



## IRRIGATION PILOTAGE DE PRÉCISION

© Un dossier préparé par Henri Etignard, Aurélien Groult, Florentin Portail et Matthieu Schubnel

Pilotage de matériels à distance, sondes capacitatives ou tensiométriques, agriculture de précision avec la technologie de l'irrigation à taux variable ou « VRI » (*variable rate irrigation*)... les solutions pour rendre l'irrigation plus vertueuse ne manquent pas. Dans ce domaine, les constructeurs rivalisent d'ingéniosité et utilisent les équipements les plus modernes pour offrir aux utilisateurs toujours plus de confort, de services et de précision pour optimiser l'apport en eau. Dans ce dossier, nous sommes allés à la rencontre de deux agriculteurs à la pointe de la technologie. Nous avons fait le tour des nouveautés présentées au cœur du village « irrigation » du dernier salon Innov-Agri 2019, organisé à Ondes dans la Haute-Garonne. Nous avons également interrogé un expert du secteur.

LESPERON (LANDES)

SCEA LAGRAVE

## LES SONDES CAPACITIVES SÉCURISENT LES TOURS D'EAU

Ludovic Dupouy, associé et chef de culture à la SCEA Lagrave, située dans le département des Landes, gère l'irrigation à l'aide de pivots, en monoculture de maïs semence, grâce à des sondes capacitatives. Celles-ci sécurisent les interventions et permettent un pilotage à distance de l'ensemble du système.



**LUDOVIC DUPOUY**, associé et chef de culture à la SCEA Lagrave, apprécie les sondes capacitatives pour leur facilité d'installation et de mise en œuvre.

« **U**ne erreur lors des passages d'irrigation, et la sanction est immédiate », affirme Ludovic Dupouy, l'un des trois associés et chef de culture de la SCEA Lagrave. L'exploitation, située à Lesperon, dans les Landes, produit exclusivement du maïs semence. « Nous ne sommes généralement pas limités dans nos apports en eau. Le plus souvent, nous réalisons un passage de pivot

tous les deux jours, avec 12 mm par tour en moyenne. Mais les sols sableux de notre région s'avèrent très filtrants et n'ont pas une grande réserve utile. Leur aspect extérieur seul ne suffit pas pour connaître leur état hydrique. » C'est pourquoi les associés de l'exploitation ont investi, il y a trois ans, dans des sondes capacitatives AquaCheck de la société Corhize. Avec elles, ils pilotent toute l'irrigation de leur ferme en mono-

culture de maïs semence. Les terres de la SCEA Lagrave s'avèrent homogènes, les associés ont décidé d'investir dans trois sondes, représentant un maillage suffisant pour leurs 140 ha de culture, sur 160 ha de surface agricole utile (SAU). « Dans l'idéal, une sonde doit être rattachée à un pivot. De plus, un biais peut apparaître dans les terrains plus hétérogènes, nécessitant un investissement plus conséquent en nombre



La sonde AquaCheck du fabricant Corhize se met en place facilement à l'aide d'une simple tarière, de même diamètre que la sonde, soit 32 mm.

## COMMENT FONCTIONNE UNE SONDE CAPACITIVE ?

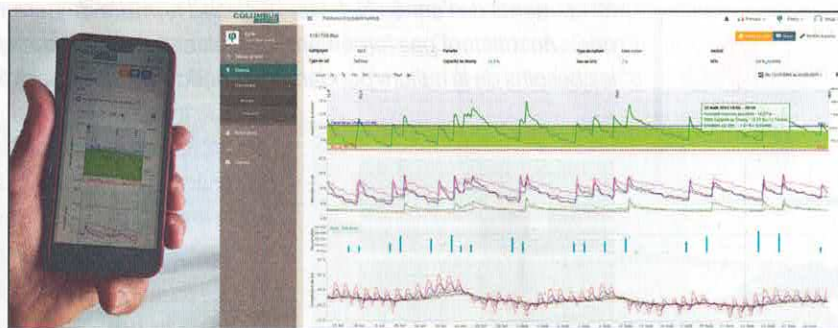
Une sonde capacitive mesure l'humidité et, éventuellement, la température d'une couche de sol. Pour cela, un capteur capacitif envoie un courant électrique dans un volume de sol qui l'entoure afin d'en mesurer la permittivité diélectrique, critère de définition du taux d'humidité. Un capteur évalue un volume tous les 10 cm de profondeur, à intervalles de temps réguliers et paramétrables. Le fabricant Corhize en monte jusqu'à 15 sur sa sonde AquaCheck, soit de 20 à 150 cm de profondeur. Il propose deux modes de transmission des données : avec ou sans télémétrie. Depuis la plateforme web Columbus, l'opérateur visualise les valeurs d'humidité (en % et en mm), ainsi que la température et la conductivité (selon les sondes). Il a également accès à la réserve

utile du sol et à des courbes des humidités moyennes pondérées ou cumulées. Il peut notamment paramétrer des alertes par SMS ou par e-mail, ou encore exporter les données vers Excel.

La sonde AquaCheck de la société Corhize mesure le taux d'humidité d'un volume de sol, tous les 10 cm de profondeur, à l'aide de capteurs capacitifs.



La sonde capacitive permet, d'une part, de valider la dose d'eau effectivement irriguée ou le volume de pluviométrie, et, d'autre part, d'anticiper le redémarrage de l'irrigation après une pluie.



de sondes pour assurer un maillage suffisant », prévient Ludovic Dupouy. La présence d'une sonde capacitive dans la parcelle permet, d'une part, de valider la dose d'eau effectivement irriguée ou le volume de pluviométrie, et, d'autre part, d'anticiper le redémarrage de l'irrigation après une pluie. « Cet outil d'aide à la décision représente un bon allié pour sécuriser les interventions. Il permet de confirmer ce que l'on voit en surface ou d'intervenir sur ce que l'on ne voit pas toujours à l'œil nu », apprécie le chef de culture. Facile à mettre en place, la sonde s'enfonce dans le sol à l'aide d'une simple tarière. Elle nécessite un calibrage préalable déterminant une fourchette de

teneur hydrique à l'intérieur de laquelle l'irrigation doit être déclenchée. « La dépendance à la technologie, notamment le paramétrage lors de la première installation puis à chaque nouvelle saison d'irrigation, peut imposer un échange avec un technicien du fournisseur », affirme comme seul regret l'agriculteur.

### Pilotage à distance

Chaque sonde communique à l'aide du réseau téléphonique, via un boîtier de télémétrie intégré, et autorise la consultation des données (humidité et température) depuis un smartphone. « L'application sur le téléphone s'avère très intuitive et permet de voir, en un

clin d'œil, le taux d'humidité, sur 70 cm de profondeur. Elle informe, à distance, sur l'excès ou le manque d'eau. Même si la sonde teste le sol sur une profondeur de 60 cm, seuls les 20 premiers centimètres de la couche arable se révèlent intéressants dans nos sols filtrants », ajoute Ludovic Dupouy. La consultation à distance des données autorise le déclenchement, également à distance, d'un passage de tour d'eau, les pivots étant eux aussi commandés à distance via une application. « Depuis le bureau, je suis ainsi capable de piloter toute l'irrigation de l'exploitation en quelques clics », conclut l'agriculteur.

✎ Aurélien Groult

Depuis l'application Columbus, l'opérateur visualise l'état hydrique du sol entourant chaque sonde.

LA FERTÉ-HAUTERIVE (ALLIER)

CHRISTOPHE GUDIN

## LA SUPERPOSITION DE DONNÉES FACILITE LA PRISE DE DÉCISION EN MATIÈRE D'IRRIGATION

Christophe Gudin est céréalier dans l'Allier. Il irrigue ses parcelles mais se questionne à propos des quantités d'eau à apporter afin d'en limiter l'usage. Dans ses terres hétérogènes, il recroise un maximum d'informations afin de prendre les bonnes décisions au moment opportun.



**CHRISTOPHE GUDIN** recherche des solutions pour optimiser l'irrigation de ses parcelles. Il s'appuie notamment sur des cartes satellites pour déterminer les besoins en eau de ses cultures.

« **J**e produis des cartes de rendement depuis 1998, expose Christophe Gudin, céréalier sur la commune de La Ferté-Hauterive, dans l'Allier. Celles-ci sont intéressantes mais difficilement exploitables pour piloter l'irrigation. Elles donnent un aperçu des rendements de l'année N-1, lesquels ne reflètent pas forcément les besoins de la culture pendant

la saison en cours. Imaginez que les densités de semis soient différentes sur une même zone d'une année sur l'autre, les besoins en intrants et en eau changent ainsi beaucoup. De plus, cette pratique nécessiterait d'implanter la même culture tous les ans. Avec des rotations sur 3, 4 voire 6 ans, un grand nombre de paramètres peuvent évoluer entre le rendement de la récolte précédente, sa capacité à absorber les

éléments nutritifs du sol et les besoins en eau de la culture en cours. » À l'aide de son équipement de guidage de la marque AG Leader, l'agriculteur enregistre la vitesse d'avancement lors des opérations de travail du sol. Cette donnée lui permet d'estimer la dureté de la terre et donne une idée de la texture et de la structure du sol. La prise de décision implique également de connaître les parcelles. « Sur mon exploitation, les sol



## LES SATELLITES POUR MODULER LES INTRANTS

Chaque année, Pioneer fournit à Christophe Gudin des cartes représentant la masse végétative de ses parcelles. Des satellites, des avions ou des drones survolant les champs prennent des photographies de ceux-ci. Un traitement des images annule l'impact des conditions météorologiques et de luminosité au moment des prises de vues. Les données sont ensuite comparées à des modèles agronomiques afin de déterminer le taux de biomasse et la teneur en chlorophylle. En fonction des attentes de l'agriculteur, et des résultats escomptés tenant compte des caractéristiques locales, le fournisseur peut émettre des préconisations pour les apports à venir, notamment en azote. Ces cartes permettent aussi de localiser d'éventuelles zones touchées par une maladie.



La durée de cycles des enrouleurs ne permet pas d'anticiper des conditions climatiques changeantes, telles un orage.

SYMAVAL PRIX - PERRROT

s'avèrent très hétérogènes. Les terres noires absorbent la chaleur, alors que les zones plus blanches se réchauffent plus en surface et génèrent une plus grande évaporation. Il faut prendre ce phénomène en compte pendant les périodes de fortes chaleurs », confie Christophe Gudin. Afin d'estimer plus finement les besoins en eau de ses cultures, l'agriculteur multiplie les sources d'information. Chaque année, Pioneer

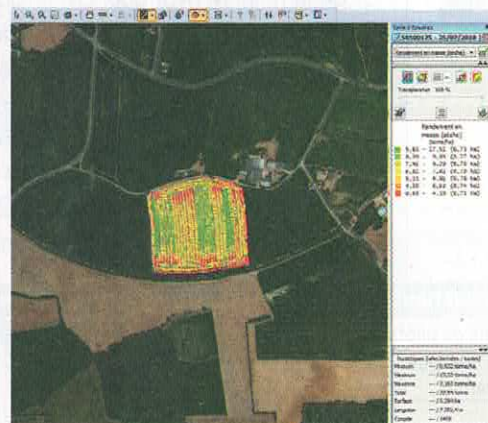
lui fournit une cartographie aérienne de ses parcelles, représentant la masse végétative.

### Superposer les cartes

Ces prises de vues sont opérées en juin ou en juillet. « Elles constituent un outil précieux dans la prise de décision. Malheureusement, à la période à laquelle je dispose de ces informations, le démarrage de la culture est déjà bien avancé. Ces cartes constituent surtout un bilan du début de croissance. Après, si le manque d'eau, ou le surplus, est vraiment prononcé, il peut être compliqué de corriger le tir. » L'agriculteur admet qu'il lui est difficile d'anticiper les quantités d'eau à apporter. Il s'appuie alors sur des cartes de préconisation pour la dose de semis, qui lui servent lors de l'implantation de la culture. Il les recroise avec les cartes de réalisation, qui représentent la densité de semis réelle. « Ceci ajoute une couche d'informations supplémentaire pour appréhender les besoins en eau. Nous utilisons ces cartes aussi pour les apports d'azote. Dans l'idéal, il faudrait appliquer à l'irrigation les technologies qui se déploient dans la pulvérisation. On pourrait imaginer un système combinant plusieurs types de buses, dont l'ouverture serait pilotée afin de moduler le débit sur chaque tronçon de rampe. » En attendant de telles innovations, l'agriculteur découpe les zones arrosées par ses pivots ou

ses rampes afin d'ajuster l'apport. « Le problème réside dans le fait que cette modulation s'applique à toute la rampe en même temps. Les différentes zones décrivent donc des bandes, dans le cas des rampes, ou des camemberts, avec les pivots. » Concernant les enrouleurs, le problème est le même. Le parcellaire de

L'agriculteur aimerait pouvoir moduler le débit de chaque buse de ses rampes et pivots d'irrigation.



Les informations issues des cartes de préconisation, de réalisation et de vitesse de travail du sol sont compilées pour aider à la prise de décision.

Christophe Gudin ne permet pas d'installer des rampes ou des pivots partout. Celui-ci doit donc recourir aux enrouleurs, dont la gestion de débit zone par zone n'est pas permise. En plus, le temps que le tour d'eau se termine, les conditions peuvent évoluer. « Par exemple, il est difficile d'anticiper un orage », conclut l'agriculteur. **Florentin Portail**

**SERGE ESCURAING,**

gérant de Corhize, une société spécialisée dans la distribution d'outils d'aide à la décision ciblés sur le pilotage de l'irrigation, revient sur les différentes solutions du marché destinées à évaluer le niveau de la réserve en eau du sol des parcelles cultivées.

**« LES PRIX DES ÉQUIPEMENTS ONT BIEN BAISSÉ »**

**P**armi les outils dédiés au pilotage de l'irrigation, l'agriculteur dispose de trois types de solutions d'évaluation de la disponibilité en eau du sol : le bilan hydrique, les sondes tensiométriques et les sondes capacitatives (voir tableau). Selon Serge Escuraing, la méthode du bilan hydrique (dont la version la plus récente a été portée sur Internet par Arvalis-Institut du végétal) présente un intérêt pour vulgariser l'approche et sensibiliser les agriculteurs sur le sujet de la réserve en eau des sols. Cette dernière est évaluée en tenant compte des consommations en eau de la culture fondée sur l'ETp (évapotranspiration potentielle) et des apports naturels par les pluies ou par l'irrigation. Selon l'expert, cette méthode compte cependant quelques limites. Les sondes tensiométriques et les sondes capacitatives, plus récentes et plus précises, mesurent l'état réel du sol. Une fois ces sondes installées au champ, l'agriculteur peut suivre aisément l'évolution de la réserve hydrique. Le tensiomètre se compose de plusieurs capteurs installés en différents points de la zone de mesure sur une profondeur de 30 et 60 cm. La sonde capacitive, elle, ne requiert qu'une seule implantation par parcelle, par type de sol ou par équipement d'irrigation, par exemple sous le pivot, car elle mesure l'humidité dans un volume de sol représentatif. Quel que soit le capteur utilisé, l'expert préconise son installation au stade six

feuilles (en maïs) et un retrait avant la récolte. « Le choix de l'emplacement d'implantation de l'appareil de mesure dans le champ est déterminant, rappelle Serge Escuraing. La préconisation habituelle est d'installer l'équipement dans la zone où la RFU [réserve facilement utilisable] s'avère la plus limitante. »

**Une économie en eau d'au moins 10 à 20 %**

Aujourd'hui, le pilotage précis de l'irrigation se développe principalement sur des cultures à forte valeur ajoutée. « Le prix des sondes a déjà bien baissé au cours des trois dernières années, passant de 2 200 à 1 500 € en raison d'une baisse du coût du matériel de télémétrie », analyse Serge Escuraing. Le coût d'un système de pilotage se raisonne à la parcelle plutôt qu'à l'hectare, car un équipement peut servir une année sur une petite parcelle et une autre sur une grande. Certaines régions encouragent l'utilisation de ces technologies au travers d'aides « PCAE » (plan de compétitivité et d'adaptation des exploitations agricoles). Quant aux bénéfices attendus par un pilotage précis de l'irrigation, l'expert avance a minima une économie en eau de 10 à 20 % sans pénalisation du rendement. Selon l'expert, le retour sur investissement en production de semences oscille entre deux et quatre ans selon les surfaces. © Matthieu Schubnel

**CARACTÉRISTIQUES DES PRINCIPALES SOLUTIONS D'ÉVALUATION DE LA RÉSERVE EN EAU DU SOL UTILISABLES PAR L'AGRICULTEUR**

Solutions de pilotage	Bilan hydrique	Tensiomètres ou sondes tensiométriques	Sondes capacitatives
Période d'arrivée sur le marché	Années 1970	Années 1980	Fin des années 1990
Principe de fonctionnement	Calcul à partir d'estimations de l'ETp, du coefficient cultural et de la RFU	Mesure d'une tension d'équilibre sur la surface de contact du capteur	Mesure de l'humidité et de la température en évaluant la permittivité diélectrique d'un volume de sol
Précision de l'évaluation	+	++	+++
Mode d'installation	Ne requiert aucune installation, excepté celle des pluviomètres	6 tensiomètres à 30 et 60 cm de profondeur, à 20 cm du rang (maïs, sorgho) ou dans le rang pour les céréales et les pois	1 sonde entre 2 pieds de maïs, à 5 cm du rang ou dans le rang pour les céréales et les pois. Mesures d'humidité et température, tous les 10 cm de profondeur
Tâches requises pour l'agriculteur	Relevés réguliers des pluviomètres et tenue d'un registre. Récupération des ETM pour chaque culture	Installation de l'équipement au champ	Installation de l'équipement au champ
Coût	Gratuit (bulletins d'avertissements agricoles), ou bilans en ligne plus précis et payants de type Irréilis	Env. 1 200 à 2 000 € par sonde selon les fournisseurs et la configuration	Env. 1 500 à 1 800 € par sonde avec télémétrie et pluviomètre connecté
Principales marques et fournisseurs	Chambres d'agriculture (bulletins), Arvalis-Institut du végétal (Irréilis)	Watermark (Challenge Agriculture, Arc en Ciel, Agroressources, Weenat...)	AquaCheck (Corhize, Sencrop...), Sentek (Agralis)