

Les outils d'aide au pilotage de l'irrigation : les sondes tensiométriques et capacitives

Principe

Les sondes tensiométriques et capacitives permettent d'évaluer la disponibilité en eau du sol. La connaissance de ce paramètre clé du pilotage de l'irrigation apporte des éléments de réponses aux irrigants pour prendre la décision de démarrer l'irrigation, de reprendre après une pluie, ou encore de lancer le dernier tour d'eau de la campagne.

Comment ça marche ?

Les sondes tensiométriques ou tensiomètres

La tensiométrie possède la particularité de ne pas mesurer directement la quantité d'eau présente dans le sol mais sa disponibilité pour la plante. Autrement dit, les sondes tensiométriques mesurent la force que la racine doit déployer pour extraire l'eau du sol. Cette mesure est exprimée en centibars (cbars).

Les sondes Watermark sont assurément le matériel de mesure le plus connu dans le monde agricole. Le principe de fonctionnement est simple : un morceau de gypse placé au bout de la sonde réagit aux différentes tensions de l'eau dans le sol. Les variations électriques occasionnées sur la pierre sont transmises à un boîtier qui traduit cet influx électrique en tensions. Les valeurs des tensions mesurées sont comprises entre 0 cbars lorsque le sol est saturé en eau à 200 cbars lorsque le sol est totale desséché.

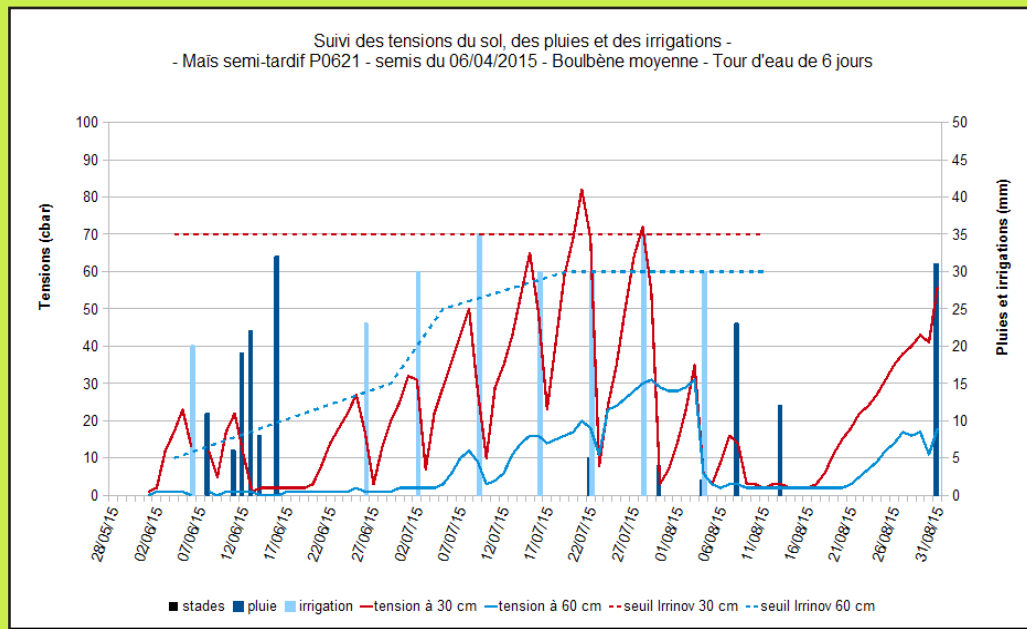
La tensiométrie permet d'avoir une mesure rapide, mais ponctuelle et limitée en profondeur. L'association de plusieurs sondes à différentes profondeurs est souvent utilisée en réponse à ce problème. Généralement, 6 tensiomètres sont installés par parcelle suivie, à 2 profondeurs différentes (30 et 60 cm en grandes cultures). Les mesures peuvent être effectuées de 2 façons :

Manuellement, avec un boîtier de lecture portatif qui fournira une mesure instantanée. Aucun enregistrement des données possible et il donc nécessaire de se déplacer dans la parcelle tous les 2 à 3 jours pour suivre l'évolution des tensions

Automatiquement, avec un boîtier fixe qui enregistrera les données à intervalle de temps défini. Il est possible de mettre en place sur ces boîtiers, une télétransmission vers un ordinateur par système GPRS, ce qui permet de consulter en quasi temps réel les tensions mesurées. Sans cette télétransmission, il faut se rendre sur la parcelle avec un appareil type « tablette » prévu pour relever l'historique des enregistrements, puis les transférer sur ordinateur pour leur lecture.



L'analyse des données s'effectue à partir de la médiane des valeurs mesurées : médiane des tensions à 30 cm et celle à 60 cm. Leur interprétation pour une culture de maïs est à relier aux seuils référencés dans la méthode Irrinov® élaborée dans les années 2000 par l'Institut du végétal Arvalis. Selon le type de sol et le stade de la culture, un seuil de déclenchement de l'irrigation est préconisé.



Le graphique ci-contre présente le suivi tensiométrique réalisé sur une campagne, avec les apports d'irrigation, les précipitations, les médianes à 30 et 60 cm et les seuils de déclenchement de l'irrigation.

Les sondes capacitatives

Le principe des sondes capacitatives est de mesurer via la « permittivité diélectrique du sol », une humidité du sol. Cela permet de connaître le stock d'eau (en mm) sur la profondeur explorée par la sonde.

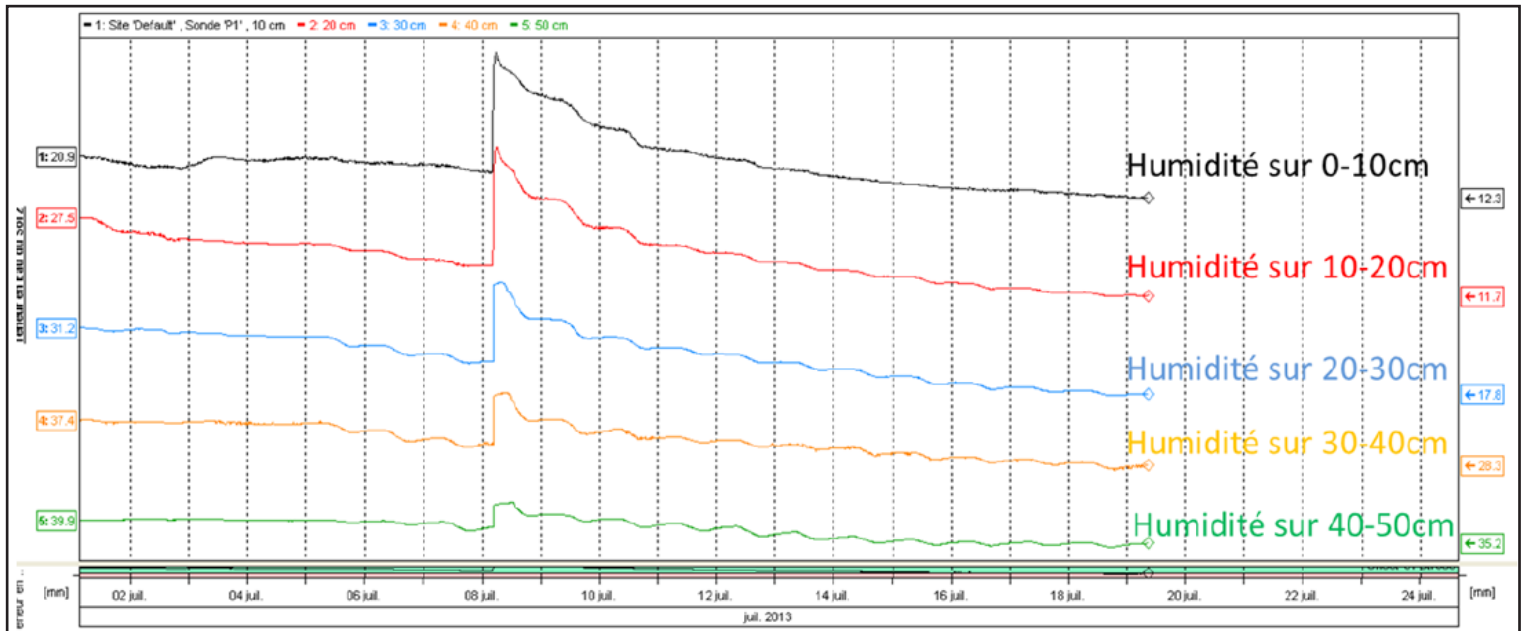
Il existe 2 types de sondes capacitatives : les fixes qui mesurent en continu l'humidité du sol dans un lieu donné de la parcelle et des sondes mobiles que l'on déplace à plusieurs endroits dans une ou plusieurs parcelles, où des tubes sont déjà implantés.

Chaque sonde est équipée de plusieurs capteurs disposés dans un tube, les uns en dessous des autres, tous les 10 cm. Ainsi, pour chaque horizon de 10 cm de sol, la sonde fournit un pourcentage d'humidité, convertissable en millimètres d'eau. Exemple : 30 % d'humidité pour l'horizon 0-10 cm signifie qu'il y a 30 mm d'eau dans cet horizon de 10 cm de profondeur.

Généralement, les données enregistrées sont transmises sur serveur par un modem GPRS. Elles sont ensuite compilées sous forme de graphiques.



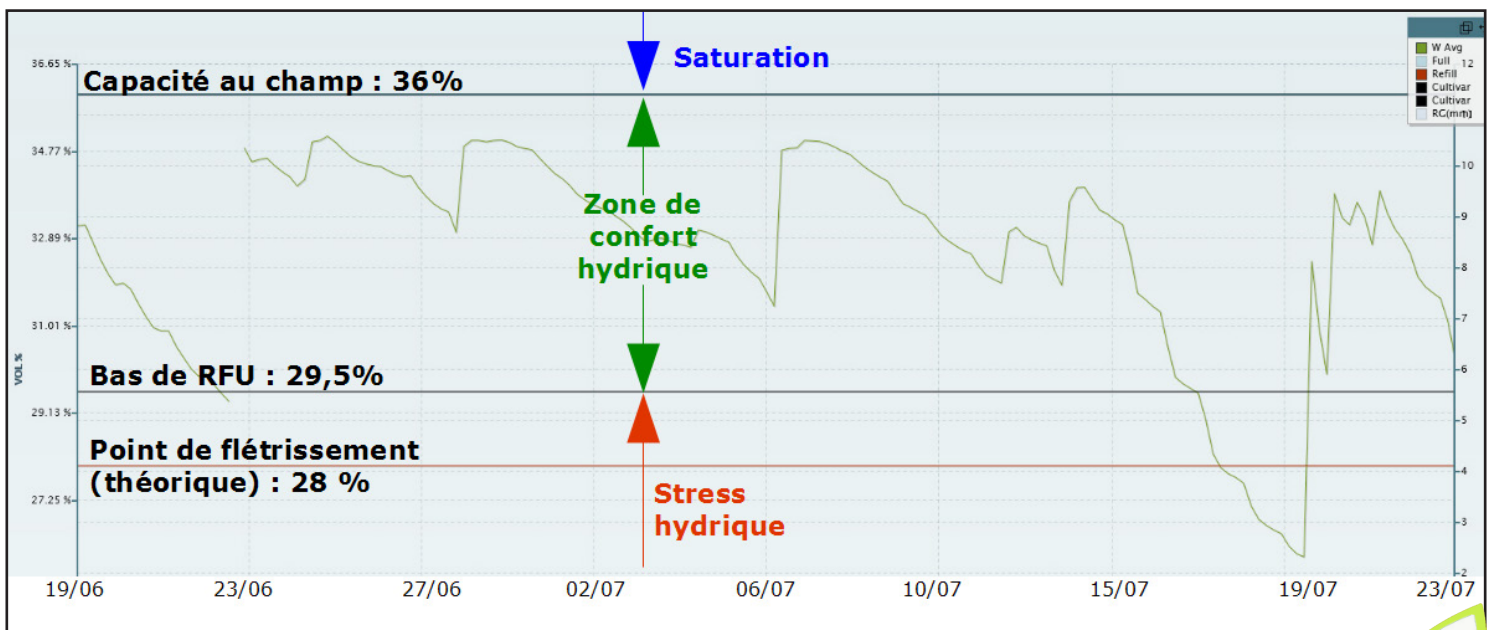
Un premier graphique permet de décrire l'évolution du stock d'eau horizon par horizon. Ce type de graphique est prépondérant dans l'analyse de la variation d'humidité du sol et permet d'observer concrètement où se situent les consommations ainsi que le temps et la vitesse d'humectation de chaque horizon, suite à un tour d'eau ou à une pluie : graphique ci-dessous.



Un autre graphique représente la moyenne pondérée des humidités des horizons qui est calculée selon l'enracinement plus ou moins profond de la culture (graphique ci-dessous). Il permet de décrire l'évolution globale du stock d'eau du sol. Celui-ci possède des caractéristiques qu'il faut connaître afin d'interpréter les courbes produites.

Paramètres à déterminer avant le début de la campagne (pour cela, installer les sondes le plus tôt dans la saison) :

- **capacité au champ** = borne haute du réservoir correspondant à la quantité d'eau maximale que le sol peut stocker
- **point de flétrissement permanent** = borne basse du réservoir correspondant à la quantité d'eau restante dans le sol mais non disponible pour la plante.
- **réserve utile** = différence entre les deux bornes
- **réserve facilement utilisable (RFU)** = quantité d'eau accessible sans difficulté pour la plante





Comparatif sondes tensiométriques - capacitives

	Mesure de l'humidité volumique (%) ou mm d'eau	Mesure de la tension de l'eau dans le sol
	Sondes capacitives	Sondes Watermark®
Les +	<ul style="list-style-type: none"> - capteurs de bonne qualité donnant des valeurs en % d'humidité volumique ou mm d'eau moyennant un étalonnage mesures précises ; - mesures en continu, enregistrement et télétransmission possible pour les sondes fixes ; - visualisation directe de l'enracinement efficient des plantes par zone de prélèvement et de son évolution dans le temps ; - permet d'apprécier la porosité ou la compaction du sol par horizon et éventuellement de diagnostiquer des problèmes agronomiques (croûte de battance, semelle de labour, ...). 	<ul style="list-style-type: none"> - bon rapport qualité / prix - des méthodes avec seuils référencés IRRINOV® - mesures en continu, enregistrement et télétransmission possible pour les sondes fixes
Les -	<ul style="list-style-type: none"> - coût élevé - volume de sol mesuré faible (quelques centimètres autour du capteur) - pose minutieuse et délicate du tube d'accès ou du capteur - étalonnage nécessaire pour mesurer précisément l'humidité du sol - l'interprétation des mesures demande de la technicité 	<ul style="list-style-type: none"> - volume de sol mesuré faible (quelques centimètres autour du capteur) - nécessité de poser plusieurs tensiomètres à différentes profondeurs - installation fastidieuse des tensiomètres - plages de mesures limitées et donc parfois peu adaptées aux conduites en irrigation restrictive à tension élevée - l'interprétation des mesures demande de la technicité - possibilité d'imprécisions (mauvais positionnement, usure prématurée de la sonde...)
Les aspects techniques	<ul style="list-style-type: none"> - 1 sonde par parcelle ou par type de sol - disposition du site de mesures en début de tours d'eau du bloc d'irrigation - positionnement à 20 cm du rang pour le maïs et le sorgho / dans le rang pour les céréales et les pois 	<ul style="list-style-type: none"> - 3 sondes à 30 cm et 3 sondes à 60 cm pour chaque parcelle ou par type de sol - disposition du site de mesures en début de tours d'eau du bloc d'irrigation - positionnement à 20 cm du rang pour le maïs et le sorgho / dans le rang pour les céréales et les pois

Les aides

Les sondes tensiométriques et capacitives, au titre des appareils de mesures permettant d'améliorer les pratiques d'irrigation, peuvent bénéficier d'un taux d'aide de 40% dans le cadre de la mesure 413 du Programme de Développement Rural Régional (PDRR) 2014-2020 (remplaçant de l'ancien PVE). Plus d'informations sur cette mesure : <http://www.europe-en-lrmp.eu/FEADER/>

Sources bibliographiques

Les sondes capacitives, Chambre d'agriculture de Vendée
Les outils d'aide au pilotage de l'irrigation, Chambre d'agriculture Pays de Loire

En partenariat avec :
 l'Agence de l'eau Adour-Garonne et le CasDar



Contacts et informations :

Hugo GABRIEL : Conseiller en gestion de l'eau
Julien NEDELLEC : Conseiller en énergie

05.63.48.83.83
www.tarn.chambagri.fr