

22 septembre 2022, en visio

STRUCTURE	NOM	PRENOM	
AESN	KALIFA	Benjamin	Volet quantitatif Eaux souterraines
	LALLER	Cindy	Chargée d'opération agriculture Ile-de-France
Agriculteur à Montigny Lencoup	DE NORMANDIE	Edouard	Irrigant, élu CARIF et membre OUGC Champigny
Agriculteur à Provins	DE BISSCHOP	Charles	Irrigant & président OUGC Champigny
Agriculteur à Quiers	PLASMANS	Eric	Irrigant
AQUI' Brie	BELLIER	Sandra	Hydrogéologue
	DURANCE	Laurence	Directrice
	PERSONNIC	Marion	Animatrice agricole
	REYNAUD	Anne	Champigny2060
	VOYE	Julien	Champigny2060
ARMINES	GALLOIS	Nicolas	Ingénieur de recherche
CARIDF	OLIVO	Ronan	Conseiller Irrigation
CC Val Briard	GLORIT	Eric	En charge eau et assainissement
CD77	MOSSET	Noemie	Chargée de mission agriculture
DDT 77	ICHANSON	Clément	Responsable de l'unité milieux aquatiques et prélèvements
DRIEAT	MACAIRE	Romarc	Chargé de mission hydrogéologie
Eau de Paris	GIFFARD	Hugo	Chef de projet pôle hydrogéologie
FDSEA77	FABRE	Jean-Baptiste	Juriste en droit de l'environnement
FNE IDF	BEHAR	Françoise	Chargée de mission eau
GAB IDF	LE ROY	Claire	Conseillère grandes cultures et animatrice
SAGE Bassée-Voulzie	BONNOT	Eric	Animateur du SAGE impliqué dans les questions d'irrigation
SyAGE	KHOBADOCUS	Jumaanah	Service gestion milieux aquatique SAGE Yerres

La visio a réuni **22 participants**, d'horizons variés. Le support de présentation est en annexe à partir de la page 7. L'objectif de cette réunion était de comprendre le fonctionnement de **2 outils d'aide à la décision** d'irriguer (**sondes capacitatives Sentek** et logiciel prévisionniste **Net-Irrig**) utilisée par la Chambre d'agriculture et d'avoir le **retour d'irrigants sur l'utilisation de ces outils et les gains attendus.**

1. Les sondes de mesures d'humidité

Ronan Olivo s'occupe du volet administratif de l'Organisme Unique pour la Gestion Collective de l'irrigation (OUGC Champigny) à la Chambre d'agriculture. Il diffuse tout l'été un bulletin de conseil technique et réglementaire sur l'irrigation (Irriplaine). Il utilise un réseau de sondes capacitatives qui mesurent l'humidité du sol *in situ* et sur lesquelles il s'appuie pour faire le conseil d'irrigation dans ses bulletins.

Réseau des sondes capacitatives de la Chambre d'agriculture de Région Ile-de-France, réparti sur les secteurs Irriplaine



Légende sondes:

- Hortiland by
- Maraîchage/horticulture
- Maraîchage
- Maïs
- PFT
- Tomate
- Fraise
- Betterave

pour la pomme de terre elle est posée sur la butte.

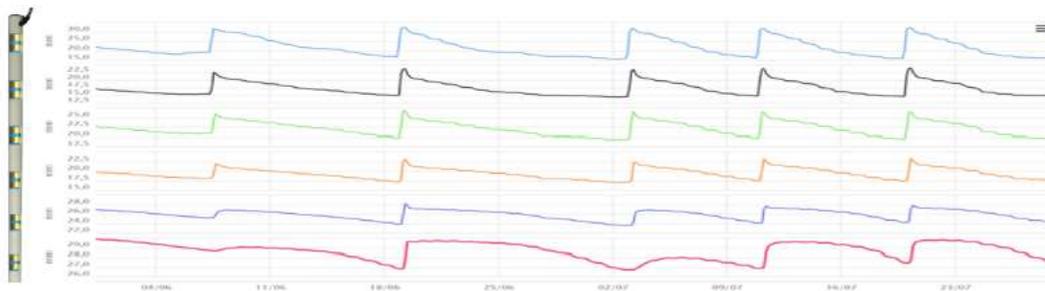
A l'échelle de l'Ile-de-France, il y a 60 sondes en grandes cultures et 60 en maraîchage (non représentées sur la carte ci-contre). **Sur le Champigny, il y a actuellement 12 sondes installées**, 8 sur pommes de terre, 3 sur maïs et 1 sur betterave¹. Une vidéo en ligne permet de voir l'installation : https://www.youtube.com/watch?v=NKweGqSI_9g La sonde est un tube en résine qui contient 6 électrodes qui mesurent tous les 10 cm l'humidité du sol. La sonde se pose à une distance de 8-10 cm de la culture, pour la

¹ ces 3 cultures représentent les ¾ des volumes demandés par les irrigants (35% sont pour la pomme de terre, 27% pour la betterave et 12% pour le maïs), NDLR.

Compte-rendu du 4^{ème} GT irrigation

Question : Combien de sondes dans une parcelle pour être représentatif ? => L'idéal est de poser une sonde par type de sol (limoneux / argileux / sableux ; superficiel / moyen / profond) et par type de culture. Sur le Champigny les parcelles sont souvent homogènes en termes de type de sol. Une sonde permet donc de se faire une idée pour l'ensemble de l'exploitation. Si les sols sont hétérogènes, l'idéal est de choisir la parcelle la plus représentative de l'exploitation.

Il est primordial de bien positionner la sonde, car s'il y a un caillou ou un vide d'air près de la sonde, cela peut fausser les données. L'installation du réseau prend donc du temps, et si jamais la sonde n'a pas été bien installée, il faut retourner sur site. La circonférence mesurée autour de la sonde est d'environ 10 cm sur sols sableux et 20 cm sur sols argileux. Les données sont télétransmises sur une plateforme internet. On visualise les courbes d'humidité aux 6 profondeurs de 5, 15, 25, 35, 45 et 55 cm :



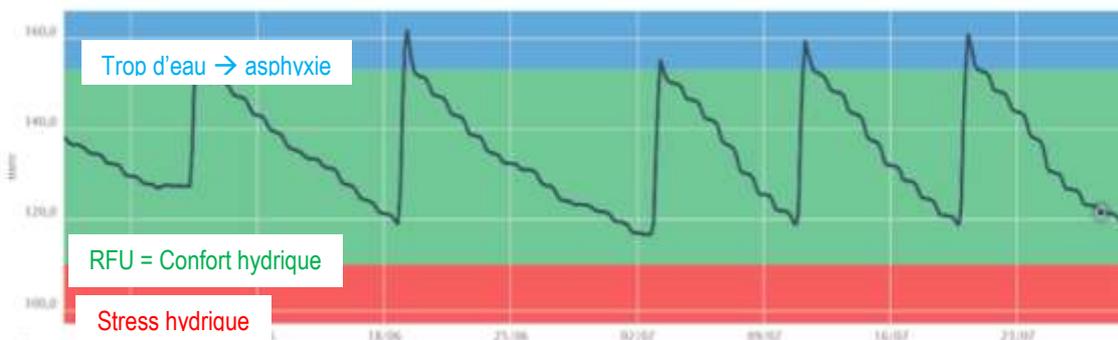
Ce graphique représente l'évolution de l'humidité tous les 10 cm de profondeur jusqu'à 60 cm.

Un 2^{ème} graphique totalise l'humidité de l'ensemble des horizons, avec des seuils qui sont fixés :

- La limite bleu-vert = la capacité au champ à partir de laquelle le champ est totalement en eau, générant même du ruissellement.
- La limite vert-rouge = le bas de RFU (Réserve Facilement Utilisable par la plante). Dans la zone verte, la plante est en confort hydrique, c'est la RFU. Sous cette zone, en rouge, la plante passe en stress hydrique.

Le calage de ces seuils est essentiel, il permet de définir l'étendu de la zone verte, qui conditionne le recourt ou non à l'irrigation au cours de la saison.

Ici on visualise les 5 tours d'eau qui font remonter l'humidité du sol. L'objectif est de se maintenir dans la zone verte.



Question : Est-ce qu'on peut changer les seuils de la zone de stress hydrique et d'asphyxie ? => Oui, Ronan Olivo a la main pour modifier ces seuils. Si l'irrigant a une question, ils en discutent. Au besoin, ils appellent Agralis pour avoir l'expertise technique

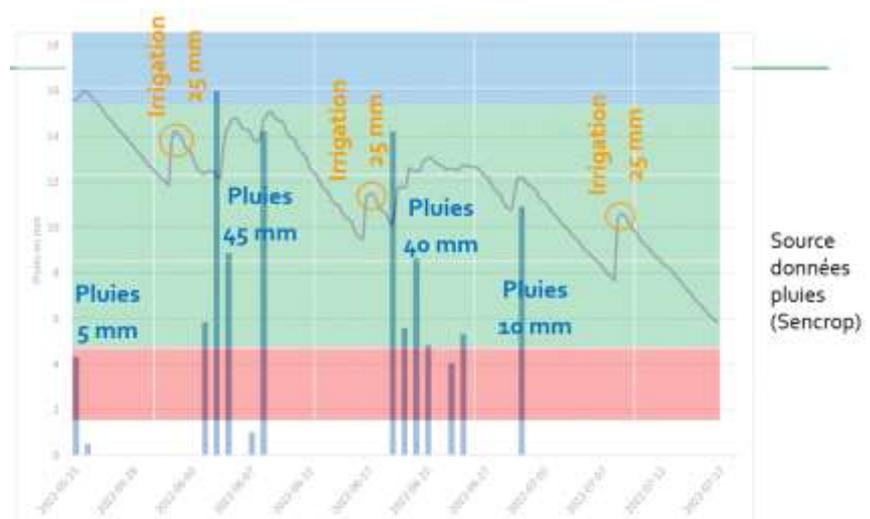
Compte-rendu du 4^{ème} GT irrigation

Question : Est-ce que l'irrigant peut consulter en temps réel et est-ce qu'il peut consulter les sondes des autres ?
 => Oui, il y a une donnée enregistrée par ½ heure, données envoyées sur la plateforme toutes les 6h. L'irrigant a accès à sa courbe et aux conseils de la CARIDF. Sur le Champigny, il a été décidé que chaque agriculteur qui a une sonde peut consulter les sondes des autres. Cela permet d'aller voir des mesures sur des cultures et des types de sol différents, ou de confirmer des mesures sur une situation comparable.

Question : Quel est le coût de la sonde et à qui appartient-elle ? => Les sondes sont fabriquées par la société australienne SENTEK et commercialisées par la société française AGRALIS. Elles coûtent 1 500€ pièce et sont achetées par la Chambre d'Agriculture qui les met à disposition des irrigants pour environ 200€/an. Quand elles sont bien posées, elles fonctionnent très bien et sont réutilisables. La batterie peut tenir 3 saisons. D'après Ronan Olivo, en Ile-de-France, peu d'irrigants achètent en direct des sondes.

Est-ce que ces données peuvent servir à caler des modèles a posteriori, par exemple ceux du PIREN-SEINE ? Ces données sont-elles connectées ? => Elles ne sont pas mises à disposition d'un réseau, il faudrait pour cela une phase de contrôle et de validation.

Ronan Olivo présente les chroniques de cet été pour 2 sondes de pommes de terre (M. De Bisschop et M. Plasmans), en superposant les mesures de la sonde capacitive et les pluies d'une station pluviométrique proche, on voit que les informations sont cohérentes : l'humidité du sol augmente en cohérence avec les pluies tombées.



2. Outil mathématique Net-Irrig

L'outil mathématique Net-Irrig est un outil empirique développé par la Chambre d'agriculture du Loiret. Il s'utilise sur un site internet, il faut rentrer des données d'entrée :

- Les parcelles : type de sol, cultures, date de semis, état structural du sol, nombre de jour pour irriguer toutes les parcelles
- Les données météo : pluies et évapotranspirations
- Les irrigations effectuées : dates et quantités,

puis un calcul informatique fait le bilan hydrique

(entrées/sorties d'eau du système), avec notamment une adaptation de la demande en eau des plantes (évapotranspiration) selon leur stade de développement (coefficient cultural).

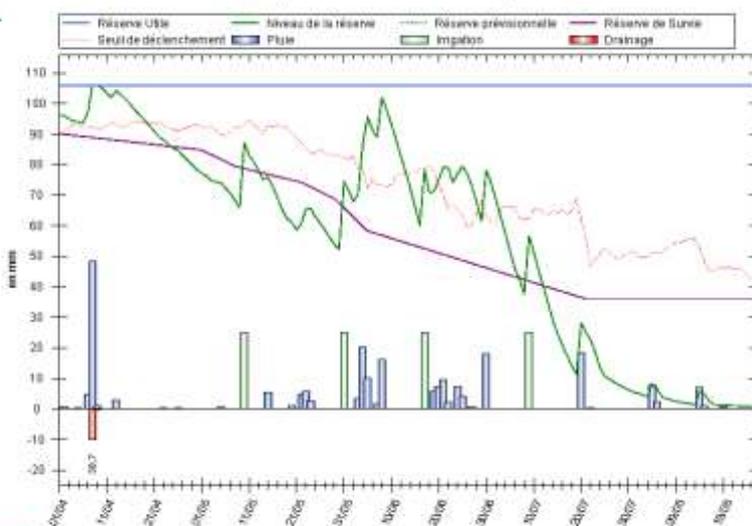
Test sur Pommes-de-terre (Vulaines-les-Provins) – Données à renseigner :



Les cultures :

Parcelle de culture	Pomme de terre
Date de semis	01/09/2022
Etat structural	1-RI 100% disponible
Empoisonnement	40
Reserve utile (mm)	100

Test sur Pommes-de-terre (Vulaines-les-Provins) – Résultat :



Sur le graphique de bilan hydrique ←, l'irrigant visualise :

- Les séquences de pluies et d'irrigation (histogrammes)
- L'état simulé de la réserve en eau du sol (ligne en vert).
- La réserve de survie (ligne en violet). Elle baisse en cours de campagne, car en grandissant les cultures développent leur système racinaire et peuvent puiser l'eau plus en profondeur.

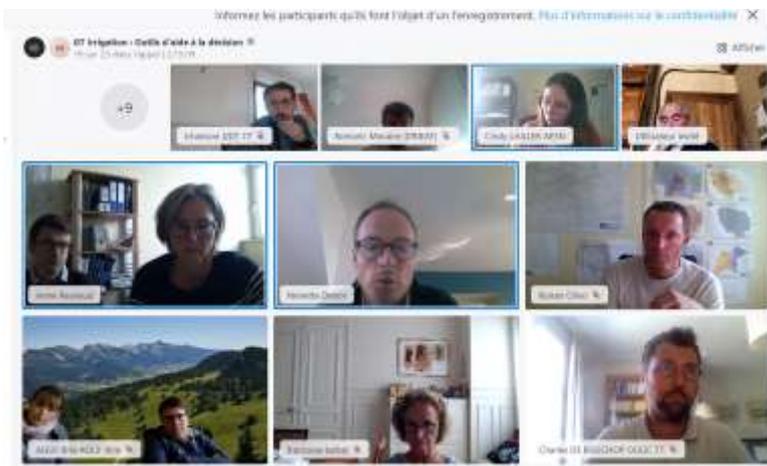
Dans cet exemple de l'été 2022, il y a 2 périodes où l'outil détecte qu'il faudrait arroser (courbe verte passant sous la courbe violette)

mais où, du point de vue des irrigants, il n'y a en réalité pas eu de besoin : début avril parce que c'est le moment où on plante les pommes de terre et le besoin en eau est très faible, et après le 15 juillet où les pommes de terre ont atteint leur fin de cycle cultural et ne nécessitent plus d'eau.

Quand Ronan Olivo compare les 2 approches (par sonde capacitive in situ et par Net-irrig), les différences s'expliquent en partie par le facteur 'pluie'. En effet, La sonde in situ réagit en fonction des pluies tombées sur la parcelle, alors que Net-Irrig utilise les données des pluviomètres les plus proches, ici Nangis à 15 km de l'endroit où se situe la sonde, avec les imprécisions que cela comporte. D'après Ronan Olivo, il est aussi possible d'améliorer le calage de l'outil sur les débuts et fin de périodes, notamment sur les besoins intrinsèques des plantes en fonction de leur cycle cultural.

3. Echanges sur ces outils d'aide à la décision

*Question : Est-ce vraiment une aide réelle, quotidienne à la détermination du volume d'eau à compléter ? => ça permet de déterminer quand est-ce qu'on revient pour irriguer. Charles De Bishop aurait peut-être fait 6 tours d'eau sans la sonde au lieu de 5 réellement effectués. Il estime avoir **gagné un tour d'eau grâce à la sonde**. Avant il faisait un trou dans le sol avec une bêche pour voir l'humidité du sol, avec seulement le bon sens paysan. La sonde permet d'anticiper mais en même temps, il y a d'autres critères à prendre en ligne de compte comme le vent. S'il y a*



Compte-rendu du 4^{ème} GT irrigation

beaucoup de vent il faut aussi éviter d'irriguer. Donc il peut être par exemple pertinent d'arroser en décalé par rapport aux recommandations suite aux mesures enregistrées, pour éviter la période de vent, non mesurée par la sonde. Edouard De Normandie confirme que la sonde dans le maïs permet d'irriguer moins. **Sans la sonde on a plutôt tendance à revenir très souvent. La sonde permet de s'organiser dans son travail** : on voit la courbe, on voit le temps qu'il va faire (vent et pluies annoncées) et on s'organise mieux. Pour Charles De Bischof, si la météo annonce 10-15 mm de pluies à moins de 3-4 jours, il peut repousser l'irrigation. Mais il ne se fie pas aux prévisions de 5-6 jours qu'il ne considère pas fiables. Et en-dessous d'une prévision de 10 mm de pluie, ce n'est pas suffisant sur maïs ou pommes de terre pour repousser un tour d'eau (un tour d'eau fait environ 30 mm ou 300 m³ par hectare).

A-t-on un ordre de grandeur du volume économisé ? => Pour Ronan, en saison sèche, on peut économiser un tour d'eau en début et en fin de saison. Sachant qu'un tour d'eau représente une lame d'eau de 30 mm, cela fait donc 60 mm d'économisé sur un an, soit 600 m³/ha. L'objectif est d'aider l'irrigant à déclencher l'irrigation et à l'arrêter.

Mr Plasmans utilise les sondes depuis 3-4 ans. **C'est une aide mais ce n'est pas un pilote.** Premièrement parce que les investissements réalisés pour l'irrigation sont lourds à porter. Ils calibrent les investissements par rapport à leurs besoins. Avec ses propres équipements, il faut 7 à 8 jours sans arrêter pour avoir fait le tour de la culture (arroser l'ensemble de ses parcelles de pomme de terre). Donc il regarde les courbes, et c'est une aide précieuse, mais **il organise aussi le travail en fonction du temps qu'il va falloir pour tout arroser.** Si météo-France annonce une pluie de 5-10 mm, il n'en tient pas compte. Déjà parce qu'une fois sur 2 la prévision tombe à côté. Et parce qu'entre 5-10 mm et 0 c'est rien par rapport aux apports faits de 25-30 mm. Selon lui il faudrait avoir une 'force de frappe' plus importante (plus d'enrouleurs et de débit de prélèvement) pour répondre à la préconisation de l'OAD, difficilement rentable en termes d'investissements.. S'il faut 4 jours pour tout arroser, il y a de la marge. Mais s'il faut 7 jours ou jusqu'à 10, il n'y a plus aucune marge. Quand on déclenche l'irrigation le 1^{er} jour, les derniers champs reçoivent l'eau 7 jours après, et il faut recommencer dans la foulée pour répondre à la demande climatique. Obligation d'anticiper par rapport à ce que montre la courbe d'humidité. Ronan Olivo précise que ce nombre de jours pour assurer un tour d'eau peut être renseigné dans Net-Irrig, ce qui permet d'anticiper et de savoir à quel moment débiter le tour d'eau.

Pour monsieur Plasmans, **il est difficile d'évaluer les gains avec ces outils.** C'est très variable d'une année sur l'autre. En tout cas, ça permet de vérifier et de montrer ensuite à l'extérieur que l'irrigation est faite dans les règles. Par ailleurs, le prix de l'énergie fait qu'ils évitent d'arroser trop et c'est préjudiciable pour les pommes de terre.

Mr Denormandie a des sondes depuis 3 ans. Il a l'impression qu'il économise un tour d'eau, parce qu'auparavant il revenait trop tôt pour irriguer. Il trouve très bien de savoir où on en est et cela lui permet de s'organiser avec un œil sur la météo à venir.

Question : Est-ce que tous les agriculteurs sont équipés de sonde ou bien c'est une proportion très faible ? => **12 sondes sont installées sur 100 irrigants.** Le bulletin irriplaine, diffusé à tous les irrigants chaque semaine de mai à septembre par la Chambre, permet toutefois de diffuser des informations sur les humidités enregistrées par les sondes, en essayant d'avoir un panel d'irrigants représentatif en termes de cultures et de type de sol.

Question : Est-ce l'irrigation elle-même qui est une charge de travail, où la charge de travail globale sur l'exploitation ? => Tout est lié. Il y a les moissons en juillet, donc la priorité est aux récoltes. Il faut dégager du

Compte-rendu du 4^{ème} GT irrigation

temps pour mettre en place l'irrigation (déplacements de l'enrouleur + mises en route = 1h30 à 2h par jour, plus la gestion des fuites sur un tuyau aérien, avec des sur ou sous-pressions possibles quand on actionne les vannes). L'irrigation doit s'insérer dans l'organisation globale de l'exploitation. Il y a moins de fuites avec les réseaux enterrés, mais c'est plus cher.

Clément Ichanson : Précieux d'avoir des retours des irrigants. Ce n'est qu'un outil d'aide à la décision. Impression qu'il faut quelques années de calage pour identifier les artefacts. Est-ce qu'au bout de 3-4 ans, on peut arriver à être encore plus précis, en prenant en compte le temps des tours d'eau pour optimiser ? => ça reste un outil d'aide à la décision, qui permet de s'organiser et de confirmer ou d'infirmer sa décision d'irriguer.

Romarc Macaire : *Avez-vous une bonne connaissance des sols sur les exploitations ? Diagnostic de sol qui pourrait aider ?* => Oui, lorsque les analyses de sols sont faites (N, P, K), le laboratoire peut faire la composition du sol (argile, sable, cailloux) par parcelle. Ces données sont invariantes et sont rentrées dans le modèle.

Cyndy Lailier : Est-ce que ces outils sont testés sur des variétés plus sobres en eau ? => Pas pour le moment. Ronan Olivo posera la question dans son réseau. Pour Mr Plasmans, cela n'a de sens que pour les cultures qui ont à traverser l'été et ont besoin d'eau.

Est-ce qu'il y a une réflexion sur des variétés plus adaptées à ces chaleurs ? => Certaines variétés de pommes de terre sont plus résistantes à la sécheresse. Mais il faut qu'elles soient référencées dans la grande distribution (aspect, tenue, culinaire...). C'est la même chose pour le maïs, Mr Denormandie travaille avec des variétés dites « aquamax » ou « dry », qui seront capables d'arriver en floraison avant les périodes de chaud et sec, mais c'est la théorie et en pratique on ne sait jamais quand il va faire chaud. On ne peut pas anticiper et l'incertitude est grande : 2021 très pluvieux. 2022 très sec.

Noémie Mosset : *Est-ce qu'on peut espérer économiser 2 tours d'eau chaque année ?* => Malheureusement difficile à répondre car chaque année est différente, en fonction du climat et de l'organisation des exploitations.

<https://www.aquibrie.fr/champigny-2060>

Avril 2021 : 1^{er} GT

Il a fixé une feuille de route

Partage des informations sur l'irrigation sur le Champigny (fiche irrigation)
Retours d'expérience d'autres régions irrigantes
Visites de terrain chez des irrigants

Février 2022 : 2^{ème} GT

A la rencontre d'un irrigant, équipé d'une retenue

Mars 2022 : 2^{ème} atelier

Retours sur la visite
Débat sur la pertinence des retenues
=> Piste à explorer mais Impacts à préciser

Juillet 2022 : 3^{ème} GT

Validation fiche irrigation
Feuille de route 2023-2025

Aujourd'hui : 4^{ème} GT

Echanges sur les sondes et Irrig'Net avec la CARIF et des irrigants

Où en est le GT irrigation ?

2^{ème} semestre 2021

Pré-visites des retenues

- Maraicher - Cueillette
- Producteur pomme de terre

Depuis mai 2022

Sur le terrain avec Ronan Olivo
A la recherche d'experts pour intervenir sur espèces résistantes

Depuis juillet

Dimensionnement de suivis de 2 retenues

8 déc 2022 : 3^{ème} atelier

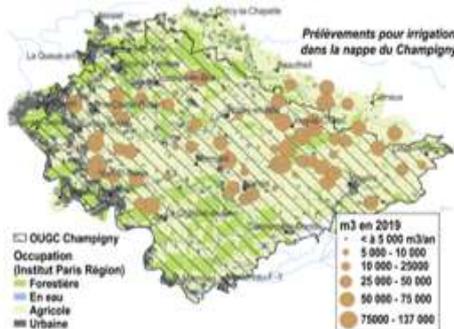
Résultats des premières simulations du modèle mathématique

3

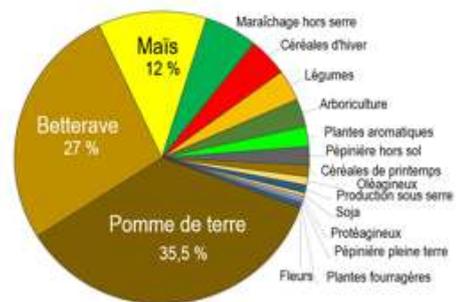
www.aquibrie.fr

Aujourd'hui

❖ La fiche irrigation est imprimée!



Destination des volumes demandés en 2021



❖ Présentation par Ronan Olivo des sondes de mesures d'humidité des sols et de Net'Irrig

❖ Echanges sur ces outils avec 3 irrigants

4

www.aquibrie.fr

Compte-rendu du 4^{ème} GT irrigation

Champigny 2060

GT irrigation

22/09/2022

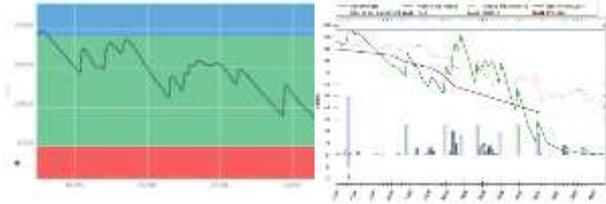
#Champigny2060
Imaginons le futur de la nappe

Sujet

Retours d'expériences sur :

Les sondes capacitives Sentek de mesure terrain de l'humidité des sols

L'outil mathématique empirique de bilan hydrique Net-irrig



Leurs objectifs en tant qu'Outils d'Aide à la Décision :
Utiliser l'eau quand c'est nécessaire, éviter les excès, éviter le stress hydrique

Les sondes Sentek de mesure de l'humidité du sol

Installation

Vidéo du fournisseur français Agralis :

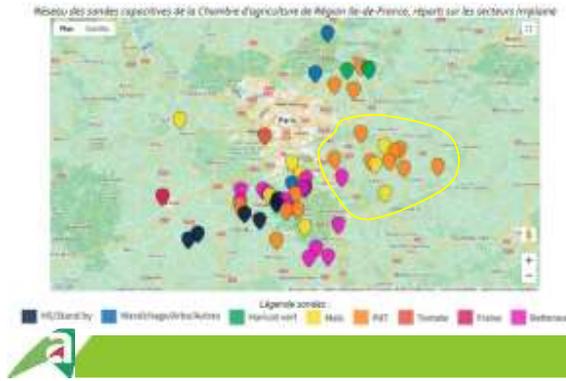
https://www.youtube.com/watch?v=NKweGqSI_gg



Compte-rendu du 4^{ème} GT irrigation



12 sondes installées sur la nappe du Champigny :



Les sondes Sentek de mesure de l'humidité du sol

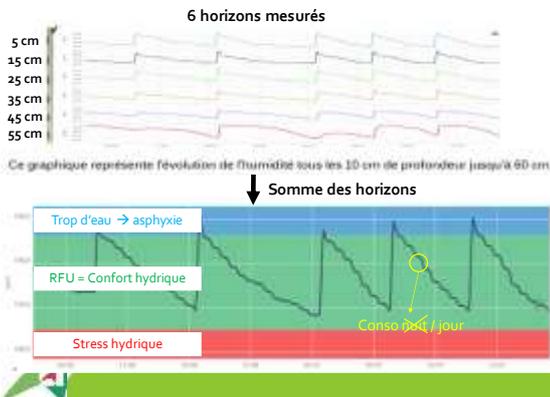
Principe et lecture



Sonde capacitive = tube de résine contenant 6 capteurs/électrodes (1 tous les 10 cm) qui mesurent l'humidité du sol via sa capacité à conduire le courant due à la présence d'eau.



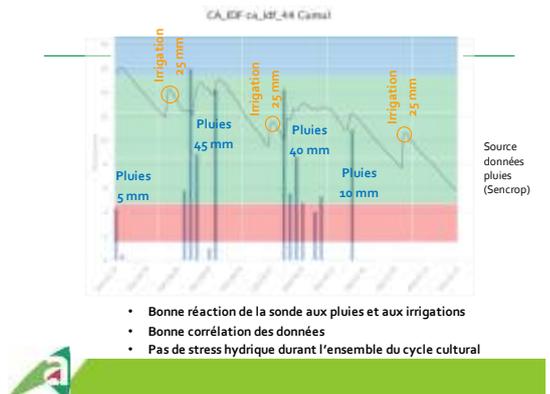
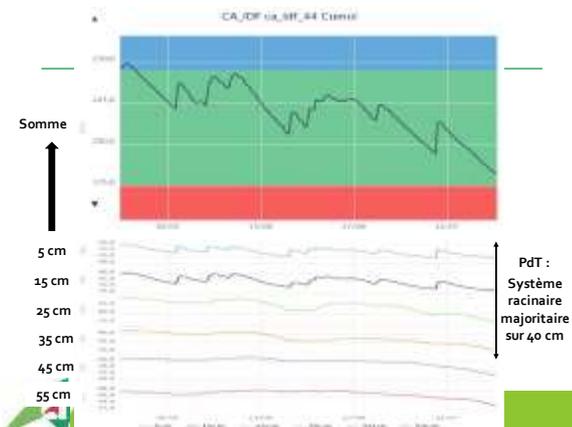
Sonde reliée à un boîtier émetteur qui envoie les données par télétransmission sur un serveur.



Présentation de la plateforme internet

- **Tableau de bord :**
<https://www.aqualis.fr/installations/304/dashboard>
- **Graphiques d'humidité des sols (exemples concrets) :**
Sonde ca_idf_44 – Vulaines-les-Provins :
<https://www.aqualis.fr/installations/304/curves/sentek?equipement=20183>
Sonde ca_idf_43 – Montigny-Lencoup :
<https://www.aqualis.fr/installations/304/curves/sentek?equipement=20169>
Sonde ca_idf_25 – Quiers :
<https://www.aqualis.fr/installations/304/curves/sentek?equipement=15798>

Sonde ca_idf_44 et 25 – Pommes-de-terre - Vulaines-les-Provins et Quiers :



Compte-rendu du 4^{ème} GT irrigation

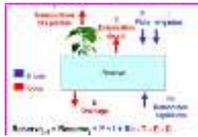
L'outil mathématique Net-Irrig

Principe

Bilan hydrique :
Entrées / Sorties

Recherche d'équilibre :

$$\text{Réserve utilisable du sol} + P + I (+ Rc) = \text{ETP} * Kc (+ D)$$



En fonction du type de sol et du type de culture

Test sur Pommes-de-terre (Vulaines-les-Provins) – Données à renseigner:

Test sur Pommes-de-terre (Vulaines-les-Provins) – Résultat:



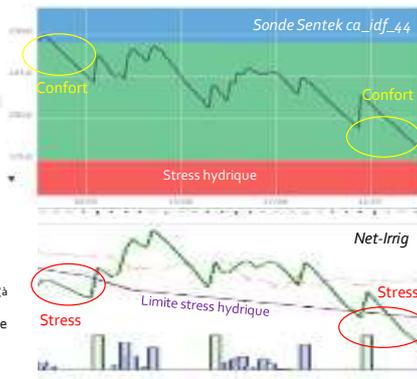
Comparaison Sonde Sentek / Net-Irrig

Observations :

- Même réponse générale
- 2 différences majeures

1^{ères} analyses :

- Pluviométrie très localisée
- Sonde = au champ
- Net-Irrig = Nangis (à 15 km)
- Différence de calage de la réserve utilisable du sol



Comparaison Sonde Sentek / Net-Irrig

Observations :

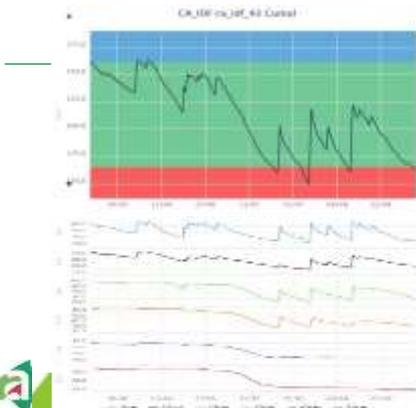
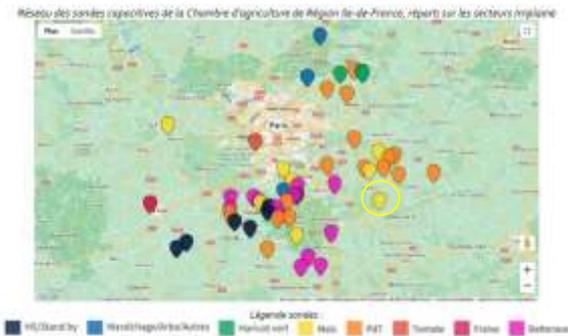
- Même réponse générale
- 2 différences majeures

1^{ères} analyses :

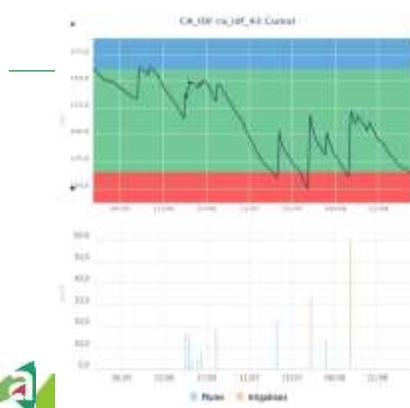
- Pluviométrie très localisée
- Sonde = au champ
- Net-Irrig = Nangis (à 5 km)
- Différence de calage de la réserve utilisable du sol
- De consommation en fin de cycle



Sonde ca_idf_43 – Maïs – Montigny-Lencoup :



Maïs :
Système racinaire majoritaire sur 60 cm



Compte-rendu du 4^{ème} GT irrigation

Comparaison Sonde Sentek / Net-Irrig

Observations :

- Même réponse générale
- 1 décalage sur le stress hydrique

1^{ères} analyses :

- Décrochage anormal de la sonde
- Différences de pluviométrie
 - Sonde = au champ
 - Net-Irrig = Nangis (à 13 km)



Comparaison Sonde Sentek / NetIrrig : conclusions

Sonde	Net-Irrig
Installer la sonde dans les règles de l'art.	
Bien définir : <ul style="list-style-type: none"> - Le type de sol (et les problèmes de structures éventuels) - La date de semis 	
Bien caler les seuils de réserve utile en eau utilisable par la plante via ses racines.	
	Avoir des données pluviométriques très localisées.
Indiquer les dates et quantités de pluies et d'irrigations.	Indiquer les dates et quantités d'irrigations.
Avoir des retours des agriculteurs sur l'adéquation entre comportement de l'OAD et réalité.	

Vos réactions

Vos retours d'expérience

Merci !

Ronan OLIVO
 Tél. : 01 64 79 31 15 / 06 07 18 14 37
 Mail : ronan.olivo@idf.chambagri.fr