

Juin 2018
volume n° 8 / numéro n° 1
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, 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^{ème} siècle ?

P59 - L'agriculture du 21^{ème} 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



**L'agriculture de précision
Comprendre et mettre en œuvre les
bases de la révolution agronomique
Gilbert GRENIER
(Editions France Agricole)**

Philippe PRÉVOST*

*Courriel : philippe.prevast@agreenium.fr

Le sous-titre de l'ouvrage est très explicite sur l'intention et le contenu de ce livre : à destination des agronomes praticiens, en premier lieu les agriculteurs, mais également les conseillers techniques, cet ouvrage vise à accompagner le plus grand nombre dans la mobilisation des outils numériques pour le développement d'une agriculture dont le slogan est « La bonne dose, au bon endroit, au bon moment ». Il défend l'idée que le développement de cette forme d'agriculture est une véritable révolution agronomique.

Après un premier chapitre décrivant comment l'agriculture de précision est née aux Etats-Unis dans un contexte de grave crise agricole dans les années 80, où la baisse des prix des produits agricoles obligea les farmers américains à trouver de nouveaux gains de productivité dans la réduction de la variabilité intraparcellaire sur les rendements, les neuf chapitres suivants déroulent un argumentaire en faveur de la mise en œuvre de l'agriculture de précision :

- Chapitre 2 : agriculture de précision : les questions clés qui se posent à l'agriculteur
- Chapitre 3 : connaître et comprendre la variabilité intraparcellaire
- Chapitre 4 : comment mesurer la variabilité intraparcellaire
- Chapitre 5 : comment cartographier la variabilité intraparcellaire
- Chapitre 6 : comment définir les zones de gestion
- Chapitre 7 : par quoi commencer ?
- Chapitre 8 : par quoi continuer ?
- Chapitre 9 : comment démarrer en agriculture de précision ?
- Chapitre 10 : quels gains en attendre, quelles dépenses prévoir ?

Ecrit dans un style clair et simple, l'ensemble de l'ouvrage se lit si facilement que même les agronomes rétifs aux outils numériques seront convaincus des apports de l'agriculture de précision.

Cet ouvrage présente de nombreux points d'intérêt pour les agronomes.

En premier lieu, le contenu de l'ouvrage est une belle démonstration des possibilités de mieux maîtriser la variabilité intraparcellaire, concept clé pour le développement de l'agriculture de précision, en connaissant la variabilité de nombreuses caractéristiques du milieu de culture et du peuplement végétal tout au long de son développement. Cette meilleure connaissance est rendue possible par l'accroissement des mesures et par les méthodes de cartographie qui permettent d'intégrer plusieurs couches de variables agronomiques (pH, Matière organique, réserve en eau, ...) en une seule carte délimitant les zones au sein de la parcelle pour lesquelles il faut envisager une modulation des apports d'intrants ou du travail du sol. Ce que l'auteur appelle « le remembrement à l'envers » ou « le démembrement virtuel » (p.38), parce que, contrairement au remembrement qui vise à homogénéiser les opérations culturales sur des surfaces hétérogènes n'ayant pas eu la même histoire, l'agriculture de précision adapte les opérations culturales à l'hétérogénéité des zones à l'intérieur d'une parcelle. Nous ne pouvons que souscrire à l'intérêt pour l'agriculteur de pouvoir mieux gérer l'hétérogénéité de ses parcelles, de manière à permettre l'expression maximale du potentiel de chaque zone, mais également à améliorer sur le long terme chacune des zones par des actions correctives ciblées (par exemple dans le cas d'amendements calcaires ou de matières organiques). Cela suppose tout de même deux conditions de faisabilité : des compétences pour mesurer et intégrer les mesures dans des cartes de synthèse faciles à exploiter par des outils, et des matériels agricoles capables d'utiliser les données cartographiques pour adapter les modalités de gestion technique (modulation de la profondeur de travail du sol, de la densité de semis, d'apports d'engrais, de produits phytosanitaires ou d'eau d'irrigation, ...). Et au-delà de la faisabilité humaine et technique, le calcul économique ne peut pas être détaché du raisonnement agronomique, parce que le coût d'entrée dans l'agriculture de précision par l'achat de matériel adapté et le coût d'enregistrement et de traitement des données que présente le temps nécessaire demandé à l'agriculteur, parfois aux périodes de pointes de travail, ne sont pas négligeables. Mais malgré cela, l'auteur précise que toutes les études comparatives vont dans le même sens et montrent que l'agriculture de précision permet d'améliorer autant la performance économique que la performance environnementale des parcelles de culture, et en particulier celles qui ont une forte hétérogénéité. On peut donc imaginer que, dans les années à venir, les innovations dans les mesures (de plus en plus automatisées, et avec de moins en moins de prélèvements d'échantillons), dans les logiciels de cartographies et dans les agroéquipements, ainsi que l'arrivée de nouvelles générations d'agriculteurs plus à l'aise avec les outils numériques, vont créer les conditions ergonomiques (interfaces logicielles faciles d'usage), économiques (diminution du coût des équipements et des mesures) et sociales (acceptabilité du coût humain de la collecte et la gestion des données) pour que l'agriculture de précision se développe rapidement.

En second lieu, cette évolution du diagnostic et du conseil agronomique ne peut laisser indifférents les agronomes. L'auteur interpelle les agronomes dans leurs pratiques actuelles de diagnostic et dans leurs compétences.

Concernant le diagnostic, il considère que les agronomes sont encore beaucoup trop centrés sur la recherche d'amélioration de la précision des analyses, et en particulier des analyses de sols, alors que la priorité devrait être à l'augmentation du nombre de points d'échantillonnage dans les parcelles, et donc à une réduction du coût des analyses par point (p.70). Car plus le nombre de points de mesures dans chaque parcelle est élevé et répété régulièrement, plus la cartographie des zones de la parcelle sera proche de la réalité des différences de fertilité entre les zones. Il recommande donc aux agronomes de s'intéresser beaucoup plus à l'amélioration des techniques de prélèvement pour une meilleure représentativité des zones intraparcélaires, en considérant individuellement chacune des principales variables agronomiques dont la modulation serait pertinente et importante pour la productivité (par exemple en superposant une carte du pH, une carte du taux de matière organique, une carte du phosphore,...).

Quant aux compétences nécessaires au développement de l'agriculture de précision, il considère que l'agronomie est centrale, parce que la connaissance de la variabilité des parcelles n'a d'intérêt que si l'agriculteur et le conseiller agricole sont capables de comprendre les effets de cette variabilité intraparcélaire sur le comportement des plantes et de mener les actions pour optimiser la conduite des cultures. La connaissance des aptitudes agronomiques du sol est essentielle en agriculture de précision (p.146). La mise en œuvre d'actions techniques découlant de cette approche agronomique approfondie nécessite la maîtrise de deux autres domaines par l'agriculteur, ou par son conseiller expert :

- La capacité à créer des cartes, à les analyser et les comparer à d'autres cartes (géomatique), ce qui aidera à définir la stratégie de collecte d'informations, à la fois pour la pertinence des données et le coût de collecte ;

- La capacité à gérer et analyser des fichiers importants de données (géostatistiques), par exemple pour mettre en lien les cartes de rendement avec les cartes de zones de gestion.

Il est évident que la grande majorité des agriculteurs, mais aussi des conseillers techniques, n'ont pas actuellement ces compétences requises pour intégrer l'agriculture de précision dans les exploitations agricoles françaises. Ces propositions de l'auteur interrogent donc les directions des ressources humaines des entreprises du conseil et les responsables de la formation des agronomes.

Enfin, l'auteur interpelle les agronomes par son sous-titre : « comprendre et mettre en œuvre les bases de la révolution agronomique ». Il considère en effet que l'agriculture de précision fait changer l'agronomie par le basculement d'une « agriculture raisonnée », à ce qu'il nomme « l'agriculture mesurée ». Sur ce point, il est plus difficile de suivre l'auteur, car l'agriculture de précision, tout du moins dans son stade de développement actuel, ne peut pas être comparée à d'autres moments clés de l'histoire de l'agriculture, comme le développement de la traction animale au moyen-âge ou de la chimie agricole au 19^{ème} siècle, qui ont été qualifiées de révolutions agricoles.

D'une part, le diagnostic agronomique n'a pas attendu le développement des outils numériques pour mettre en œuvre des méthodes de mesure des différentes variables

agronomiques et interpréter ces mesures pour faire en sorte de gérer au mieux la complexité de l'écosystème cultivé. L'agriculture de précision ne fait que modifier cette pratique de diagnostic, en l'améliorant par une meilleure prise en compte de la variabilité intra-parcellaire, mais penser que l'agriculture de précision va permettre de maîtriser tous les aléas liés à la complexité du milieu de culture ne peut rencontrer l'approbation des agronomes de terrain qui savent à quel point la clinique agronomique, à l'instar de la clinique médicale ou vétérinaire, ne peut pas se limiter à la seule prise en compte de mesures des variables du système. Et les agronomes du conseil, rompus à l'approche systémique et au fait que l'agriculteur « a de bonnes raisons de faire ce qu'il fait », devront toujours fortement contextualiser leur conseil, les mesures de variables étant un des indicateurs à prendre en compte. De notre point de vue, l'agriculture de précision contribue certes à l'amélioration du diagnostic agronomique si elle est bien mise en œuvre, mais elle ne pourra jamais se substituer à la connaissance intime du milieu de culture que l'expérience de l'agriculteur permet. Même si l'auteur rappelle toujours l'importance des savoirs et des choix de l'agriculteur, l'organisation de l'ouvrage et le message qui en ressort laisse l'impression qu'en dehors de l'agriculture de précision, il n'y aurait pas de bon diagnostic agronomique.

D'autre part, si l'agriculture de précision permet d'améliorer considérablement la connaissance des états du milieu et de leur dynamique dans des écosystèmes cultivés relativement simples (rotation courte, cultures monospécifiques), elle ne paraît actuellement pas adaptée à une autre orientation de l'agriculture, celle que d'autres appellent la révolution agroécologique, qui cherche à accroître la complexité de l'agroécosystème pour en augmenter sa résilience. Car avec l'accroissement de la complexité du milieu, et par conséquent des régulations biologiques intrinsèques à l'agroécosystème, les variables agronomiques pertinentes à mesurer ne seront plus forcément les mêmes, ce qui supposera d'autres méthodes de mesure et d'interprétation des données observées et collectées, et certainement d'autres types d'opérations culturales encore inconnues à ce jour, ou qui commencent tout juste à poindre, comme les technologies de guidage d'opérations techniques par GPS qui rendraient possible une diversification intra-parcellaire des cultures. Le coût d'évolution pour l'agriculture de précision peut alors être très lourd. L'agriculture de précision peut certes améliorer la performance environnementale mais elle n'a pas encore a priori les concepts et les méthodes pour accompagner une agriculture plus résiliente, en particulier dans le contexte d'adaptation et d'atténuation face au changement climatique. Pourra-t-elle relever ces défis ?

Aussi, plutôt que d'appeler à une nouvelle révolution agronomique par l'agriculture de précision, il aurait été plus raisonnable que l'auteur limite son ambition à montrer les intérêts réels de l'agriculture de précision, tout en montrant le rôle qu'elle devrait avoir dans une révolution agronomique intégrant l'ensemble des dimensions de l'agriculture durable (écologique, économique, sociale, culturelle). Par exemple, ne faudrait-il pas s'interroger sur les évolutions conceptuelles et méthodologiques nécessaires de l'agriculture de précision pour qu'elle développe une plus grande agilité dans l'intégration de variables moins mesurables mais essentielles dans la

prise de décision, comme le niveau de tolérance de l'agriculteur aux seuils (salissement de la parcelle, nuisibilité biologique) ou aux risques (climatiques, pollution, ...)?

Cela dit, l'ouvrage de G. Grenier reste un très bon jalon pour marquer la phase de développement actuel de l'agriculture numérique, et nous ne pouvons qu'en conseiller la lecture à tous les agronomes.