

Défi 4

► Évaluer et valoriser les potentialités du sol, gérer les ressources hydriques et minérales

OPTIMISER LE DISPONIBLE ►

FAIRE SAUTER LES LIMITES DES RAISONNEMENTS AVEC LE PILOTAGE INTÉGRAL DE LA FERTILISATION AZOTÉE, MOBILISER EXPERTS ET PARTIES PRENANTES POUR METTRE AU POINT LA MÉTHODE BAS-CARBONE GRANDES CULTURES OU BIEN ENCORE, TESTER UN PROTOTYPE DE CONDUITE D'IRRIGATION DU MAÏS QUAND L'ACCÈS À L'EAU EST RESTREINT : TROIS EXEMPLES DES TRAVAUX D'ARVALIS AUTOUR DES RESSOURCES FONDAMENTALES DES GRANDES CULTURES.

Le concept de pilotage « intégral » de la fertilisation azotée privilégie le raisonnement des apports en fonction des besoins instantanés des plantes. Il s'affranchit ainsi de doses prévisionnelles estimées *a priori*. Les agriculteurs ont en effet besoin d'outils performants pour optimiser les apports d'azote sur leur culture de blé avec un double objectif : améliorer l'efficacité agronomique et réduire les pertes vers l'environnement. Ce projet, qui a démarré en 2013, illustre bien le rôle d'ARVALIS à l'interface entre la recherche académique et le développement agricole. Tout a commencé avec la thèse CIFRE de Clémence Ravier, co-financée par ARVALIS et co-encadrée avec INRAE soutenue en 2017. Le concept s'appuie sur trois principes fondamentaux : un pilotage exclusivement basé sur des indicateurs liés à la plante et estimés en temps réel, des doses d'apports raisonnées sur la base de trajectoires plancher d'indice de nutrition azotée (INN) et des dates d'apport guidées par les conditions pédoclimatiques pour optimiser la valorisation de l'azote. Suite à la thèse, la mise en œuvre de ce concept s'est déclinée en deux méthodes complémentaires portées, l'une par INRAE (APPI-N) et l'autre par ARVALIS (*CHN-conduite*). Depuis 2017, un réseau expérimental associant une cinquantaine de partenaires (Chambres d'agriculture, coopératives, négoce, CETA...), animé par ARVALIS, vise à adapter ce raisonnement du pilotage intégral dans tous les contextes français de production de blé dur et de blé tendre. Le déploiement à grande échelle passe par une gamme d'outils intégrant ce nouveau concept. INRAE a fait le choix, avec APPI-N, d'un outil utilisable en toute autonomie par les agriculteurs, mais qui nécessite une forte implication de ces derniers. ARVALIS a choisi de développer des outils « clés en mains », reposant sur l'utilisation du modèle de culture *CHN*, couplé à ses données de télédétection pour maximiser ses performances agronomiques. Ce couplage a été testé en expérimentations dès la campagne 2017-2018 et a intégré



ARVALIS propose un nouvel outil accessible gratuitement via internet pour calculer en quelques clics l'effet fertilisant des produits organiques ou biosourcés. Un tutoriel proposé dans le cadre du projet Interreg Nord-Ouest ReNu2Farm est accessible sur la chaîne Youtube Arvalis-TV.

depuis la campagne 2019-2020 une spatialisation intraparcélaire des conseils. L'année 2020 a vu aboutir un certain nombre de travaux de R&D concernant le projet *CHN-conduite* : contextualisation des règles de décision, assimilation de données de télédétection par le modèle *CHN*, spatialisation du conseil... C'est également une année charnière avant la mise au point d'un prototype opérationnel, et les premiers tests en parcelles agriculteurs dès la campagne 2020-2021 dans le cadre du réseau partenarial. Les premiers tests commerciaux sont envisagés pour la campagne 2022-2023. Le pilotage intégral, régulièrement partagé au sein du Comifer et du RMT *Bouclage*, doit également être reconnu par les autorités, pour être compatible avec la réglementation en vigueur.

Le collectif au service du bas-carbone

Officiellement lancé le 23 avril 2019 par le ministère de la Transition Écologique, le Label bas-carbone (LBC) est le premier système français de labellisation de pro-

TÉMOIGNAGE

THOMAS NESME,
Professeur d'agronomie -
Bordeaux Sciences Agro



PhosphoBio, projet CASDAR démarré en 2020, est le premier projet que nous déposons avec ARVALIS, mais nous entretenons depuis longtemps des contacts scientifiques et pour l'encadrement d'étudiants. Le montage de ce dossier a été très fluide et ARVALIS a montré une grande rigueur dans sa construction. L'équipe d'ARVALIS possède une réelle appétence pour ces sujets agroécologiques et le projet va pouvoir bénéficier de son réseau de terrain.

Nous allons, pendant trois ans, nous consacrer au statut phosphaté des sols conduits en agriculture biologique. Le projet repose à la fois sur des interrogations de chercheurs face aux objectifs ambitieux du développement du Bio, et sur des questions d'agriculteurs Bio quant à la fertilité de leurs sols. Il comporte trois volets : un état des lieux d'environ 200 parcelles conduites en AB partout en France, l'étude de la réponse des cultures Bio à la disponibilité en phosphore du sol et la construction et modélisation de scénarios de développement du Bio et l'évaluation de leurs conséquences pour le statut phosphaté des sols.



L'utilisation de capteurs tels que le *Field Sensor* permettent de travailler sur le pilotage en dynamique de la fertilisation azotée du blé dans la perspective d'un développement sur le terrain du modèle *CHN-conduite*.

jets de compensation carbone volontaire pour réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) et atteindre la neutralité carbone en 2050. Le LBC définit un cadre permettant la reconnaissance de méthodes sectorielles, qui explicitent la façon de comptabiliser et de vérifier les réductions d'émissions (émissions de GES évitées et/ou suppléments de stockage de carbone dans lessols). Une fois approuvées par la DGEC, ces méthodes doivent être suivies pour faire labelliser des projets, pour faire reconnaître et financer

des réductions d'émissions. C'est dans ce cadre que les producteurs de grandes cultures ont donné mandat à leurs instituts techniques (ARVALIS, Terres Inovia, ITB et ARTB) de rédiger une méthode LBC pour le secteur des grandes cultures.

Ce projet qui s'est intégralement déroulé sur l'année 2020 est un bon exemple de la réactivité d'ARVALIS et de sa capacité à fédérer un grand nombre d'acteurs autour d'un même objectif. Le comité de rédaction, co-animé par ARVALIS et Agrosolutions, a structuré un consortium ambitieux, dans l'objectif d'associer efficacement tous les partenaires motivés avec un comité d'experts, un comité des usagers et un comité scientifique constitué de représentants de l'ADEME, I4CE, ADEME, DGEC pour anticiper le passage devant le comité formel de validation de la méthode.

En l'espace d'une année, les instituts techniques de grandes cultures ont su s'organiser et se déployer efficacement sur un nouveau dispositif, au service des producteurs.

stratégie d'irrigation lorsque la ressource est limitée or, une part non négligeable du maïs irrigué en France subit des restrictions d'usage de l'eau. C'est pourquoi ARVALIS a conduit pendant plusieurs années des expérimentations aux champs pour définir la meilleure stratégie en fonction du niveau de limitation de la ressource disponible. Un tel dispositif ne peut s'envisager que sur plusieurs années, pour intégrer l'aléa climatique, et de préférences sur plusieurs sites contrastés. Ce réseau expérimental, riche d'enseignements, a permis de définir les meilleures stratégies à suivre dans les contextes des essais (groies de Poitou-Charentes et alluvions du Tarn). Il a surtout permis de mettre en exergue la nécessité de recourir à la modélisation pour définir la stratégie gagnante en fonction du contexte agropédo-climatique.

Un prototype de pilotage de l'irrigation en volume limité a été développé à partir du bilan hydrique d'*Irré-LIS*[®]. Son cahier des charges a été formalisé en 2019, en valorisant les enseignements des études menées dans le cadre de l'UMT *Eau*. Les premiers tests sur des situations réelles d'un client *Irré-LIS*[®] réalisés en 2020 sont encourageants.

Tous ces livrables sont à usage strictement interne pour le moment, mais l'objectif est de disposer à court terme d'un module- *Irré-LIS*[®] de pilotage en volume limité, dans un premier temps sur maïs et à moyen terme sur les autres cultures prises en charge par l'outil.

TÉMOIGNAGE

CHRISTIAN CORDONNIER,
Directeur général -
Coopérative Terre Atlantique



La thématique carbone est un sujet que nous travaillons au sein de la coopérative. Nous avons donc participé, avec le président, à la demi-journée organisée par ARVALIS. Nous étions une dizaine d'entreprises représentées pour une vingtaine de personnes et la réunion a fait un bon tour d'horizon. Nous venons pour reprendre les fondamentaux et les intervenants ont bien fait l'état des lieux avec l'ensemble des éléments à intégrer sur le carbone, ce que veut dire un bilan carbone à long terme pour une culture, la stratégie bas carbone 2050... J'ai particulièrement apprécié que l'agriculture et ses enjeux aient été au cœur de ce séminaire. Nous poursuivons sur le sujet qui demande naturellement un engagement sur la durée.

TÉMOIGNAGE

THOMAS PACAUD,
Responsable de l'équipe
agronomie-environnement,
Chambre régionale
d'agriculture
Auvergne-Rhône-Alpes



La Chambre d'agriculture entretient des collaborations de très longue date avec le bureau régional ARVALIS de Clermont-Ferrand, notamment autour de l'expérimentation variétale. L'idée a émergé lors d'une de nos discussions, de réunir tous les acteurs qui s'intéressent à la fertilité des sols dans la région Auvergne-Rhône-Alpes avec, notamment, l'Isara et ses experts. Baptisé *Fertisols*, ce projet sur deux ans a permis de mettre en commun nos différentes ressources pour mieux les valoriser. Nous avons rédigé des fiches outils, disponibles en ligne sur le site *Fertisols.fr*. ARVALIS s'est particulièrement impliqué dans la coordination et dans la rédaction des fiches en mettant à disposition une personne.



LA MÉTHODE BAS-CARBONE GRANDES CULTURES CONSTRUITE EN MOINS D'UN AN

Le Label bas-carbone a été créé pour encourager la dynamique vers la neutralité carbone à horizon 2050. Partant du principe que c'est dans le secteur des grandes cultures que réside un des plus forts potentiels de stockage de carbone en France, les producteurs et leurs instituts techniques, dont ARVALIS, ont élaboré une méthode qui prend en compte la totalité des leviers de réduction des émissions de GES du secteur ainsi que les pratiques visant à stocker davantage de carbone. Le projet a été déposé le 9 décembre 2020 au ministère de la Transition écologique. Cette méthode s'articule avec les méthodes déjà formalisées ou en cours de rédaction, dans le secteur agricole ou les autres secteurs. Elle s'inscrit naturellement dans un mouvement plus global tel que l'initiative *4 pour 1000*. Grâce au mécanisme de photosynthèse chlorophyllienne, les végétaux captent en effet d'importantes quantités de carbone présent dans l'air et en stockent une partie dans les sols. À titre d'exemple, un hectare de céréales fixe 5 à 6 tonnes d'équivalent CO₂ par an. L'initiative « *4 pour 1000* » vise à augmenter les quantités de carbone fixées dans les sols de quatre pour mille par an, via des pratiques agricoles spécifiques (implantation de cultures intermédiaires entre deux grandes cultures, fertilisation à base de matière organique...) afin de compenser les émissions de CO₂ issues des activités humaines et des énergies fossiles utilisées en agriculture (tracteurs, machines agricoles, chauffage...).

TÉMOIGNAGE

JOSÉPHINE PEIGNÉ,
Enseignante-chercheuse
Isara spécialiste
de la fertilité des sols



Je travaille régulièrement avec ARVALIS depuis une quinzaine d'années, dans le cadre d'essais et pour le partage de résultats dans différents projets. En 2011, nous avons mis en place un réseau d'essais communs car il existait peu de référence en semis direct sur nos types de sols en Auvergne-Rhône-Alpes. Puis, en 2018, un projet dans le cadre de financement régional PEPIT a pris la suite. Il s'agit de comparer les systèmes de culture avec labour et en semis direct sur le long terme. Les suivis se terminent cette année tant sur la station de Lyon-Saint Exupéry que sur l'exploitation où nous comparons, sur des bandes de culture coupées en deux, les croissances des cultures, les adventices et le sol. On voit que la fertilité du sol, surtout dans les premiers centimètres, s'améliore avec les semis directs dans des sols sensibles à la battance. La synthèse de tous les résultats donnera lieu à des communications durant l'automne et l'hiver.



MERCI AUX CULTURES INTERMÉDIAIRES

La nouvelle version de *MERCI*, lancée fin 2020, dispose d'un site internet dédié : <https://methode-merci.fr>. ARVALIS a œuvré à la mise à jour de cette Méthode d'Estimation des Restitutions par les Cultures Intermédiaires dans le projet du même nom, porté par la Chambre régionale d'Agriculture de Nouvelle-Aquitaine (2018 - 2020). Elaborée en 2010 par cette dernière, elle permet d'estimer la biomasse produite par les cultures intermédiaires et leur effet fertilisant pour la culture suivante à partir d'un simple prélèvement au champ. *MERCI* repose sur le couplage des références « terrain », pour déterminer les teneurs en éléments minéraux d'une cinquantaine d'espèces de cultures intermédiaires, et des références obtenues par simulation avec le modèle *STICS* pour estimer la part d'azote minéralisable des couverts. Des références agronomiques provenant de toute la France, de Suisse et de Belgique enrichissent la nouvelle version qui couvre ainsi une gamme plus large de contextes pédoclimatiques et d'espèces. L'outil de calcul accessible gratuitement en ligne intègre les restitutions de soufre et de magnésium des couverts végétaux, en plus de celles en azote, en phosphore et en potassium. Il quantifie d'autres services rendus par les couverts : apports de carbone stable pouvant contribuer à son stockage par les sols, valeur fourragère pour les dérobées et pouvoir méthanogène des CIVE. Enfin, le site internet comporte des ressources documentaires et des clés d'interprétation pour mieux prendre en compte l'effet fertilisant des couverts.



ASALEE a été développé pour définir et comparer des stratégies d'assolement, en régime pluvial ou irrigué, selon le volume d'eau disponible, la variabilité climatique et les aspects économiques.



LA FERTILITÉ BIOLOGIQUE DES SOLS SORT DE L'INVISIBLE

Le projet de recherche *MicrobioTerre*, financé par le CASDAR, a démarré en 2017 pour trois ans puis il a été prolongé d'un an en raison de la Covid19. Depuis 2009, ARVALIS a identifié les indicateurs de fertilité biologique des sols, un des trois piliers de la fertilité avec les indicateurs chimiques et physiques. Chef de file de *MicrobioTerre*, l'Institut a pu, avec les nombreux partenaires impliqués et le soutien de 2 RMT, aller plus loin dans le référencement des indicateurs les plus pertinents, notamment en les reliant aux fonctions du sol, et dans l'interprétation de ces résultats pour fournir des conseils aux producteurs. 20 sites d'essais ont été mobilisés pour évaluer 22 bioindicateurs avec 200 points de mesure. Une méta-analyse de 147 articles scientifiques a validé les résultats et les a complétés sur les leviers à actionner. Le guide de diagnostic précise comment mettre en place la démarche et choisir les indicateurs, liste les laboratoires d'analyse qui proposent des indicateurs en routine, et fournit des conseils pour s'adapter aux nouvelles pratiques agroécologiques. La communication autour du projet va se poursuivre durant la prochaine campagne avec des journées de restitution.



Un prototype de pilotage de l'irrigation en volume limité à partir du bilan hydrique d'Irré-LIS® est à l'étude. Les premiers tests sont encourageants et laissent espérer un développement à court terme pour le maïs.