

## AVANT-PROPOS



Le modèle conventionnel de l'agriculture est aujourd'hui à revisiter profondément. Il est pris en tenaille entre les obligations de performances productives et économiques, et les conséquences environnementales et sociales devenues inacceptables au regard de la durabilité et de l'équité intergénérationnelle. Modifier profondément la relation entre performances productives et économiques et performances environnementales suppose d'explorer d'autres voies que celles mobilisées par la recherche d'économies d'échelles. Ceci passe par l'adaptation des pratiques actuelles en intégrant la gestion des hétérogénéités, tant en production végétale qu'animale, pour apporter les intrants au plus proche des besoins réels. Ceci passe également par la mise en œuvre de pratiques agroécologiques en élaborant des agroécosystèmes à forte diversité fonctionnelle permettant de mobiliser les régulations biologiques. Ainsi pour faire évoluer les systèmes de production actuels faut-il s'appuyer sur des leviers nouveaux, accompagnant des savoir-faire et des approches éprouvées ou l'exploration des modalités de production vraiment différentes. Mais la survie d'une agriculture vivante dépasse la nécessité de métamorphoser les modes de production : c'est aussi la place de l'agriculture dans la société qui doit absolument évoluer, pour donner des perspectives à ce secteur et renouveler les générations. Dans les nouveaux modèles, l'agriculteur cesse d'être un producteur, premier maillon d'une chaîne de valorisation, pour mieux s'impliquer dans l'aval : dans la valorisation d'une matière première agricole potentiellement différente (par exemple, du fait des associations d'espèces), dans la reconnexion avec les consommateurs et les citoyens via l'alimentation de proximité.

Cette double révolution, nécessaire, peut être facilitée par certains leviers technologiques. Le rapport #AgricultureInnovation2025 (Bournigal *et al.*, 2015) en a identifié quatre : l'agriculture numérique, la robotique, le bio-contrôle et les biotechnologies. Les articles de ce numéro se concentreront sur les deux premières, avec une large part consacrée à l'agriculture numérique, dans ses dimensions « données » et mutations sociales. Cette (r)évolution numérique en agriculture est l'objet central de l'Institut Convergences Agriculture Numérique #Digitag, porté par Irstea et l'Inra, un regroupement pluridisciplinaire de quatre cents chercheurs à Montpellier, Toulouse et Rennes, qui construit les socles scientifiques et les compétences indispensables aux innovations technologiques, organisationnelles, marketing, économiques, sociales, qui verront le jour en agriculture.

### De l'agriculture de précision à l'agriculture numérique : le boom des données

On peut poser que la première manifestation de l'agriculture numérique a été l'agriculture de précision qui a émergé il y a une quarantaine d'années avec les premiers satellites d'observation de la terre. L'agriculture de précision est déjà une évolution notable par rapport à l'agriculture conventionnelle, basée sur un changement de posture (régler les apports en fonction des besoins) et un changement d'échelle (une unité de gestion « infra- » parcelle ou troupeau). La démarche en agriculture de précision est le cycle : observation (de la plante ou de l'animal), diagnostic de l'état, élaboration d'une recommandation de gestion (dose à appliquer, ration à apporter, etc), et enfin application de cette recommandation. En élevage de précision, une grande avancée a été concomitante au développement des robots de traite qui mesurent instantanément les quantités de lait produites et permettent d'adapter les rations. En production végétale, la fertilisation azotée de précision est l'application la plus répandue en agriculture de précision. Mais, elle ne concerne que 10 % des exploitations agricoles en grande culture, ce qui démontre que, malgré les promesses technologiques, le taux de pénétration de l'agriculture de précision est encore assez limité en Europe (coût et complexité des équipements de diagnostic ou de récolte, dépendance au sentier, taille réduite des champs en Europe avec des hétérogénéités édaphiques somme toute limitées par rapport aux parcelles d'autres continents, manque de références technico-économiques...).



- En quoi l'agriculture numérique diffère-t-elle de l'agriculture de précision ? Essentiellement sur deux points. D'une part, l'objectif dépasse l'optimisation des doses, l'agriculture numérique visant plutôt la gestion des risques et la résilience, et la démarche holistique, sur les plans technique (on gère l'optimisation du système de culture/de l'élevage dans son ensemble, avec les échanges de flux associés) et économique (produire pour un objectif de marché). D'autre part, un levier nouveau, essentiel, qui préside en agriculture numérique, émerge depuis le milieu des années 2010, à savoir la facilité de collecter et d'échanger des données. Ces données seront à la base de l'élaboration de nouveaux modèles potentiellement plus adaptables à la situation de chaque exploitation, et nourriront aussi la relation avec l'aval : disposer en temps réel d'une information précise sur la qualité des produits végétaux ou animaux permet d'améliorer leur transformation en industrie agro-alimentaire. Les principaux outils gros pourvoyeurs de données sont les nouveaux satellites (Sentinel 2), les objets connectés, de la station météorologique aux capteurs embarqués, mais aussi les systèmes d'acquisition de données simplifiés et utilisables sur l'exploitation (smartphones). Cette facilité de collecter la donnée renouvelle l'expérimentation à la ferme, en démultipliant les terrains expérimentaux et en associant l'expérience des agriculteurs avec la rigueur des chercheurs dans une nouvelle manière de produire des connaissances agronomiques. Enfin, on perçoit que la caractéristique que l'on mesure joue un rôle essentiel. Si, aux côtés des traits permettant d'approcher et d'améliorer la performance productive, il est également possible de documenter en temps réel des pressions biotiques ou environnementales (par exemple, des émissions de gaz à effet de serre), alors performance productive et performance environnementale pourront être améliorées simultanément. La donnée est la base de l'agriculture numérique, comme le montreront les articles de la première partie.

### **La robotique, à co-concevoir avec les nouveaux itinéraires techniques**

L'autre tendance forte en agriculture est la mise au point de robots, pour réduire le temps passé par l'agriculteur sur des tâches laborieuses, répétitives, peu valorisantes ou dangereuses. L'objectif est un transfert du temps de travail vers des tâches plus rentables (achat/vente, transformation...), un accroissement des surfaces de productions consommatrices de main d'œuvre (maraichage) ou, dans un pays comme le Japon, la réponse au vieillissement de la population agricole et au manque majeur de main d'œuvre. Aujourd'hui, les robots sont souvent conçus comme des outils destinés à remplacer leurs homologues mécaniques, sans changement majeur du système de production. Mais les robots peuvent aussi contribuer à remettre en question les systèmes de culture et l'organisation du travail. D'un côté, la co-conception du matériel végétal dans un itinéraire technique adapté et de la technologie robotique associée est souvent incontournable pour le succès d'usage du robot. De l'autre, de nouveaux modes de conduite, par exemple les cultures associées en rangs alternés, qui permettent de bénéficier des services écosystémiques de l'agroécologie, sont rendus possibles dans les itinéraires mécanisés grâce au positionnement ultra-précis des machines. À Clermont-Ferrand et Montoldre, l'AgroTechnoPôle porté par Irstea abordera ces questions liées à la robotique.

### **Les périodes de mutation, sources de risques et d'opportunités !**

Comme tout changement profond, ou toute innovation technologique, l'émergence du numérique et de la robotique en agriculture comporte son lot de risques, qui ne doivent pas être pris comme des raisons de ne rien faire mais comme des points de vigilance dans les organisations et les orientations.

Au premier titre de ces risques, on peut citer la fracture numérique, plus générationnelle que géographique. Le très fort renouvellement de la population agricole française (50% des agriculteurs sont susceptibles de cesser leur activité et de transmettre leur exploitation dans les sept prochaines années) va profondément modifier le paysage des acteurs, mettant à profit les hauts niveaux de formation des entrants dans le domaine du numérique et de la technologie digitale. Ce risque de fracture est à associer à la question de l'adoption de ces nouvelles technologies et des nouvelles organisations associées par les agriculteurs. Elle sera d'autant plus forte que le service perçu et rendu sera important, notamment quand il permettra de faire baisser l'aversion au risque parce que le digital permettra une anticipation.

Cette problématique de l'adoption de ces nouvelles technologies et des nouvelles organisations associées rejoint la question du conseil et de la place du numérique dans le conseil aux agriculteurs. Il est difficile de connaître l'impact futur de la séparation du conseil et de la vente établie par la loi EGALIM<sup>1</sup>, mais c'est surtout la mise en place d'un conseil stratégique facilité par les modèles et le numérique qui va jouer un rôle important. Ceci permettra notamment de conforter l'autonomie des agriculteurs dans leurs prises de décision, et en particulier d'assurer une capacité à décider qui ne soit pas inféodée aux informations issues de fournisseurs, tels les agro-équipementiers, ou des acteurs de la collecte et de la transformation. C'est bien en ayant une vision propre d'un futur possible et désirable que les agriculteurs, seuls et collectivement, pourront peser sur la place du numérique au service de la performance économique et environnementale de leurs exploitations et de leurs territoires.

Parmi ces visions du futur où le numérique peut jouer un rôle central, la question de la diversité des productions figure en bonne place. Même si l'agriculture et l'agro-alimentaire en France se réjouissent, à juste titre, de la grande diversité des productions – le pays aux 365 fromages ! – c'est souvent la logique de l'homogénéité des productions qui définit les choix stratégiques de la plupart des opérateurs et qui est au cœur de la tension engendrée par la recherche d'économie d'échelle. La transformation numérique pourrait venir renforcer ceci, par exemple au travers des gammes d'outils d'aide à la décision développées. Mais l'option totalement inverse est également envisageable. En permettant de conduire avec précision des couverts végétaux hétérogènes, de disposer d'une analyse précise de la qualité de chaque produit récolté, d'assurer un lien d'informations entre producteur et consommateur indépendant des flux de matières, ou encore de documenter la réalité de l'impact environnemental d'un produit (un Yuka<sup>2</sup> environnemental !), c'est à la fois une diversification de l'offre et une diversification des options pour chaque agriculteur que l'on peut envisager.

C'est enfin un risque environnemental que l'on doit réfléchir. En ces temps où le changement climatique s'impose comme une menace majeure et où l'agriculture et la production de la ressource alimentaire mondiale pèsent pour 23 % des émissions de gaz à effet de serre (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, août 2009), n'oublions pas que le numérique, tous secteurs confondus, consomme 7 % de l'électricité européenne. La question de la gestion parcimonieuse des données et des échanges d'information devra être posée.

## Inventons une agriculture ouverte à la technologie, connectée et inclusive

Nous concluons en rappelant que, comme pour l'arrivée de toute technologie exogène, il faut se garder d'y voir soit une solution à tous les problèmes, soit l'origine de tous les maux. Le numérique n'est pas forcément le synonyme d'une agriculture capitaliste, ainsi que le montre le développement de l'agriculture en Afrique, à l'Ouest comme à l'Est (notamment le Kenya). Il faut d'abord clairement établir l'agriculture et l'alimentation que nous voulons pour demain, avec la diversité des services qu'il faut produire. Et ensuite seulement, le rôle que le numérique doit y jouer. Mais il est évident que cette technologie, partagée avec tous les secteurs économiques, peut offrir des leviers très importants pour un développement environnemental et un développement économique, à la fois pour la génération présente et les générations futures.

L'agroécologie numérique est à portée de main. À nous de l'inventer ! ■

### Les auteurs

#### Véronique BELLON-MAUREL

Irstea, Directrice du département Écotechnologies,  
361 rue Jean-François Breton, BP 5095,  
F-34196 Montpellier Cedex 05, France.

✉ [veronique.bellon@irstea.fr](mailto:veronique.bellon@irstea.fr)

#### Christian HUYGHE

Inra, Directeur scientifique Agriculture,  
147 rue de l'Université, F-75338 Paris Cedex 07,  
France.

✉ [christian.huyghe@inra.fr](mailto:christian.huyghe@inra.fr)

1. Loi n° 2018-938 du 30 octobre 2018 pour l'équilibre des relations commerciales dans le secteur agricole et alimentaire et une alimentation saine, durable et accessible à tous.

2. Yuka est une application mobile qui permet de scanner les produits alimentaires et d'obtenir une information sur l'impact du produit sur la santé.