

« L'EAU, LE SOL ET L'AGRICULTURE »

1. Thème proposé

L'eau, le sol et l'agriculture : enjeux globaux et locaux, concurrences entre les usages de l'eau, avancées de la recherche en matière de caractérisation des propriétés hydriques du sol, outils d'aide à la décision pour la gestion des eaux d'irrigation, gestion collective.

La séance commencera par un état des lieux global des concurrences pour l'usage de l'eau et des effets de la mondialisation du système agro-alimentaire sur la gestion de cette ressource. Le rôle majeur des sols en tant que réservoir en eau pour les plantes sera ensuite précisé et les récentes avancées scientifiques concernant l'évaluation de ce réservoir et de la disponibilité en eau pour les cultures seront présentées. On montrera comment ces nouvelles connaissances peuvent être intégrées dans des outils d'aide à la décision pour la gestion de l'eau par les praticiens.

2. Contexte

La gestion de la ressource en eau est un enjeu majeur pour l'agriculture et pour l'humanité. Les besoins globaux en eau augmentent tandis que les concurrences pour son usage sont exacerbées. Au centre de cet enjeu, se situent ces concurrences pour l'usage de l'eau, le climat, mais également les sols, de par leur capacité à stocker et à restituer l'eau nécessaire à la croissance des plantes. Les connaissances et les méthodes d'estimation des propriétés des sols permettant ces fonctions ont fortement progressé ces dernières années. Le pilotage de l'irrigation agricole nécessite un transfert opérationnel, efficace et performant des connaissances vers les acteurs locaux, tels que les agriculteurs et les gestionnaires de bassins versants.

3. Séance du 1er Décembre 2021

La séance partira de problématiques mondiales, puis se focalisera progressivement sur des avancées scientifiques récentes en matière d'étude du fonctionnement et des propriétés hydriques des sols, et déboucher sur leurs applications concrètes en matière de développement agricole et d'outils d'aide à la décision pour le pilotage de l'eau en agriculture à des échelles allant de l'échelle parcellaire à celle des bassins versants ou des compagnies d'aménagement.

L'introduction présentera brièvement les enjeux et l'organisation de la séance, les thèmes et les expertises déjà abordés sur ce sujet par l'Académie et d'autres instances, puis les intervenants et les 3 thèmes présentés.

Dominique ARROUAYS, Ingénieur de Recherches, INRAE, Orléans, Membre correspondant de l'Académie d'Agriculture de France (section 7).

1^{ère} intervention

La gestion de l'eau douce verte et bleue : une vision globale

Daniel ZIMMER, Directeur Gestion Durable des Territoires, Climate-KIC (Knowledge and Innovation Community).

L'exposé présentera une vision globale du cycle de l'eau à des échelles variées et présentant des problématiques mondiales. L'accent sera mis sur les concurrence entre les usages de l'eau (eaux vertes, eaux bleues, eaux consacrées à l'irrigation vs eaux consacrées à la consommation ou au maintien de la qualité et de la quantité des eaux souterraines (nappes phréatiques) ou superficielles (lacs, mers intérieures, fleuves et rivières). Un accent particulier sera porté sur les effets de la mondialisation du système agro-alimentaire sur la gestion des ressources en eau. Les différentes sources possibles d'augmentation de la ressource en eau seront abordées : gestion des crues, soit en créant des réservoirs, soit en organisant des inondations contrôlées qui soumettent toutefois les terrains agricoles (ou forestiers) inondés à des excès d'eau temporaires, dessalement de l'eau de mer, utilisation des eaux « grises ». La présentation sera étoffée par des exemples, en particulier celui de la Tunisie très utile pour la réutilisation des eaux usées et pour la réflexion sur l'eau verte. Plus généralement, Les questions d'eau bleue, d'eau verte, d'eau grise seront discutées, au plan de leurs concepts comme au plan de leur utilisation. Ces questions ont parfois été un peu caricaturées mais n'en demeurent pas moins essentielles dès lors que les ressources en eau ne sont plus infinies.

2^{ème} intervention

Le Réservoir en eau Utilisable des sols : définitions, évaluation, incertitudes

Isabelle COUSIN, Directrice de Recherches, Directrice de l'UR Sols, INRAE, Orléans. Prix de la Fondation Xavier Bernard 2019.

Le Réservoir en eau Utilisable (RU) des sols représente, pour le pédologue, la capacité des sols à stocker de l'eau et à la restituer vers les plantes pour leur production de biomasse. Cependant, la confrontation d'approches d'évaluation prônées par les pédologues et par les agronomes met cette définition courante en défaut. On s'attachera ici à confronter différentes méthodes d'évaluation – mesures en laboratoire, calcul par des fonctions de pédotransfert, suivis in situ, inversion de modèles de culture fondés sur le formalisme du bilan hydrique - pour conclure sur le concept même de RU, et pour proposer de nouvelles cartes de l'évaluation du RU à haute résolution spatiale. On discutera de la conséquence des incertitudes d'évaluation du RU sur l'utilisation de modèles de recherche ou d'outils d'aide à la décision, en fonction de la précision recherchée ou de l'échelle d'intérêt. On présentera quelques propositions d'évaluation du RU sur des systèmes très hétérogènes comme les sols caillouteux, et des travaux de recherche en cours sur la dynamique des échanges entre phase « terre fine » et phase « éléments grossiers ».

Le Réservoir Utilisable, dépendant de la profondeur d'enracinement de la culture, est parfois modélisé dans certains Outils d'Aide à la Décision comme une grandeur variable au cours du temps, pour certaines cultures annuelles. Cependant, la définition de ce paramètre reste difficile à évaluer dans certains systèmes de culture, tels que l'agroforesterie ou, plus généralement, les systèmes de cultures associées. Au-delà de la définition stricte du RU, comment l'eau est-elle réellement mobilisée par les deux cultures dans ces systèmes ? Comment éviter la compétition entre espèces à enracinement différencié ?

Le maintien d'un couvert végétal vivant de façon permanente, bénéfique pour limiter l'érosion et contribuer au stockage de carbone dans les sols, peut-il avoir pour conséquence de limiter le drainage et de déprécier l'accès à l'eau pour la culture suivante ? Dans quelles conditions

pédoclimatiques et pour quels systèmes de cultures, peut-on ainsi craindre un fort antagonisme entre les flux d'eau verte et les flux d'eau bleue ? Peut-on imaginer des modalités de gestion des couverts intermédiaires qui optimiseraient l'accès à l'eau pour les cultures de rente suivantes sans limiter la recharge des aquifères ? Voici quelques questions d'actualité pour la recherche !

3^{ème} intervention

Le réservoir en eau des sols, le conseil agronomique et la gestion partagée des eaux d'irrigation

Sophie GENDRE, Ingénieure, Arvalis - Institut du Végétal.

Cet exposé se placera du point de vue pratique du conseil à la gestion des eaux d'irrigation en agriculture, de l'échelle intra-parcellaire jusqu'à celles des bassins versants ou de retenues collinaires. Il montrera comment les résultats de la recherche et des essais in situ menés par Arvalis offrent des pistes d'avenir pour une meilleure gestion des eaux, tant pour l'optimisation de leurs apports en irrigation (bilans hydriques, irrigation de précision, gestion des eaux et des assolements à l'échelle de l'îlot d'irrigation) que pour une meilleure gestion environnementale des eaux en terme de quantité et de qualité. D'un point de vue très concret, il permettra de faire le lien entre les progrès réalisés par la recherche et les outils d'aide à la décision et les conseils délivrés au monde agricole et permettra de mesurer le chemin qu'il reste à parcourir pour une application pratique plus généralisée des progrès de la recherche.

La gestion des ressources en eau face aux changements climatiques pose par ailleurs des problèmes difficiles au niveau des territoires d'actions, « coincés » entre (i) une compréhension imparfaite du futur climatique qui va s'y produire, assortie d'une réelle difficulté à en faire une pédagogie de proximité et (ii) les solutions sectorielles à court terme (ex. construire des retenues collinaires, etc.), souvent mal évaluées quant à leurs impacts et à leurs limites. Il y a là un espace de réflexion sur les nouvelles formes d'ingénierie territoriale à construire, sur la fonction de traduction nécessaire entre la science et les acteurs. Il faudrait disposer d'évaluations régionales, avec des marges d'imprécisions acceptables pour voir dans quelle mesure les équipements existants de stockage et de distribution seraient susceptibles d'y faire face. Ces équipements (compagnies d'aménagement, syndicats d'irrigants) représentent des investissements considérables et ont un potentiel de réponse important. Comment ces outils seront-ils affectés (ressources en eau, capacité de distribution) ? Comment devrait-on éventuellement les modifier ?

Conclusion

La conclusion générale de la séance s'appuiera sur les points marquants des différents exposés et sur les interventions de la salle. Elle soulignera l'importance des enjeux, l'urgence de parfaire nos connaissances, mais aussi d'agir très concrètement en développant des outils d'aide à la décision dans le contexte des changements globaux et de l'innovation en matière de pilotage de l'irrigation.

Alain PERRIER, Membre titulaire de l'Académie d'Agriculture de France (section 7)

4. Insertion dans le programme de l'Académie

Cette séance s'intégrera dans les axes 2 et 3 du programme de travail 2020/2021 de l'Académie : « *Adapter la gestion des écosystèmes agricoles et forestiers aux changements globaux* » (avec ici un accent particulier sur le volet agricole et l'irrigation) et « *Intégrer les*

politiques agricoles, alimentaires et environnementales tout en pensant local et global » (avec ici un accent particulier sur les politiques liées à la gestion de l'eau).

5. Présentations des orateurs

Daniel ZIMMER est Ingénieur Agronome AgroParisTech et Docteur en hydrologie de l'université Pierre et Marie Curie. Il a été successivement Chef de Département du Cemagref (devenu ensuite IRSTEA puis INRAE), Directeur exécutif du Conseil Mondial de l'Eau, consultant international sur les stratégies de gestion et l'empreinte de l'eau, le changement climatique et l'innovation, Directeur de l'Innovation du programme Climate-KIC. Il est actuellement Directeur Gestion Durable des Territoires, Climate-KIC (Knowledge and Innovation Community). Auteur du livre : "L'empreinte eau", Editions Léopold Meyer, Paris, 2013, il dispose d'une vision globale des enjeux de la gestion des eaux.

Isabelle COUSIN est Directrice de Recherches à INRAE. Elle dirige l'Unité de Recherches Sols INRAE d'Orléans. Elle a consacré sa carrière à l'étude de la structure des sols et de leur porosité ainsi qu'à l'estimation de leurs propriétés hydriques et de transferts des phases gazeuses et liquides. Elle a récemment coordonné le programme de recherches ANR 'RUEdesSols' et en aura tous les éléments en main. Elle sait faire passer un message clair et pédagogique, et saura exposer très clairement les progrès réalisés, mais aussi leurs limitations et les nouvelles pistes à explorer. Elle a reçu le prix de la Fondation Xavier Bernard en 2019.

Sophie GENDRE est ingénieure Arvalis sur la gestion quantitative de l'eau depuis 2014. La question de l'efficacité de l'eau est au cœur de ses travaux, allant du matériel d'irrigation à l'assolement, en passant par le pilotage de l'irrigation. La notion de réservoir utile est primordiale dans l'ensemble de ces approches. Elle a notamment participé au projet ANR RUEDESSOLS sur l'effet de l'incertitude du RU sur les sorties des modèles. Elle est responsable de la R&D de l'outil d'aide à la décision Irré-LIS, utilisé en 2021 sur 42 000 ha.