



HAL
open science

ITA3P -Innovations technologiques pour l'agriculture triple performance

Medhi Siné, Matthieu Hirschy

► **To cite this version:**

Medhi Siné, Matthieu Hirschy. ITA3P -Innovations technologiques pour l'agriculture triple performance. Innovations Agronomiques, 2021, 82, pp.179-189. 10.15454/0tfr-3d08 . hal-04426668

HAL Id: hal-04426668

<https://hal.inrae.fr/hal-04426668>

Submitted on 30 Jan 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License

ITA3P – Innovations technologiques pour l'agriculture triple performance

Siné M.¹, Hirschy M.¹

¹ ACTA, F-75592 Paris Cedex 02

Correspondance : mehdi.sine@acta.asso.fr

Résumé

Ces dernières années, les agroéquipements sont revenus au centre des débats car ils sont identifiés comme un levier majeur vers la transition agroécologique. Cette reconnaissance est notamment due aux nouvelles perspectives offertes par l'amélioration des connaissances agronomiques, mais surtout, par l'intégration sur les agroéquipements des technologies de l'information, du numérique ou encore de la robotique. Le projet ITA3P avait pour objectif de mettre en évidence l'importance du rôle des agroéquipements dans le cadre de la transition agroécologique, en identifiant des innovations technologiques, incrémentales ou de rupture, permettant d'améliorer les performances économiques, environnementales et sociales des pratiques agricoles. Pour ce faire, une dizaine de pratiques culturelles innovantes a été sélectionnée et a servi de base de réflexion pour identifier des innovations en agroéquipement parmi les plus prometteuses.

Mots-clés : Agroéquipement, agriculture de précision, innovations, pratiques culturelles.

Abstract: ITA3P – Technological innovations for triple performance agriculture

In the recent years, agro-equipment has returned to the centre of the debate because it has been identified as a major lever for the agroecology transition. This recognition is due in particular to the new prospects offered by the improvement of agronomic knowledge, but above all, by the integration of information technology, digital or robotics on agricultural equipment. The ITA3P project aimed at highlighting the importance of the role of agro-equipment in the framework of the agroecology transition, by identifying technological innovations, incremental or of rupture, allowing to improve the economic, environmental and social performances of the agricultural practices. To this end, a dozen innovative farming practices were selected and served as a basis for reflection to identify some of the most promising innovations in agricultural equipment.

Keywords: Agri-equipment, precision agriculture, innovations, farming practices.

Introduction

La généralisation de la mécanisation des travaux agricoles dans la majorité des étapes de production de l'ensemble des systèmes positionne les agroéquipements comme un levier majeur pour améliorer les performances des exploitations en termes de compétitivité, mais aussi en termes humains et environnementaux (Bournigal, 2014 ; Guillou, 2013). Si cette mécanisation a permis d'augmenter la productivité des exploitations et d'améliorer les conditions de travail des agriculteurs, certains impacts environnementaux négatifs peuvent leur être reprochés :

- Consommation de ressources : énergie, eau... ;
- Dégradation du sol : tassement, érosion, lessivage ;
- Pollution des milieux (eau, air, sol) par utilisation insuffisamment maîtrisée, voire excessive, des intrants chimiques, de l'irrigation, du travail du sol... ;
- Risques mécaniques et chimiques pour les opérateurs.

L'enjeu du projet ITA3P est de mettre en évidence l'importance du rôle des agroéquipements dans le cadre de la transition agroécologique, en identifiant des innovations technologiques, incrémentales ou de rupture, permettant d'améliorer les performances économiques, environnementales et sociales des pratiques agricoles. L'apport des agroéquipements et des hautes technologies agricoles à la transition agroécologique a déjà été bien documenté (Havard *et al.*, 2015 ; Machenaud *et al.*, 2014). La spécificité de la présente étude est de confronter les innovations technologiques aujourd'hui disponibles au développement et à la mise en œuvre de nouvelles pratiques culturales et observer en quoi cette mise en œuvre peut impulser à son tour de nouvelles innovations par les entreprises des équipements.

Pour ce faire, en partant d'une trentaine de pratiques culturales innovantes sélectionnées, un travail d'identification des innovations technologiques en agroéquipement a été conduit. Puis il s'est agi de qualifier l'amélioration des performances générées par ces technologies. Enfin cette étude a tâché de mettre à jour de nouvelles pistes d'améliorations attendues par les agriculteurs et d'ouvrir des perspectives de travaux futurs.

Ce projet, piloté par l'ACTA, a été conduit par Samy Aït-Amar chargé de mission Innovation au sein de la tête de réseau des instituts techniques agricoles. Il s'est entouré pour sa conduite de partenaires de la recherche appliquée et du développement agricole : APCA, ARVALIS, ITB, FNCUMA. Le pilote du projet ayant quitté l'ACTA en 2019, le présent article a été rédigé sur la base du rapport technique final et des principaux livrables du projet (Aït-Amar, 2017 ; RMT AGROETICA, 2017a-d).

1. Matériel et Méthodes

Le projet s'est structuré autour de 3 actions principales dont nous détaillons en Figure 1 les différentes étapes.

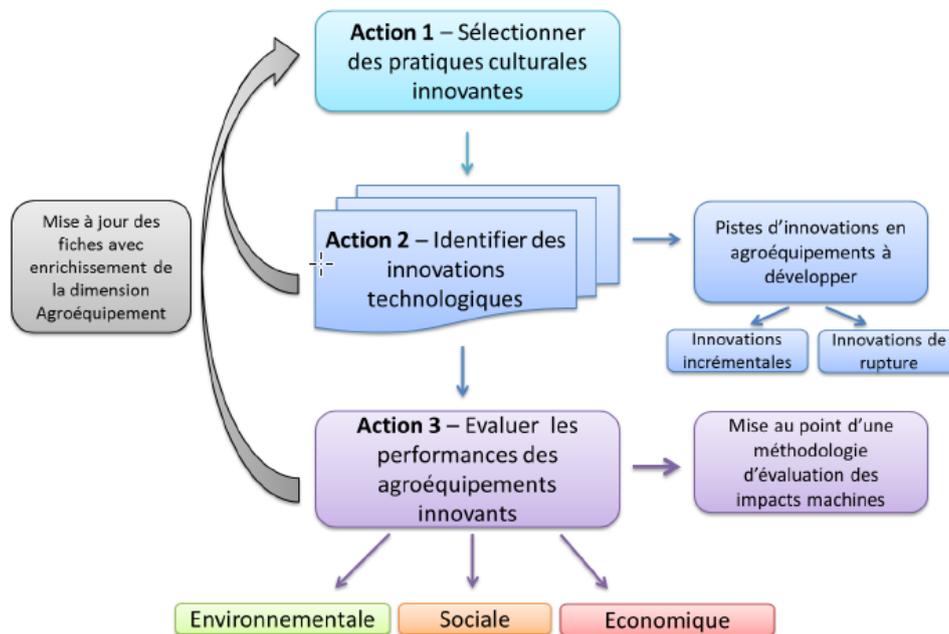


Figure 1 : Déroulé du projet ITA3P

1.1 Sélection des pratiques culturales innovantes

La première étape du projet a consisté à identifier et caractériser des pratiques culturales innovantes, en grandes cultures, répondant à des grands enjeux environnementaux pour les principales opérations d'un itinéraire technique (travail du sol, semis, fertilisation, protection des cultures, récolte...). L'étude s'est appuyée pour cela sur les travaux du Réseau Mixte Technologique SdCI (Systèmes de culture innovants) et plus particulièrement sur les fiches techniques qu'il a publiées et qui présentent l'intérêt d'identifier ces

pratiques et d'analyser leur effet sur la durabilité des systèmes grâce à l'évaluation de plusieurs critères de performances environnementale, économique et sociale (Dumas *et al.*, 2012 ; Petit *et al.*, 2012). Sur la base de ces fiches, le choix des pratiques s'est ensuite fait au regard de deux critères :

- Celles pouvant représenter des surfaces d'application importantes ;
- Celles dont le potentiel d'amélioration provient de l'apport des agroéquipements.

Ainsi, 30 pratiques culturelles ont été retenues, regroupées en 8 grandes thématiques.

1.2 Identification et évaluation des performances des innovations technologiques en matière d'agroéquipements

Une fois le travail de sélection des pratiques culturelles innovantes effectué, un état de l'art des innovations permettant d'améliorer la performance de ces pratiques a été réalisé. Il a été conduit au travers d'une recherche bibliographique et par entretiens auprès d'experts de la recherche (INRA, IRSTEA, instituts techniques...) et du développement agricole (APCA, FNCUMA...) ou grâce à des entretiens avec les acteurs économiques de l'innovation (industriels, start-ups...). La synthèse de cet état de l'art a été organisée selon le niveau de maturité technologique des solutions proposées en distinguant notamment :

- Les projets de recherche ;
- Les innovations présentes sur le marché.

À la suite de cet état de l'art, une sélection d'innovations a été réalisée grâce à l'organisation de deux ateliers de réflexion prospective. Ces ateliers de réflexion, composés d'acteurs variés du secteur des agroéquipements (recherche finalisée et appliquée, développement, enseignement agricole et supérieur, agro-équipementiers...), ont eu pour objectif de faire émerger des innovations en agroéquipement, en identifiant bien les impacts économiques, environnementaux et sociaux sous-jacents.

L'objectif était d'identifier, pour chacun des 8 groupes thématique de pratiques culturelles, un bouquet d'innovations (Figure 2), avec des innovations incrémentales proposant une optimisation d'agroéquipements existants, mais également des innovations de rupture reconcevant intégralement certains agroéquipements voire un ensemble d'agroéquipements.

Grâce à la richesse des connaissances apportées par le groupe d'experts et l'état de l'art préalable fourni par l'équipe projet, de nombreux aspects ont été pris en considération en plus des aspects techniques, comme les aspects économiques ou encore les besoins en formation des utilisateurs.

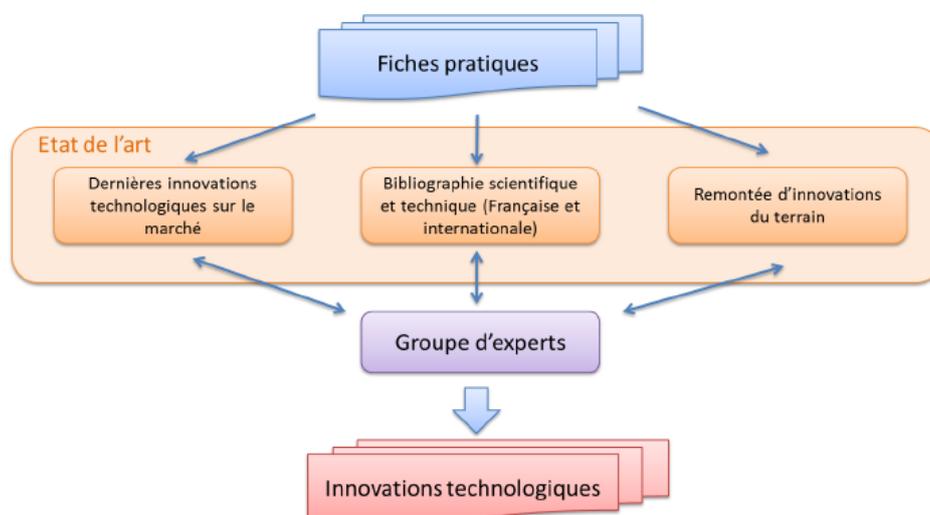


Figure 2 : Déroulé des réflexions pour l'identification des innovations technologiques

1.3 Identification de priorités de travail pour le futur

Les discussions organisées avec les experts sollicités dans le cadre du projet ont permis d'aboutir à l'identification de quatre thèmes d'innovations prioritaires à développer pour le futur en matière d'agroéquipement.

Les ateliers d'experts n'ayant cependant pas permis de mobiliser des agriculteurs, une journée d'échange et de présentation a donc été spécifiquement organisée pour répondre à cette lacune et a permis de compléter les réflexions avec des points de vue d'utilisateurs. Cela a permis de réunir agriculteurs, chercheurs, conseillers, entreprises et start-up fournisseuses de solutions. Un panel complet de technologies et services déjà commercialisés ou encore à l'état de recherche a été présenté et a fait l'objet d'échanges permettant le recueil des perceptions de chacun vis-à-vis de ces innovations. Tous les aspects pouvant entraver ou accélérer le développement de ces solutions ont été collectivement identifiés permettant ainsi d'identifier des pistes d'améliorations innovantes.

2. Résultats

2.1 Inventaire des pratiques innovantes et des innovations technologiques

Le Tableau 1 liste les pratiques culturelles retenues dans le cadre du projet. Celles-ci ont été classées en 8 groupes thématiques :

- Les opérations de semis et de récoltes complexes ;
- La gestion du sol et les techniques culturales sans labour ;
- Les techniques de désherbages mécanique ;
- Le dimensionnement et l'optimisation des machines ;
- Les approches raisonnées de la fertilisation ;
- Les approches raisonnées des traitements phytopharmaceutiques ;
- Les nouveaux équipements pour le biocontrôle ;
- La gestion des effluents organiques.

Pour l'ensemble de ces catégories une trentaine de pratiques culturelles a été sélectionnée et a été caractérisée. Les objectifs qu'elles visent et les difficultés auxquelles elles peuvent être confrontées pour leur mise en œuvre ont été inventoriées et rassemblées sous forme de fiches détaillées disponibles dans le rapport final du projet (Aït-Amar, 2017).

Face à ces pratiques, une collecte assez large d'innovations technologiques en phase de R&D ou en phase de commercialisation a été réalisée. Le tableau suivant en reprend également la liste, mais pour une analyse détaillée le lecteur est invité à se référer au rapport final du projet.

Tableau 1 : Liste des pratiques culturelles innovantes identifiées et des innovations par thématiques

Thématiques	Pratiques culturelles innovantes	Innovations en phase de R&D	Technologies du marché
Les semis et récoltes complexes	Semer / repiquer des mélanges de variétés d'une même espèce	Semis par drone d'un couvert végétal	Systèmes intégrés de télémétrie à la récolte
	Pratiquer le semis sous couvert végétal	Système robotisé de semis et de documentation ultra précis (MARS)	Modulation du semis adaptée par zone de potentiel
	Récolter les mélanges variétaux	Prévoir les dates de récoltes grâce aux données caméras de drones	Système de plantation assisté par GPS RTK

Thématiques	Pratiques culturales innovantes	Innovations en phase de R&D	Technologies du marché
Gestion du sol et techniques culturales sans labour	<p>Limiter les impacts des passages d'engins</p> <p>Effacer les traces de roues</p> <p>Pratiquer les techniques culturales sans labour (TCSL)</p> <p>Pratiquer le semis direct des cultures</p> <p>Pratiquer le strip-till</p>	<p>Projet DST - Cartographie des risques de tassement des sols agricoles et forestiers</p> <p>Projet Sold'Phy - Gestion durable de la fertilité physique des sols</p> <p>Projet Respisols : Réseau d'expérimentation pour le pilotage de la structure des sols à l'échelle du système de culture</p> <p>Projet Pneu-capteur : comportement dynamique du véhicule à la cartographie des sols</p> <p>Des convois de robots dans les parcelles</p> <p>Capteur de mesure de l'état hydrique des sols</p> <p>Agco Mars des robots travaillant en essaim</p>	<p>Michelin EvoBib – Pneu évolutif 2 en 1</p> <p>Trelleborg système VIP (Variable Inflation Pressure)</p> <p>RollMax - Une chenille en plus des roues pour moins tasser</p> <p>PneuTrac, le pneu-chenille de Mitas</p>
Techniques de désherbage mécanique	<p>Pratiquer le désherbage mécanique – Binage</p> <p>Combiner désherbage chimique localisé et binage sur un même outil : désherbinage</p> <p>Pratiquer le désherbage thermique</p>	<p>Projet Dockweeder - Un robot dédié au désherbage mécanique</p> <p>Projet PUMAgri - Un robot dédié au désherbage mécanique</p> <p>Projet Bosch Bonirob – Un robot qui distingue les adventices</p>	<p>Robots autonomes de désherbage mécanique : Anatis, Oz et Dino de Naïo Technologies</p> <p>Robot désherbineur : Rotosark</p> <p>Désherbage mécanique sur rang: bineuse Robocrop InRow Weeder</p> <p>Aide au désherbage mécanique manuel par portique de désherbage manuel autoguidé : Herbisol</p>
Dimensionnement et optimisation des machines	<p>Raisonner la taille et la forme des parcelles</p> <p>Pratiquer l'agroforesterie</p> <p>Adapter la puissance du tracteur aux outils utilisés et à la charge</p> <p>Optimiser les déplacements</p> <p>Limiter la consommation en carburants des matériels</p>	<p>Projet Perfebet : Un outil d'aide à la décision pour évaluer la performance des chantiers de récolte</p> <p>Projet EDEN : Entrepôts de Données spatiales au service de l'évaluation des performances ENergétiques des entreprises agricoles</p>	<p>Echanger l'exploitation des parcelles pour faciliter leur gestion : EchangeParcelles</p> <p>Optimiser les déplacements d'engins au sein de l'exploitation</p> <p>Tracteurs électriques : John Deere, Fendt, TRACT'ELEC de ELATEC</p> <p>Tracteurs à biogaz : Valtra</p>

Thématiques	Pratiques culturelles innovantes	Innovations en phase de R&D	Technologies du marché
Approches raisonnées de la fertilisation	<p>Fractionner la dose totale d'azote apportée à la culture</p> <p>Se fixer des objectifs de rendement correspondant aux potentialités des parcelles</p> <p>Ajuster le niveau de fertilisation des cultures en cours de campagne à partir de mesures</p> <p>Préférer les apports d'azote localisés aux apports en plein</p>	<p>Projet N-Pérennes : Un outil de raisonnement de la fertilisation azotée en cultures pérennes</p>	<p>La modulation intra-parcellaire par imagerie satellite : Farnstar</p> <p>La modulation intra-parcellaire par capteurs embarqués : Yara N-Sensor</p> <p>Applications de diagnostic et de préconisation : Tradecorp, Date N'Prairie</p>
Approches raisonnées des traitements phytopharmaceutiques	<p>Rechercher des conditions climatiques optimales pour la pulvérisation</p> <p>Limitation de la dérive lors de la pulvérisation</p> <p>Limiter les traitements aux foyers d'infestation</p> <p>Pratiquer le désherbage chimique localisé sur le rang</p> <p>Utiliser un équipement GPS avec coupure de rampes</p>	<p>Projet Phénaufol : Robot détecteur de maladies</p> <p>Projet AdAP2E : Robot capable de cartographier le volume de végétation à traiter avant la pulvérisation</p> <p>Projet Rovipo : Robot viticole polyvalent multitâches</p> <p>Projet Picore : Système connecté contrôlant la performance des pulvérisateurs</p> <p>Projet EvaSprayViti – un banc d'essai pulvérisation en vigne</p>	<p>La coupure automatique de tronçon par GPS</p> <p>Limitation de la dérive par buse à injection d'air ou panneaux récupérateurs</p> <p>Technologies de modulation de doses : portes buses à sélection automatique, buses PMW, injection directe</p> <p>Technologies de pulvérisation localisée : Désherbage embarqué sur tracteur par détection d'images ou indice de végétation (WeedSeeker, Robotcrop spot...)</p> <p>Technologies de désherbage avec images aériennes</p> <p>Robots autonomes : Ecorobotix</p> <p>Technologies de détection de maladie et préconisation: Applications d'identification de maladie et de préconisation de traitement (di@gnoplant), capteurs sur drones (Carbon bee), OAD de pilotage (Tameo), Appli Index Acta</p>

Thématiques	Pratiques culturales innovantes	Innovations en phase de R&D	Technologies du marché
Nouveaux équipements pour le biocontrôle	Pratiquer la lutte biologique à l'aide de trichogrammes Pratiquer la lutte biologique à l'aide de microorganismes Pratiquer la lutte biologique à l'aide de <i>Coniothyrium minitans</i>	Projet de drones pour larguer coccinelles et acariens sur les cultures Projet de drones préventifs et curatifs	Drones d'insectes parasitoïdes (Trichogrammes) contre la pyrale : Instadrone, Agrodrone...
Gestion des effluents organiques	Réaliser des apports d'effluents organiques Réaliser des apports de compost	Projet sur la simulation d'efficacité des équipements et maîtrise des doses	Système d'épandage DPAE (Débit Proportionnel à l'Avancement Electronique) sur épandeurs Certification d'éco-épandage

2.2 Identification de 4 thèmes d'innovations prioritaires

Après avoir réalisé cet inventaire très large, les entretiens organisés avec les experts sollicités dans le cadre du projet ont permis d'aboutir à l'identification de quatre thèmes d'innovations prioritaires à développer pour le futur en matière d'agroéquipement.

2.2.1 La gestion du tassement des sols agricoles

Processus majeur de dégradation physique des sols, le tassement concernerait 33 millions d'hectares en Europe, soit 4 % des terres (GIS Sol). Le tassement des sols est le résultat d'une interaction entre l'humidité du sol, sa sensibilité à la compaction et la pression exercée par les engins d'exploitation agricole ou forestière, ou encore par le piétinement du bétail. Lors du travail du sol, du semis, des épandages, des récoltes ou des travaux de débardage, un tassement irréversible des sols profonds peut en effet se produire si les pressions exercées par les passages d'engins lourds s'effectuent sur un sol humide.

La pression mécanique sur les sols, due à l'utilisation de matériel agricole de plus en plus lourd et dans des conditions pas toujours optimales, est l'une des principales causes de la dégradation des sols. Le tassement des sols entraîne une baisse de la production et augmente les impacts environnementaux, avec l'accroissement du risque de lessivage des nitrates, d'émission de gaz à effet de serre (N_2O , CH_4), de ruissellement et d'érosion des sols.

De nombreux acteurs publics et privés se mobilisent pour faire face à cette situation. Cela se traduit par :

- Le développement de nombreuses innovations techniques et technologiques pour diminuer les impacts des activités agricoles sur les sols ;
- Différentes actions de sensibilisation et d'accompagnement à destination des agriculteurs ;
- Des formations initiales et continues pour booster les innovations et leurs appropriations.

2.2.2 Le désherbage mécanique

Les pratiques de désherbage mécanique, positionnées dans une stratégie globale de gestion de la flore adventice basée sur l'agronomie, constituent des pistes claires pour réduire l'usage des herbicides (Bonin *et al.*, 2010). Ainsi, le désherbage mécanique a toute sa place dans une stratégie de désherbage efficace, que ce soit en agriculture biologique ou en agriculture conventionnelle. L'efficacité de cette pratique

dépend du type d'outils utilisés (bineuse, houe rotative, herse étrille, écimeuse...), de la culture et de son stade de développement. Le principe des outils disponibles est d'arracher ou de sectionner les adventices qui, sous l'effet de conditions climatiques favorables, se dessèchent et ne peuvent pas se repiquer. Ces techniques ne sont pas applicables dans toutes les situations et dépendent des caractéristiques de la parcelle : type de sol, pente, conditions climatiques... Enfin, utiliser des méthodes de désherbage mécanique permet d'éviter la sélection d'adventices résistantes aux herbicides.

Aujourd'hui, les Techniques Culturelles Sans Labour, dont l'adoption augmente, ont une très forte dépendance au glyphosate (Lucas *et al.*, 2018). Ainsi, toutes ces pratiques peuvent être sérieusement remises en cause en cas d'interdiction de cette molécule. Le désherbage mécanique semble être une alternative à développer pour la rendre plus adaptée et efficace. Dans ces évolutions, les nouvelles technologies ont toute leur place pour perfectionner ces méthodes grâce à la robotique ou encore grâce à la détection et reconnaissance d'adventices.

Le désherbage mécanique n'a pour l'instant qu'une efficacité instantanée et mérite d'être combiné à d'autres techniques pour maintenir des niveaux de propreté acceptables. Ces techniques se valorisent dans les situations d'infestations raisonnables en adventices, sous peine d'être inutiles, voire préjudiciables pour le rendement, si certaines précautions ne sont pas respectées.

2.2.3 Le dimensionnement et l'efficacité des agroéquipements

Le carburant est de loin l'énergie directe la plus utilisée en agriculture. Le fioul domestique représente 52 % de la consommation totale d'énergie de l'agriculture française (ADEME, 2019). En 2013, le parc tracteur était de 1 060 000 machines (AGRESTE, 2019). Dans ce parc, la puissance et donc la consommation des tracteurs n'est pas toujours adaptée aux tâches qui leur sont attribuées. Ainsi, il a été démontré par l'association AILE, lors d'un bilan des 7 500 premiers tracteurs testés entre 1995 et 2006 sur banc d'essai, que 40 % des tracteurs étaient surpuissants (Megret, 2015). Utiliser un tracteur plus puissant que nécessaire revient à déplacer inutilement des kilos en trop et donc consommer plus d'énergie que de besoin. Une tonne déplacée sur un sol meuble à 7 km/h génère une consommation de 1 à 2 L/h (6 à 8 CV) (FRCUMA Région Centre, 2007). Ce phénomène de surdimensionnement des machines implique de multiples conséquences néfastes pour l'exploitation et l'environnement :

- Surconsommation d'énergies fossiles ;
- Augmentation du tassement du sol avec des appareils trop lourds ;
- Investissement initial plus important.

2.2.4 L'optimisation de la pulvérisation

Les produits phytosanitaires, assurent la protection des productions agricoles contre les insectes nuisibles, les champignons et les herbes qui entravent le bon développement des plantes. Cependant, la diminution de l'utilisation des produits phytosanitaires est non seulement un enjeu majeur de santé publique, mais également un enjeu environnemental et économique. Diminuer l'utilisation des pesticides, c'est mieux gérer les risques sanitaires de la production végétale, tout en protégeant ceux qui utilisent ces produits, mais aussi les riverains et les consommateurs. Cette diminution des quantités appliquées passera notamment par une optimisation de l'efficacité de la pulvérisation, avec une bonne dose au bon endroit au bon moment, et aura des effets sur l'environnement et la santé très importants.

3. Discussion

L'étude réalisée s'est concentrée sur l'identification des pratiques et des innovations déjà disponibles ou en phase de R&D. Afin de rapprocher l'offre de technologies de la demande des agriculteurs français, il était nécessaire de confronter ces innovations à un panel d'agriculteurs pour recueillir leur perception et

tâcher de comprendre ce qui était le plus susceptible d'entraver ou accélérer leur développement. Pour les agriculteurs rencontrés, les innovations technologiques sont nécessaires pour rester compétitif, améliorer leurs performances et rendre leur mode de vie plus agréable. Ainsi, les nouvelles technologies et autres innovations sont et seront acceptées par les agriculteurs à condition qu'elles respectent les points suivants :

- **Un paramétrage et une utilisation facile** : il arrive que certains agriculteurs n'utilisent pas certaines options qu'ils pourraient appliquer par soucis de configuration, trop longue ou trop compliquée. L'idéal est d'avoir des appareils qui puissent fonctionner en *plug and play*.
- **Un investissement en cohérence avec les bénéfices générés par l'utilisation d'une innovation** : aujourd'hui, certaines innovations comme celles liées à la robotique ont des prix d'achats très élevés par rapport à l'impact économique qu'elles peuvent générer, ce qui freine l'acquisition de ces technologies.
- **Un effort d'adaptation au contexte local** (taille des exploitations, taille des parcelles, types de productions, topographie, trésorerie...): les agriculteurs ont l'impression que certains constructeurs ou distributeurs leur proposent des équipements adaptés au contexte américain ou australien mais pas forcément au contexte français, en sachant que cette différence d'environnement peut générer de grandes différences en termes d'intérêts ou de rentabilité.
- **Des innovations adaptables sur les anciens équipements existants** pour limiter les investissements : les agriculteurs ne peuvent investir dans toutes les nouvelles technologies s'il leur faut à chaque fois racheter un équipement neuf. Des innovations adaptables apparaissent alors comme une solution plus soutenable (comme les nouvelles technologies de pulvérisations qui pourraient être adaptables sur de vieux pulvérisateurs)
- **Un besoin de liberté** : certains fournisseurs de solutions proposent les services associés à des équipements sous forme d'abonnement mensuel ou annuel qui bloquent et conditionnent les agriculteurs dans leurs choix. Les agriculteurs préfèrent avoir à acheter un équipement sans être tenu de souscrire un abonnement pour pouvoir bénéficier des services associés.
- **Un soutien régional, national ou européen est nécessaire** lorsque les innovations n'apportent qu'une amélioration de l'impact environnemental (qualité de l'eau, biodiversité...): les agriculteurs ne peuvent acheter de nouveaux équipements s'ils ne génèrent aucun bénéfice économique lors de leur utilisation.

Conclusion

Ce projet a permis de lister un ensemble cohérent et hiérarchisé de pratiques culturelles innovantes dont l'impact potentiel permettant d'aller vers une agriculture plus performante du point de vue de la durabilité est majeur. Ces pratiques ont été sélectionnées au regard des nécessaires évolutions technologiques qu'elles nécessitent en matière d'agroéquipement. Le développement des technologies notamment issues du numérique constitue un accélérateur puissant vers la transition agroécologique. L'inventaire des innovations de substitution ou de rupture dressé à l'occasion de ce projet a permis d'identifier les freins mais aussi les leviers d'accélération. L'analyse des échanges avec les experts et les agriculteurs rencontrés ont permis d'identifier quelques pistes de réflexion pour le futur. Il est tout d'abord nécessaire de tenir compte de l'équipement actuel des agriculteurs et donc il faut travailler à l'adaptation des nouveaux systèmes aux anciens (notamment sur les pulvérisateurs). Pour réduire fortement les apports d'intrants, il paraît nécessaire de travailler davantage la question de la modulation intra-parcellaire des besoins en pesticides, ce qui passe sans doute par la combinaison de technologies (observation, détection, application). La question de la simplification du paramétrage et de l'utilisation est également primordiale pour une bonne adoption et pour s'assurer du bon réglage des matériels. Enfin, la question de l'accompagnement aux investissements est essentielle. Les pouvoirs publics, en mettant en place des

dispositifs d'accompagnement financier pour l'aide aux investissements en agroéquipement ayant un impact environnemental positif, peuvent accompagner efficacement la transition agroécologique. Cela nécessite également un effort de simplification et de clarification de ces démarches.

Remerciements

Les travaux présentés ont été réalisés pour l'essentiel par Samy Aït-Amar, ingénieur chargé de mission innovations agricoles à l'ACTA dans le cadre du projet ITA3P, ayant bénéficié du concours financier du CASDAR et de l'appui du ministère de l'agriculture. Il convient néanmoins de remercier les experts consultés lors du montage du projet pour leur aide précieuse : Marie-Sophie Petit de la Chambre régionale de Bourgogne, Bruno Tisseyre de Montpellier Sup-Agro, René Autelet de Intervia Consulting et Christian Huyghe d'INRAE.

Les auteurs remercient également tous les partenaires du projet : Philippe Van Kempen (APCA), Jérôme Labreuche, Benjamin Perriot et tous les collaborateurs impliqués (ARVALIS – Institut du Végétal), Pierre Guiscafre et Stéphane Chapis (FNCUMA), Suzanne Blocaille (ITB), Myriam et Jean-Pierre Chanet et tous les collaborateurs impliqués (IRSTEA), et bien évidemment tous les experts rencontrés à l'occasion des ateliers ou des rendez-vous qui ont permis de dresser ce panorama. Enfin nous tenons également à remercier les entreprises de l'agroéquipement et les startups ainsi que les agriculteurs sollicités pour leur implication et la richesse de leurs retours sur l'intérêt de ces travaux.

Références bibliographiques

ADEME, 2019. Consommation des engins agricoles. [URL](#)

AGRESTE, 2019. Exploitations, foncier, installation, Agreste Graph'Agri. [URL](#)

Aït-Amar S., 2017. Rapport final ITA3P. [URL](#)

Bonin L., Descartes J.C., Lieven J., Royer C., Muchembled C., 2010. Quelle efficacité attendre du désherbage mécanique ? Perspectives Agricoles N° 369, Juillet-Aout 2010.

Bournigal J.M., 2014. Définir ensemble le futur du secteur des agroéquipements, Rapport de la mission agroéquipements, octobre 2014.

Dumas M., Moraine M., Reau R., Petit M.S., 2012. Synthèse de 36 systèmes de culture économes et performants du réseau FERME 2010 d'Ecophyto, 236 pages.

FRCUMA Région Centre, 2007. Quelles pistes pour économiser le carburant ? [URL](#)

GIS SOL, Le tassement des sols. [URL](#)

Guillou M., 2013. Le projet agroécologique : Vers des agricultures doublement performantes pour concilier compétitivité et respect de l'environnement.

Havard P., Volant S., Delmotte C., 2015. La haute technologie au service de l'agroécologie du futur, Colloque "Agroécologie & systèmes de cultures innovants" : démystifier et comprendre l'agroécologie et les systèmes de cultures innovants - 27/01/2015, Les Ponts-de-Cé (49)

Lucas V., De Tourdennet S., Barbier J.M., Cittadini R., Gasselini P., 2018. Le glyphosate en agriculture de conservation : Un cas illustratif de la dépendance de l'agriculture française aux pesticides. Communication pour les 12^è Journées de Recherche en Sciences Sociales INRA-SFER-CIRAD, 13-14-déc, Oniris Nantes, 30 p. [URL](#)

Machenaud G., Klein P., Terrien F., Pasco E., 2014. Agroéquipement et triple performance, Freins et leviers pour la transition agroécologique.

Megret B., 2015. Résultats Banc d'essai diagnostic de tracteurs entre 1995 et 2006. AILE. [URL](#)

Petit M.-S., Reau R., Dumas M., Moraine M., Omon B., Josse S., 2012. Mise au point de systèmes de culture innovants par un réseau d'agriculteurs et production de ressources pour le conseil. Innovations Agronomiques 20, 79-100.

RMT AGROETICA, 2017a. Fiches Techniques Désherbage mécanique. [URL](#)

RMT AGROETICA, 2017b. Fiches Techniques Dimensionnement, gestion et sources d'énergies des équipements. [URL](#)

RMT AGROETICA, 2017c. Fiches Techniques Le tassement des sols agricoles. [URL](#)

RMT AGROETICA, 2017d. Fiches Techniques Optimisation de la pulvérisation de pesticides. [URL](#)

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « Innovations Agronomiques », la date de sa publication, et son URL).