

Juin 2018  
volume n° 8 / numéro n° 1  
[www.agronomie.asso.fr](http://www.agronomie.asso.fr)

# Agronomie

environnement & sociétés



La revue de l'association française d'agronomie

## Agronomie et agriculture numérique

ce qui change pour les agronomes

# Agronomie, Environnement & Sociétés

Revue éditée par l'Association française d'agronomie (Afa)

Siège : 16 rue Claude Bernard, 75231 Paris Cedex 05.

Secrétariat : 2 place Viala, 34060 Montpellier Cedex 2.

Contact : [afa@supagro.fr](mailto:afa@supagro.fr), T : (00-33)4 99 61 26 42, F : (00-33)4 99 61 29 45

Site Internet : <http://www.agronomie.asso.fr>

## Objectif

AE&S est une revue en ligne à comité de lecture et en accès libre destinée à alimenter les débats sur des thèmes clefs pour l'agriculture et l'agronomie, qui publie différents types d'articles (scientifiques sur des états des connaissances, des lieux, des études de cas, etc.) mais aussi des contributions plus en prise avec un contexte immédiat (débats, entretiens, témoignages, points de vue, controverses) ainsi que des actualités sur la discipline agronomique.

ISSN 1775-4240

## Contenu sous licence Creative commons



Les articles sont publiés sous la *licence Creative Commons 2.0*. La citation ou la reproduction de tout article doit mentionner son titre, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue AE&S et de son URL, ainsi que la date de publication.

## Directeur de la publication

Antoine MESSÉAN, président de l'Afa, Directeur de recherches, Inra

## Rédacteur en chef

Olivier RÉCHAUCHÈRE, chargé d'études Direction de l'Expertise, Prospective & Etudes, Inra

## Membres du bureau éditorial

Guy TRÉBUIL, chercheur Cirad

Philippe PRÉVOST, directeur Agreenium Université en ligne

Danielle LANQUETUIT, consultante Triog et webmaster Afa

## Comité de rédaction

- Marc BENOÎT, directeur de recherches Inra
- Gérard CATTIN, retraité de la chambre d'agriculture de la Marne
- Joël COTTART, agriculteur
- Thierry DORÉ, professeur d'agronomie AgroParisTech
- Sarah FEUILLETTE, cheffe du Service Prévision Evaluation et Prospective Agence de l'Eau Seine-Normandie
- Yves FRANCOIS, agriculteur
- Jean-Jacques GAILLETON, inspecteur d'agronomie de l'enseignement technique agricole
- Laure HOSSARD, ingénieure de recherche Inra Sad
- Marie-Hélène JEUFFROY, directrice de recherche Inra et agricultrice
- Aude JOMIER, enseignante d'agronomie au lycée agricole de Montpellier
- Christine LECLERCQ, professeure d'agronomie Institut Lassalle-Beauvais
- Francis MACARY, ingénieur de recherches Irstea
- Adeline MICHEL, Ingénieure du service agronomie du Centre d'économie rurale de la Manche
- Marc MIQUEL, consultant
- Bertrand OMON, Chambre d'agriculture de l'Eure
- Thierry PAPILLON, enseignant au lycée agricole de Laval
- Philippe POINTEREAU, directeur du pôle agro-environnement à Solagro
- Philippe PRÉVOST, Chargé des coopérations numériques à Agreenium
- Bruno RAPIDEL, Cirad
- Anne VERDENAL, agricultrice
- Camille DUMAT, Enseignante d'agronomie à l'ENSA/INP Toulouse

## Secrétaire de rédaction

Philippe PREVOST

## Assistantes éditoriales

Sophie DOUHAIRIE et Danielle LANQUETUIT

## Conditions d'abonnement

Les numéros d'AE&S sont principalement diffusés en ligne. La diffusion papier n'est réalisée qu'en direction des adhérents de l'Afa ayant acquitté un supplément (voir conditions à <http://www.agronomie.asso.fr/espace-adherent/devenir-adherent/>)

## Périodicité

Semestrielle, numéros paraissant en juin et décembre

## Archivage

Tous les numéros sont accessibles à l'adresse <http://www.agronomie.asso.fr/carrefour-inter-professionnel/evenements-de-lafa/revue-en-ligne/>

## Soutien à la revue

- En adhérant à l'Afa via le site Internet de l'association (<http://www.agronomie.asso.fr/espace-adherent/devenir-adherent/>). Les adhérents peuvent être invités pour la relecture d'articles.
- En informant votre entourage au sujet de la revue AE&S, en disséminant son URL auprès de vos collègues et étudiants.
- En contactant la bibliothèque de votre institution pour vous assurer que la revue AE&S y est connue.
- Si vous avez produit un texte intéressant traitant de l'agronomie, en le soumettant à la revue. En pensant aussi à la revue AE&S pour la publication d'un numéro spécial suite à une conférence agronomique dans laquelle vous êtes impliqué.

## Instructions aux auteurs

Si vous êtes intéressé(e) par la soumission d'un manuscrit à la revue AE&S, les recommandations aux auteurs sont disponibles à l'adresse suivante :

<http://www.agronomie.asso.fr/carrefour-inter-professionnel/evenements-de-lafa/revue-en-ligne/pour-les-auteurs/>

## À propos de l'Afa

L'Afa a été créée pour faire en sorte que se constitue en France une véritable communauté scientifique et technique autour de cette discipline, par-delà la diversité des métiers et appartenances professionnelles des agronomes ou personnes s'intéressant à l'agronomie. Pour l'Afa, le terme agronomie désigne une discipline scientifique et technologique dont le champ est bien délimité, comme l'illustre cette définition courante : « *Etude scientifique des relations entre les plantes cultivées, le milieu [envisagé sous ses aspects physiques, chimiques et biologiques] et les techniques agricoles* ». Ainsi considérée, l'agronomie est l'une des disciplines concourant à l'étude des questions en rapport avec l'agriculture (dont l'ensemble correspond à l'agronomie au sens large). Plus qu'une société savante, l'Afa veut être avant tout un carrefour interprofessionnel, lieu d'échanges et de débats. Elle se donne deux finalités principales : (i) développer le recours aux concepts, méthodes et techniques de l'agronomie pour appréhender et résoudre les problèmes d'alimentation, d'environnement et de développement durable, aux différentes échelles où ils se posent, de la parcelle à la planète ; (ii) contribuer à ce que l'agronomie évolue en prenant en compte les nouveaux enjeux sociétaux, en intégrant les acquis scientifiques et technologiques, et en s'adaptant à l'évolution des métiers d'agronomes.

**Lisez et faites lire AE&S !**

# Sommaire

## Avant-propos

P7 - O. RÉCHAUCHÈRE (Rédacteur en chef) - A. MESSÉAN (Président de l'Afa) - M. BENOÎT (président sortant)

## Éditorial

P9 - O. RÉCHAUCHÈRE, Y. FRANCOIS, J.P. CHANET, J.N. PAOLI, G. GRENIER (coordonnateurs du numéro)

## Etat des lieux des pratiques et dynamiques à l'œuvre

P13 - Agriculture numérique : quelles conséquences sur l'autonomie de la décision des agriculteurs ?

P. JEANNEAUX

P23 - Qu'est-ce que le numérique apporte à l'agriculture ?

G. GRENIER

P33 - L'utilisation des technologies numériques dans une CUMA : l'exemple de la CUMA de la plaine de Faverges

Y. FRANÇOIS

## La place des agronomes et le besoin de compétences

P37 - Former pour et par le numérique tout au long de la vie professionnelle dans les métiers de l'agriculture

P. PRÉVOST et C. GERMAIN

P41 - Comment le numérique impacte le métier de conseil en agriculture

N. LACHIA, L. PICHON et B. TISSEYRE

P51 - L'enseignement agricole connecté

S. RICARD et F. SANCHEZ

## Débats et controverses autour des apports de l'agriculture numérique

**L'agriculture numérique est-elle la réponse aux grands défis du 21<sup>ème</sup> siècle ?**

P59 - L'agriculture du 21<sup>ème</sup> siècle sera numérique ou ne sera pas

H. PILLAUD

P63 - Big Agri Bug dans l'agro-cloud ? Bulletin de prévisions climato-numériques

D. LANQUETUIT

## Les technologies numériques libèrent-elles les agriculteurs ?

P71 - Technologies du numérique en agriculture : j'aurais voulu rêver

V. TARDIEU

P73 - Technologies numériques : l'exemple de la plateforme API-AGRO

T.P. HAEZEBROUCK

## Notes de lecture

P77 - Agriculture de précision ; comprendre et mettre en œuvre les bases de la révolution agronomique, de G. Grenier

P. PRÉVOST

P81 - Donner du sens à l'intelligence artificielle : pour une stratégie nationale et européenne, de C. Villani

P. PRÉVOST et O. RÉCHAUCHÈRE



## Former pour et par le numérique tout au long de la vie professionnelle dans les métiers de l'agriculture<sup>1</sup>

Philippe PRÉVOST\* - Christian GERMAIN\*\*

\*Institut agronomique, vétérinaire et forestier de France, (Agreenium)

\*\*Bordeaux Sciences Agro, France

Contact auteurs : philippe.prevast@agreenium.fr

La transformation numérique représente une chance pour l'agriculture du XXI<sup>ème</sup> siècle. Les applications et outils nombreux regroupés sous le terme d'agriculture de précision contribuent déjà à la voie agroécologique grâce à une diminution de la dépendance à la chimie. Mais les évolutions attendues dans la recherche, dans le développement agricole et pour les métiers de praticiens sont telles que la formation initiale et tout au long de la vie, pour l'acquisition d'une culture et de compétences numériques, représente un grand défi à relever.

### L'agriculture numérique : les dynamiques en cours

La transition numérique dans le monde agricole induit une évolution des compétences requises par les différents acteurs. Ces mutations, qui portent sur différents domaines, concernent tous les métiers de l'agriculture.

La première porte sur les engins agricoles et l'informatique qu'ils embarquent. Aujourd'hui, ces machines ont moins besoin d'une expertise poussée dans la conduite proprement dite (pour faire des sillons droits par exemple) que de compétences nouvelles de pilotage, au sens du pilotage d'un système complexe mais largement automatisé, comme c'est le cas en aéronautique par exemple. En effet, elles disposent de plus en plus de dispositifs d'aide à la conduite sophistiqués, mais simultanément, leurs habitacles ressemblent plus au cockpit d'un Airbus qu'à celui d'un tracteur des années 1970.

Parallèlement, ces machines collectent automatiquement des informations géo-localisées sur leur environnement, utiles pour la prise de décisions agronomiques, devenant ainsi des éléments cruciaux du système d'information de l'exploitation agricole. La normalisation des réseaux, des échanges de données et de la connectique des machines agricoles facilitent cette évolution. Enfin, une nouvelle tendance consiste à tenter de substituer des robots aux machines pilotées.

La deuxième mutation est celle des réseaux de capteurs, profitant du développement de « l'Internet des objets » (Internet of things). Les, désormais classiques, capteurs météorologiques se densifient au sein même de l'exploitation. De nouveaux capteurs apparaissent en production végétale mais aussi en production animale. L'agriculteur porte lui-même des capteurs sur lui, dédiés à un usage spécifique ou exploitant les dispositifs déjà intégrés à son smartphone. De nouvelles technologies comme les réseaux à basse consommation, bas débit, bas coût, permettent d'envisager un développement considérable de ces équipements. Les anglo-saxons parlent d'ailleurs de microelectromechanical systems (MEMS) voire de « smart dust<sup>2</sup> » (poussière intelligente).

Une troisième évolution concerne l'aide à la décision. Les outils et services d'aide à la décision se multiplient. Ils intègrent et fusionnent de multiples sources de données et parfois, les combinent avec des modélisations mathématiques de phénomènes biologiques d'intérêt. Les sources de données issues des équipements embarqués et des réseaux de capteurs sont parfois complétées par des services de télédétection spatiale ou aérienne (avion, ULM, drones) ou de proxi-détection, c'est-à-dire par des systèmes de capteurs disposés au sol ou sur les animaux, ou encore embarqués sur des engins agricoles ou des robots. Les outils d'aide à la décision sont fréquemment mis à la disposition des utilisateurs à l'aide de plateformes accessibles sur internet, voire sur les terminaux portables (smartphones et tablettes).

Que ce soit l'informatique embarquée, les réseaux de capteurs ou la télédétection, ces technologies sont centrées sur la collecte de données et leur valorisation. Ces données peuvent contribuer aux processus de décision. Les sources internes à l'exploitation sont complétées par les données fournies par les partenaires, et par les données publiques de plus en plus largement disponibles et gratuites (au moins pour les données brutes) grâce à la directive européenne « Inspire<sup>3</sup> » dont l'objectif est de « favoriser l'accès aux données géographiques liées à l'environnement, pour les citoyens, les services des Etats-membres et la communauté ». Il reste néanmoins à faire en sorte que ces données et les services associés soient rendus interopérables afin que l'utilisateur puisse choisir de façon libre et transparente l'outil avec lequel il rassemblera et valorisera les différentes sources de données disponibles, sans se préoccuper de la technologie utilisée ou préconisée par leur fournisseur. Les solutions techniques existent mais la volonté des constructeurs tarde à se manifester sur ce point. Ceux-ci sont en général favorables à accueillir les données externes dans leurs systèmes, mais réticents à fournir les données qu'ils hébergent.

Enfin, l'accroissement des données disponibles offre de nouvelles opportunités, auxquelles des approches récentes tentent de répondre (Deep Learning, Crowd sourcing, Big Data...).

Toutefois, force est de constater que la situation des exploitations agricoles en matière de numérique est contrastée. Dans les pays du Nord du bassin méditerranéen, le niveau d'adoption des technologies numériques varie selon la taille des exploitations et leur nature, l'âge des exploitants et leur goût pour la technologie. Ces différences sont encore plus

<sup>1</sup> Ce texte est paru en première édition dans la Watch letter du CIHEAM N°38. D'autres textes de ce numéro peuvent également intéresser les lecteurs de ce numéro d'A&ES. ([https://www.ciheam.org/en/publications/watch\\_letter/details?pub=WL\\_38&id=30](https://www.ciheam.org/en/publications/watch_letter/details?pub=WL_38&id=30)).

<sup>2</sup> B. Warneke, M. Last, B. Liebowitz, K. Pister; " Smart Dust: Communicating with a Cubic-Millimeter", Computer, (34) 44-51, 2001

<sup>3</sup> In « SIG, la lettre », [http://www.sig-la-lettre.com/?Decembre-2006-INSPIRE-c-est-parti&var\\_recherche=inspire](http://www.sig-la-lettre.com/?Decembre-2006-INSPIRE-c-est-parti&var_recherche=inspire)

marquées au Sud, où, par exemple, les machines agricoles les plus sophistiquées ne sont présentes que dans les très grandes exploitations, aptes à faire face au niveau d'investissement qu'elles requièrent. Toutefois il est probable que sur certains grands enjeux méditerranéens tels que l'irrigation, le numérique est susceptible d'offrir des développements très intéressants. De même, en ce qui concerne les technologies nomades, les terminaux et réseaux mobiles sont déjà largement présents sur l'ensemble du pourtour méditerranéen. Cela laisse présager le développement de nouveaux services numériques (même si la fracture numérique entre zones urbaines et rurales est au moins aussi marquée en Afrique du Nord qu'en Europe). Enfin, en ce qui concerne la télédétection spatiale, celle-ci ne connaît pas de frontières. Les régions du Sud sont même avantagées par des couvertures nuageuses plus faibles qu'en Europe. Reste à développer des usages offrant une véritable valeur ajoutée à un coût raisonnable, s'appuyant sur les sources de données spatiales gratuites comme les programmes Sentinel et LandSat. Ces différentes évolutions engendrent des changements conséquents dans les différents métiers de l'agriculture au même titre que dans d'autres secteurs de la société.

### **Le devenir des compétences et des métiers**

Quels que soient les secteurs contribuant à l'activité agricole, dans la recherche, le développement agricole, ou chez les praticiens, la transformation numérique impacte à la fois les métiers et les compétences.

Dans le secteur de la recherche, la massification des données engendre de nouvelles questions de recherche dans le but de valoriser des données produites dans différentes sphères. Ainsi, de nouveaux métiers apparaissent, comme les « data scientists », qui ont pour mission de fouiller dans des sources de données mal structurées de grande dimension, y compris les données spatialisées, pour produire de nouvelles informations plus pertinentes, et les valoriser en produisant des connaissances inédites. Des métiers existants vont se développer, comme les concepteurs de technologies numériques, qui produisent les connaissances débouchant sur de nouvelles innovations dans les technologies numériques (développement de capteurs, traitement des signaux, embarquement d'informatique, robotisation, ...). Par ailleurs, en dehors des chercheurs, le secteur de la recherche a besoin d'ingénieurs qui savent gérer toutes les données produites et accompagner les chercheurs dans la production de connaissances (les « data managers »).

Dans le secteur du développement agricole, public et privé, des compétences nouvelles sont nécessaires tant dans l'évolution des agroéquipements et leur intégration dans les systèmes d'information, que dans l'organisation des différentes technologies numériques permettant de produire de nouveaux services aux praticiens, ou dans les outils d'aide à la décision. Ce sont ici à la fois des nouveaux métiers et de nouvelles compétences dans les métiers existants. Dans les métiers du conseil, la stratégie d'équipement (pour prendre mieux en compte la production de données au service de la productivité), l'aide à la décision (par la préconisation issue de l'exploitation des données) ou la proposition de nouveaux services (en intégrant des technologies numériques dans des services existants, par exemple des outils collaboratifs entre

agriculteurs), sont des activités qui vont fortement se développer dans les prochaines années.

En outre, les technologies numériques permettent aujourd'hui de délocaliser un conseil plus spécialisé, ce qui est une source de concurrence et de déstabilisation des systèmes actuellement en place. Les premières tendances de cette nature se font sentir.

Chez les praticiens, c'est l'évolution des compétences qui est importante aujourd'hui, à la fois pour pouvoir utiliser les outils d'aide à la décision ou les technologies embarquées, exploiter au mieux les informations produites dans son entreprise, mais aussi dans son propre environnement local (par exemple les différentes données spatialisées de l'environnement local). La maîtrise des technologies et des services numériques constitue un enjeu important pour l'autonomie et la rentabilité des entreprises agricoles de demain.

### **L'engagement du système de formation dans le numérique**

Il apparaît donc que la formation pour le numérique représente une priorité pour préparer les acteurs de l'agriculture à ce nouvel environnement de travail.

La formation des acteurs se situe à deux niveaux. Le premier niveau porte sur une éducation numérique de base, pour que chaque individu, en tant que citoyen et acteur professionnel, soit capable d'exploiter les services numériques « grand-public » et de gérer son identité numérique sur internet et dans les réseaux grâce à des capacités informationnelles minimales. Le second niveau porte sur la construction de nouvelles compétences professionnelles pour répondre à l'exercice de métiers en évolution ou de nouveaux métiers. L'acquisition de nouvelles compétences est notamment nécessaire lorsque le métier exercé a pour fonction essentielle la production et la valorisation de données numériques, ou lorsque l'activité mobilise de nouvelles méthodes de travail basées sur la gestion de données numériques (gestion de données issues des capteurs pour la recherche et l'innovation, gestion des données d'apprentissage en e-learning dans l'enseignement, usages des objets connectés chez les praticiens de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement, ...).

Pour répondre à cet enjeu de formation des acteurs, le système de formation a un rôle essentiel à jouer dans la prise en compte de la transformation numérique du secteur professionnel des agrobiosciences, selon trois axes :

- L'offre de formation professionnelle proposée par le système de formation doit couvrir l'ensemble des métiers, actuels et émergents, concernant le numérique ;
- Les référentiels de formation proposés pour chacun des diplômes visés doivent à la fois garantir la maîtrise des compétences informationnelles faisant partie d'un « socle commun », et permettre l'acquisition de compétences spécifiques constitutives des métiers visés ;
- La pédagogie doit évoluer pour intégrer fortement la pédagogie numérique, d'une part pour que les outils numériques deviennent des vecteurs d'apprentissages familiers, d'autre part pour que l'accès à la formation soit facile, partout et tout au long de la carrière.

Concernant l'offre de formation, le système d'enseignement agricole, supérieur et professionnel, va devoir anticiper le développement de l'agriculture numérique, en visant des compétences spécialisées dans certains diplômes.

Ainsi, dans l'enseignement supérieur agronomique, deux catégories de formation sont à envisager : des formations d'ingénieur spécialisés dans le développement numérique (en France, il existe actuellement des spécialisations d'ingénieur agronome comme la formation Agro-TIC partagée entre Montpellier SupAgro et Bordeaux Sciences Agro, ou la formation en agroéquipement à AgroSup Dijon) mais d'autres domaines sont aussi à développer (data managers ou data scientists dans des domaines comme l'amélioration des plantes, l'agroécologie, la gestion spatiale,...) ;

Dans l'enseignement professionnel, il faut utiliser le diplôme de technicien supérieur en agroéquipements pour l'orienter vers les métiers de fournisseurs de services qui vont se développer à l'avenir, peut-être en prolongeant par une offre de licences professionnelles pour construire une double compétence biotechnique-numérique ou gestionnaire-numérique ; Enfin, une offre de formation numérique est à développer rapidement, allant d'un produit de sensibilisation au développement de l'agriculture numérique (MOOC<sup>4</sup>) jusqu'à la possibilité de construire des compétences validées dans le cadre d'un parcours de formation.

Au-delà de cette offre de formation spécialisée, le deuxième axe vise l'intégration de la transformation numérique dans l'ensemble des référentiels de formation pour répondre au besoin d'acquisition de compétences numériques de tous les acteurs de l'agriculture. Il est utile de parler d'éducation numérique pour le niveau de base de tous les élèves et étudiants de l'enseignement agricole. Il existe déjà le C2I (certificat de compétences informatiques) dans l'enseignement général. Il faut peut-être travailler à l'élaboration d'un C2IEA (certificat de compétences informationnelles de l'enseignement agricole), intégrant non seulement l'objectif de la capacité à gérer son identité numérique mais aussi la compréhension de la transformation numérique à l'œuvre en agriculture. Le deuxième niveau est l'acquisition de connaissances et de capacités spécialisées, liées à des situations professionnelles identifiées dans les métiers à préparer.

Enfin, le troisième axe est celui de l'enseignement par le numérique, car il contribuera à la formation à l'agriculture numérique. En effet, dès lors que les outils numériques seront familiers pour tous dès la formation initiale, la mobilisation du numérique dans l'activité professionnelle sera plus aisée.

Cela suppose que le système de formation favorise la mise en place d'un écosystème favorable pour le développement de l'enseignement numérique. Un exemple en cours est celui de l'université numérique en agrobiosciences, portée par Agreegium, au service du dispositif public français de recherche et d'enseignement supérieur en agrobiosciences, qui va proposer l'ensemble de l'offre de formation numérique du domaine pour l'enseignement supérieur. Cet écosystème concerne :

- La mise en place d'outils de formation numérique performants et faciles d'usage pour les apprenants et les enseignants ;
- L'accompagnement en formation continue des enseignants pour une bonne appropriation des méthodes de pédagogie numérique dans le système national et dans les établissements ;

- La création de produits de formation répondant aux différents besoins, en mutualisant les outils et les méthodes entre l'enseignement supérieur et l'enseignement technique agricole.

Dans l'enseignement numérique, des partenariats existent déjà entre les pays du pourtour méditerranéen, et ceux-ci vont s'amplifier dans les années à venir, au fur et à mesure que la communauté des chercheurs et des enseignants vont utiliser les technologies numériques pour diffuser les savoirs. La formation au numérique par le numérique est donc une voie d'avenir qu'il nous faut mettre en œuvre au service d'une agriculture performante.

---

4 Massive Open Online Course - MOOC