8	1,2

Ref. Libro azul SQM, adaptado de "Quality of water for irrigation" R.S. Ayers. Journal of the irrig. and Drain Div., ASCE. Vol 103, Junio 1977

CEe : Conductividad eléctrica del extracto saturado del suelo, en mmhos/cm a 25°C.

CEw : Conductividad eléctrica del agua de riego, en mmhos/cm a 25°C.



EAUX ALCALINES

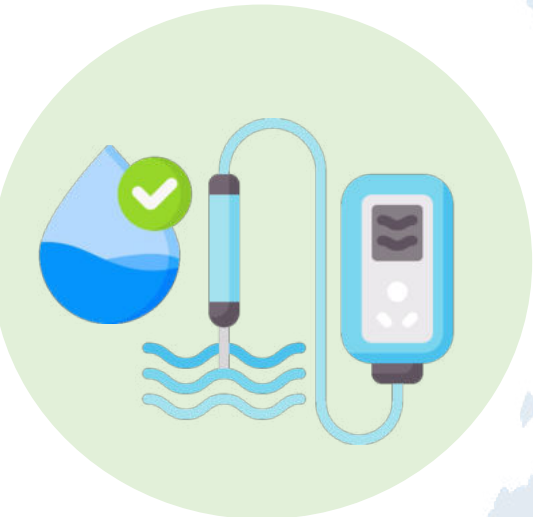
- Les nutriments deviennent insolubles et restent retenus dans le sol.
- Difficulté pour la plante à absorber les nutriments.
- Carences en nutriments comme le magnésium, le phosphate ou le fer.

EAUX ACIDES

- Dommages aux racines.
- Toxicité du sol
- Dissolution et filtration rapides des nutriments → empêche la plante d'absorber les nutriments.

Surveiller avec des capteurs → Qualité de l'eau d'irrigation

Eaux régénérées : Oui



Capteur de CE

La conductivité électrique mesure la concentration de sels dissous dans l'eau. Un excès de sels peut affecter négativement l'absorption de l'eau par les plantes en raison du phénomène de stress osmotique, réduisant ainsi la croissance et la productivité de la culture.



Capteur de pH

Le pH de l'eau affecte la disponibilité des nutriments dans le sol et la santé des cultures. Un pH trop acide (< 5,5) ou trop alcalin (> 8,5) peut provoquer des carences en nutriments ou une toxicité.



Nitrates et phosphates

Ces composés sont essentiels à la croissance des plantes, mais en excès, ils peuvent provoquer des problèmes d'eutrophisation du sol et des masses d'eau, des déséquilibres dans la fertilisation (un excès de nitrates peut entraîner des carences en d'autres nutriments comme le potassium ou le calcium) et des pertes économiques dues à l'application inutile d'engrais



Solides en suspension

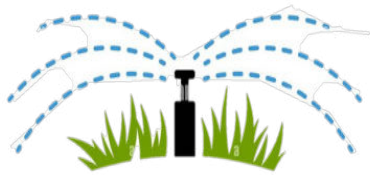
Indique la présence de particules en suspension dans l'eau, telles que des argiles, de la matière organique et des micro-organismes. Si elle n'est pas contrôlée, elle peut entraîner l'obstruction des émetteurs et des filtres d'irrigation, une réduction de l'efficacité de l'irrigation et une augmentation des agents pathogènes adhérant aux particules en suspension.



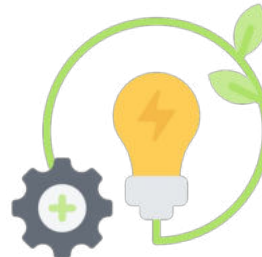
Oxygène dissous

Un niveau adéquat d'oxygène dans l'eau est crucial pour la santé du sol et l'activité biologique. S'il n'est pas contrôlé, des conditions anaérobies peuvent apparaître dans le sol, favorisant des micro-organismes qui produisent des composés toxiques ou réduisant l'activité des micro-organismes bénéfiques, ce qui affecte la disponibilité des nutriments.

Dans quel domaine avez-vous besoin d'aide ?



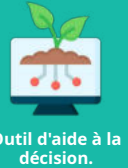
Irrigation



Énergie



Ravageurs et
maladies



Cliquez sur les images. Celles-ci contiennent des liens vers les outils, où vous pourrez également trouver des informations sur leurs fonctionnalités.



Accueil



Retour

Outil d'aide à la prise de decisión → Énergie

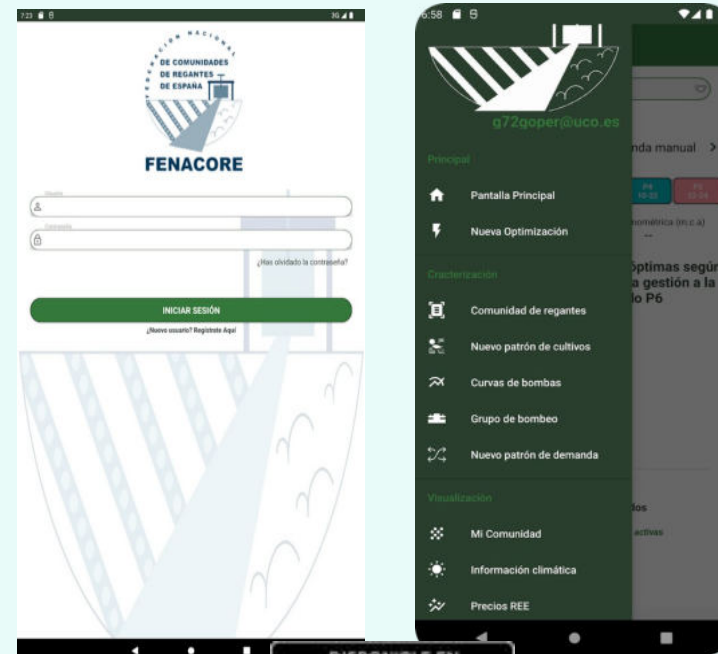


Énergie



Outil d'aide à la
décision.

GESCORE-ENERGÍA



Cliquez sur les images. Celles-ci contiennent des liens vers les outils, où vous pourrez également trouver des informations sur leurs fonctionnalités.

Voulez-vous que l'outil vous permette d'utiliser des informations provenant de capteurs ou une solution sans investissement dans des dispositifs ?

**Solution sans
investissement dans
des capteurs**

**Recommandations
utilisant des données
de capteurs sur le
terrain**

Outil d'aide à la prise de decisión → Irrigation



Recommandations
utilisant des données
de capteurs sur le
terrain





Solution sans
investissement dans
des capteurs

Irriguez-vous avec des eaux régénérées ?

OUI

NON


Accueil

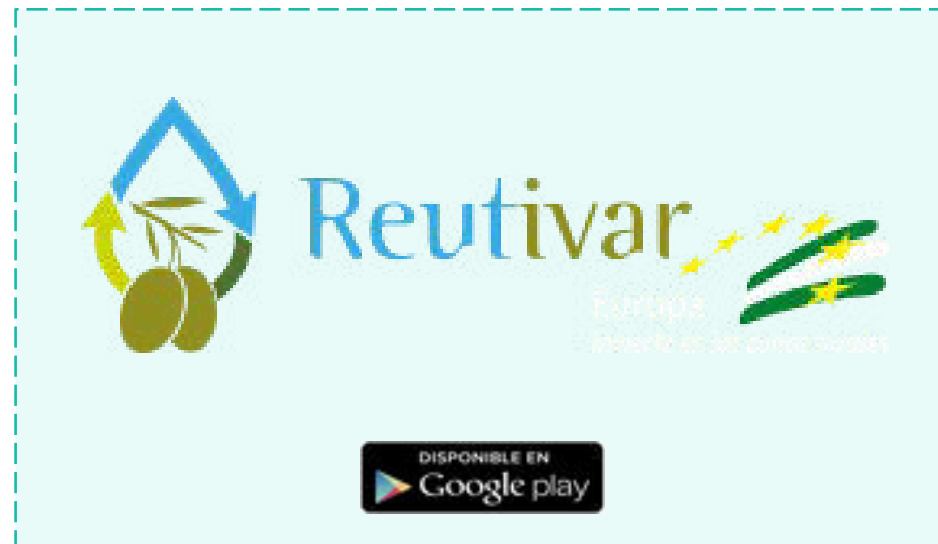

Retour

Outil d'aide à la prise de decisión → Irrigation

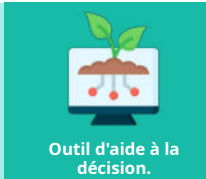


**Solution sans
investissement dans
des capteurs**

Irrigation avec des
eaux régénérée



Outil d'aide à la prise de decisión → Irrigation



Solution sans
investissement dans
des capteurs

Je n'irrigue pas avec
des eaux
régénérées

