

LE MACHINISME AGRICOLE À L'HEURE DE LA RÉVOLUTION NUMÉRIQUE

Pourquoi cette séance aujourd'hui ?

Hubert Defrancq, René Autellet, Guy Waksman

Au-delà des aspects techniques et des démonstrations de l'efficacité des outils numériques, et quel que soit le public visé, se pose toujours la question de l'appropriation délicate sinon difficile de ces outils.

Et lorsque les utilisateurs s'approprient ces outils numériques, et qu'ils en ont compris le fonctionnement, il arrive souvent qu'ils en savent assez pour s'en passer aussi tôt que possible. C'est le cas d'outils d'aide à la décision par exemple : les utilisateurs pratiquent des approximations qui les satisfont et leur permettent de gagner du temps en s'affranchissant des outils informatiques, souvent considérés comme trop lourds, trop longs à mettre en œuvre. Mais quand on abandonne l'outil informatique, comment éviter des dérives qui dégraderaient la qualité des décisions ?

L'approximation n'est pas possible avec les machines agricoles bardées de capteurs et actionneurs. C'est le numérique ou la mort ! Mais comment s'accommoder de la dépendance vis-à-vis des constructeurs de machines qui suggèrent des *modus operandi* inadaptés à certains utilisateurs. Comment éviter de se trouver prisonnier des logiciels et donc des logiques des constructeurs ?

Les enjeux d'appropriation des outils numériques concernent les professionnels comme le grand public, et dans le secteur qui nous intéresse, les agriculteurs, les distributeurs de matériels comme les constructeurs.

L'appropriation des outils numériques nécessite un effort initial conséquent et qui doit être répété pour ceux à utilisation saisonnière qu'il faut « réapprivoiser » chaque année, quelles que soient les qualités de ces outils. Au cours de cette séance, nous verrons qu'investir de l'argent, du temps, et beaucoup de patience, sur les outils numériques incorporés aux machines agricoles d'aujourd'hui, vaut vraiment le coût.

Au travers des partages d'expérience de deux agriculteurs, d'un distributeur, d'un développeur d'OAD et d'un constructeur de machine agricole, l'objectif de cette séance est de montrer les motivations initiales et bénéfiques attendues pour adopter ces solutions et en sécuriser l'usage, tout en essayant d'éviter la surcharge mentale associée à la maîtrise de multiples solutions.

Rappel pour mémoire : l'intérêt économique est déterminant pour allouer les ressources nécessaires et garantir la pérennité de l'adoption des solutions proposées. Cela impacte l'organisation des exploitations, ces solutions devant générer un niveau d'usage en rapport avec leur coût de mise en œuvre (achat, formation...).

[Voir academie-agriculture.fr](http://www.academie-agriculture.fr)

Le machinisme agricole à l'heure de la révolution numérique

- Introduction par R. **AUTELLET** (AAF – Secteur des agrofournitures)
- Marcel **LEJOSNE** (AAF – Productions végétales), producteur grandes cultures. Quels OAD pour quelles utilisations des machines agricoles ?
- Jean-Claude **PETTE** (AAF- Productions animales), éleveur. Même question qu'à M. Lejosne, mais en élevage.
- JM **COUADE** (Chesneau Agri-Ouest, concessionnaire John Deere et agriculteur) : quels « retours » pour les agriculteurs, des outils numériques de surveillance du bon fonctionnement des machines ? Quid de la gestion des masses de données collectées ?
- Armand **SACHOT** (Aptimiz) : comptabilisation des temps de travaux par chantier ou tâche sans aucune saisie grâce à des capteurs disposés sur les machines.
- G. **VITRY**, responsable R&D chez Dubrulle-Downs développeur et fabricant d'une solution IA pour le tri à très haut débit de pommes de terre. IA comme toute autre technologie ne fonctionne pas toute seule. De nombreux sujets s'avèrent sensibles : gestion de la relation avec les développeurs de la solution, appropriation de la solution par le personnel, gestion du flux de production, du service, etc.
- Ph. **GATE** (AAF – Productions végétales) : Conclusion de la séance. Comment développer l'appropriation des outils numériques par les agriculteurs.

INTRODUCTION

par **René AUTELLET**

Le « Big Data » ! Cette appellation est apparue en octobre 1997. Ce volume massif de données, qu'aucun outil classique de gestion de bases de données ne peut travailler, concerne aussi l'agriculture et plus précisément le machinisme agricole, objet de notre séance.

Ce grand nombre de datas en agriculture, on en fait quoi, elles appartiennent à qui ? Le sujet a fait polémique aux USA, lorsque les agriculteurs ont eu le sentiment de se faire « voler » leurs informations et d'être « prisonniers » du constructeur de tracteur par exemple. Le problème a dû être légiféré et a donné lieu à un texte réglementaire : le « Right to repair », le « droit de réparer », en s'affranchissant de la nécessité de retourner au fabricant d'origine pour le service.

Ce sujet avait été présenté à la section IX en janvier 2022 par **Éric Bonhomme**, avec l'exemple du compte « **My John Deere** » et les relations contractuelles entre le constructeur et son client.

Dans ce sillage, notre premier intervenant **Jean-Michel Couade** (Concessionnaire John Deere mais également importateur de matériels d'irrigation) nous développera aujourd'hui des exemples d'utilisations pratiques des données récoltées.

La première récupération de données en machinisme agricole fut le Datatronic Massey Ferguson, lancé en 1986 sur le MF 3600. Les différents capteurs et composants électroniques transmettaient principalement les informations de travaux à la parcelle.

S'ensuivirent rapidement les premières cartographies de parcelles. Lancée en 1995, la cartographie de rendement combine un capteur de rendement sur l'élévateur et le positionnement GPS de la moissonneuse-batteuse. Cette carte devait ensuite être utilisée pour moduler les apports d'engrais et de semences. C'était la grande promesse de l'agriculture de précision, promesse non tenue car il n'existe toujours pas de logiciel miracle permettant de transformer les cartes de rendement en carte de préconisation pour moduler les intrants. Surtout parce que la seule information sur le rendement ne permet pas d'établir de façon fiable une carte d'épandage ou de traitement. Dans la pratique, il vaut mieux s'appuyer sur des analyses de sol et des profils culturaux pour moduler les intrants.

Il est à noter qu'une très grande partie de la profession se posait réellement la question à l'époque : on en fait quoi de la cartographie ? « met-on plus d'engrais dans les zones à faible résultat ou l'inverse ? », oubliant par là même les fondamentaux de l'agronomie élémentaire... Bien qu'une certitude demeure néanmoins : l'épandage selon une cartographie modifierait nécessairement le rendement de l'année suivante.

Ces réactions posent sérieusement le problème de l'exploitation raisonnée de ces quantités pharaoniques de données, avec le risque non négligeable d'aboutir aux « spurious correlations », ou comment faire dire absolument n'importe quoi à ses données, lorsqu'on néglige les fondamentaux... Le labour, pour ne prendre qu'un exemple, est couramment raisonné en tenant compte de son bilan carbone catastrophique, dû principalement à l'énergie utilisée pour la traction. Les conséquences agronomiques et le choix d'un carburant fossile étant deux

événements totalement indépendants, le raisonnement est indéfendable d'un point de vue mathématique.

Pour revenir à des réalisations pertinentes, toutes ces datas alimentent de nombreux OAD (Outils d'Aide à la Décision), toujours plus innovants mais difficiles à juger. Cette prolifération décourage les jurys des concours de l'innovation : « il y aura bientôt plus d'OAD que d'agriculteurs... ».

Et pourtant la surprise est là : ils s'en servent ! Comme vont en témoigner nos confrères **Jean-Claude Pette** (section « productions animales ») dans le domaine de l'élevage, et **Marcel Lejosne** (section « productions végétales ») sur l'aspect cultures.

Un exemple très abouti d'OAD sera ensuite développé par **Armand Sachot** de la société **Aptimiz**. Cet application smartphone mesure automatiquement et analyse le temps de travail, sans aucune saisie.

Elle a été récompensée d'un Sommet d'Or lors de l'édition 2021 du Sommet de l'Élevage, d'un Innov'Space au Salon de Rennes et d'une médaille de Bronze au Sitevi de Montpellier cette même année. Un tel score est assez exceptionnel pour un OAD.

Enfin, **Grégoire Vitry**, du Groupe **Dubrulle**, nous parlera de l'intégration des datas et de l'IA dans les produits, et nous constaterons que les enjeux d'appropriation des outils numériques concernent aussi les professionnels et pas seulement les utilisateurs.

Je ne conclurai pas cette introduction sans citer notre confrère **Mickaël Horsch**. Dans cette démarche d'utilisation des datas, n'oublions pas sa célèbre formule « **bits or boots ?** », car il aime à ironiser sur les dérives de l'agriculteur derrière son ordinateur, qui s'avère moins performant en termes de résultat que son collègue chaussé de bottes du matin au soir... (cette affirmation est basée sur les résultats comparatifs relevés par un centre de gestion allemand, sur un panel de plus de 500 exploitations).

Toutes ces questions ne seront pas tranchées aujourd'hui, mais les regards croisés de notre Académie d'agriculture sur ces réalités, montrent son utilité en tant que lieu de rencontre de spécialistes aux compétences très diverses, au service de notre agriculture.

Je laisserai la difficile tâche de conclure cette séance à notre confrère **Philippe Gate**, qui saura élargir le débat aux projets et préoccupations de la section 1, partenaire de cette rencontre.

Mini CV

Marcel LEJOSNE, membre de la section 1 de l'Académie d'agriculture

- ISA de Lille

- IGIA (Institut de gestion international agroalimentaire), groupe ESSEC

Agriculteur en activité confronté aux défis de la transition agroécologique et très soucieux d'optimiser la valorisation de ses productions. Ses mandats (SAF Agridées, Tribunal Paritaire, Secrétaire de la fédération régionale de la propriété privée rurale des Hauts de France, Président du syndicat des propriétaires ruraux de l'Aisne) démontrent son intérêt pour l'engagement collectif.

- Marcel LEJOSNE a une expérience approfondie des nouveaux matériels agricoles ainsi que des nouvelles technologies.

Jean-Claude Pette, membre de la section 3 de l'Académie d'agriculture

Agriculteur aujourd'hui « jeune retraité », Jean-Claude Pette a été producteur de lait et de fromages de Brie. Il a mené en parallèle son travail sur la ferme de Juchy, et la défense des éleveurs, particulièrement des producteurs de lait, très impliqué qu'il était dans les organisations professionnelles. Connaissant bien les filières fromagères AOP, Jean Claude Pette s'était engagé au sein de l'Organisme De Gestion ODG des fromages de Brie AOP, à la réécriture des cahiers des charges et plans de contrôle pour les Bries AOP Meaux et Melun, travail couronné en 2020 par une reconnaissance européenne.

Maîtrisant bien les réglementations concernant la commercialisation des produits agricoles, Jean-Claude PETTE aura été à l'origine de la création d'une Organisation de Producteurs avec les livreurs de lait et fromageries Seine-et-Marnaises. Il a suivi par ailleurs de près l'évolution des réglementations sanitaires pour les ateliers fermiers.

Jean-Michel Couade, directeur commercial des Ets Chesneau (réseau John Deere)

Ingénieur agronome ENSAT, option machinisme agricole (MASEC), obtenue au CEMAGREF (1986)

Professeur de machinisme agricole en classe de BTS, puis responsable du centre de formation de CLAAS France, où il est promu responsable produit moissonneuse-batteuse : essais, sa commercialisation, travail sur les applications liées à l'agriculture de précision.

- 1998 : Responsable marketing Europe chez John Deere à Zweibrücken (Allemagne). Développement des nouvelles technologies dans le machinisme agricole : guidage, modulation des applications, télémétrie.

- 2001 : travail sur la norme ISO 11783 (ISOBUS) pour le transfert des données entre machines.

- 2003 à 2019 : Directeur commercial des Ets Chesneau (concessionnaire John Deere et importateur de matériels d'irrigation allemand et anglais). Puis responsable du secteur Irrigation depuis 2017, et du secteur « *services et nouvelles technologies* » depuis 2019.

...et toujours agriculteur et viticulteur sur son exploitation du Berry.

Armand Sachot, 28 ans, créateur de la société Aptimiz

- Fils d'agriculteur en polyculture-élevage en Vendée

- Salarié agricole en saison et les week-ends sur différentes exploitations et en ETA/CUMA

- Divers expériences agricoles à l'étranger (Canada, Pays-Bas)

MACHINISME AGRICOLE
Séance du 13 mars 2024

- Ingénieur Agricole ESA / Wageningen spécialisation productions végétales et gestion d'entreprise
- Co-fondateur et président d'Aptimiz, Directeur commercial

Grégoire Vitry, directeur R&D de Dubrulle-Downs

- Ingénieur Centrale - Optoélectronique, Systèmes Embarqués et Intelligence Artificielle
- R&D dans des groupes internationaux de 1990 à 2008 : SAGEM Optronique et Fichet-Bauche – Gunnebo.
- Entrepreneur dans l'innovation de 2009 à 2022 : Tracking GPS pour le sport (nexusstep sport), tracking produits phytosanitaires - cahier de culture automatique (Keyfield), Tracking travaux agricoles (Orcatrack), Tracking automatique des palox de pommes de terre, états des stocks, plans des frigos (Saalto).
- Depuis fin 2002 : Ets Dubrulle - Downs - Directeur Recherche et Développement.

OAD et machines agricoles

Marcel LEJOSNE¹

1. Les OAD utilisés sur l'exploitation (tableau ci-après)

1.1. OAD non liés directement à l'utilisation des machines agricoles

[Geofolia](#) d'isagri est utilisé massivement. Il s'agit d'assurer la traçabilité des interventions et de permettre la vérification du respect des cahiers des charges imposés par les clients. On voit ici le rôle central du logiciel de traçabilité.

[Un outil comme Mileos®](#), outil de référence d'Arvalis pour lutter contre le développement du mildiou de la pomme de terre, est utilisé, mais en fin de compte, ce n'est que pour confirmation, parce que la logique du logiciel est complètement « intégrée » par exploitants.

1.2. OAD liés à l'utilisation des machines agricoles

- Développés par des constructeurs / des développeurs de logiciels.
 - Complètement associés au matériel (tracteurs et automoteurs !) ou non (outils attelés)
- Par exemple le logiciel sur le pulvérisateur peut empêcher de traiter une partie d'un champ qui aura été semée plus tard qu'une autre partie. C'est indispensable respecter correctement les cahiers de charges.
- Vendus ou non avec les matériels
 - Utilisés RTK (précision 1 cm) ou SF4 (?) (précision 5 cm)
 - Liés ou non à 1 ou plusieurs machines (GPS de tracteur)
 - L'automoteur de pulvérisation a un hygromètre et un anémomètre tel que requis dans les cahiers des charges en production légumière.
 - Comme indiqué par R. Autellet en introduction, la cartographie des rendements ([Precifield](#)) ne conduit pas forcément à la modulation de la fertilisation azotée, tant cette carte est difficile à interpréter.

Type de Matériel	OAD	Utilité	Datas produites
Tracteurs	Vitesse Radar ou GPS	Contrôle du patinage	Rapports OpsCenter
		GPS	Ops Center
		Gestions Limite Champs	
		Gestion Fourrières	
		Lignes de guidages partagées avec l'ensemble du parc	Ops Center
		Ops Center	
		Localisation du matériel en instantané et à postériori	
		Localisation du matériel	
		Accès à distance console Tracteur	
		Gestion des entretiens	
	Analyses consommations de Carburant		
	Analyse du type d'utilisation (route/champ)		
Pulvérisateur	Vitesse Radar ou GPS	Régulation de débit indépendante patinage	

¹ Membre de l'Académie d'agriculture, Mél : marcel.lejosne(a)gmail.com

MACHINISME AGRICOLE
Séance du 13 mars 2024

	GPS	Gestions des limites coupures de tronçons	
		Accès à distance console Pulvé	
		Lignes de guidages partagées avec l'ensemble du parc	
	ExactApply	Respect de la pression quelle que soit la vitesse	
		Traitement en virage	
		Modulation de dose sur 36 m	
		Assistance au choix de la meilleure buse	Console Greenstar
	Ops Center	Localisation du matériel en instantané et à postériori	
		Accès à distance console Tracteur	
		Gestion des entretiens	
		Analyses consommations de Carburant	
		Analyse du type d'utilisation (route/champ)	
	Hygo	Choix du meilleur créneau de pulvérisation	Météo Hygo 2 pulvés équipés
		Modulation de dose par rapport aux conditions	
	Précifield	Cartes de modulations Azote et cartes de rendement	
Semoir Engrais	GPS	Gestions Limite Champs	
		Gestion Fourrières	
		Gestions des limites coupures de tronçons	
	Amaconnect	Réglages balistiques des différents engrais	Base commune Amazone
	Pesée dynamique	Respect de la dose désirée indépendante vitesse et qualité d'engrais	
	Précifield	Cartes de modulations Azote	
Semoir Betteraves	GPS	Gestions Limite Champs	
		Gestion Fourrières	
		Gestions des limites coupures de tronçons	
	Moteur électrique distri	Modification rapide de la densité de semis	
	Contrôleur de semis	Respect de la dose désirée	
Semoir Céréales	GPS	Gestions Limite Champs	
		Gestion Fourrières	
		Gestions des limites coupures de tronçons	
	Appli Bednar	Aide au choix du type de distribution	Base Bednar
	Contrôleur de semis	Contrôle du bouchage	
Moissonneuse Batteuse	GPS	Lignes de guidages partagées avec l'ensemble du parc	
		Cartographie des rendements	
	Ops Center	Localisation du matériel en instantané et à postériori	
		Meilleure organisation chantier	
	Contrôleur Grain	Humidité/Ps en instantané	

MACHINISME AGRICOLE
Séance du 13 mars 2024

		Optimisation réglage machine	Base de données réglages JD
	Contrôleurs de pertes	Optimisation réglage machine/rendement chantier	Base de données réglages JD

2. Difficultés rencontrées

Le problème mildiou de la pomme de terre a été évoqué plus haut. Un autre vaut d'être souligné. Si Mileos recommande de traiter dans l'heure qui suit, un vendredi en fin d'après-midi... il n'est pas évident que cela soit possible matériellement. L'organisation ne suit pas. Ceci étant Mileos paraît économiser un traitement par an.

Les cahiers des charges imposent l'utilisation d'OAD et les responsables des cultures « empilent » des OAD qui ne font que confirmer leurs intuitions... ce qui n'est pas si mal !

Autre exemple d'OAD peu utilisé : l'analyse des consommations de carburants est possible, mais comment en valoriser les résultats auprès des conducteurs ?

Les OAD d'observation partagées (maladies betteraves par exemple) sont par contre vraiment utiles.

3. Quelle rentabilité ?

Les cartes de rendement : on se fait plaisir. On pourrait presque la faire à la mai avant la récolte.

Les coupures de tronçons avec des outils de 36 m diminuent les risques d'anomalie phyto et permettent des économies des semences et produits phyto, le correcteur dans les virages permettant de ne pas mettre trop / trop peu de produits.

4. Les outils dont nous avons besoin

Deux demandes :

- La protection contre le risque de vol des matériels agricoles.
- Des outils de désherbage de précision : désherbage chimique ou laser ciblé avec reconnaissance des mauvaises herbes et / ou prenant en compte le semis de précision donnant les coordonnées de chaque graine semée, avec pb de débit de chantier

Quelles utilisations du numérique en élevage ?

Jean-Claude PETTE²

L'utilisation des datas en élevage est une longue histoire. Les résultats qui en découlent (indexation des performances des animaux, production totale et qualité, suivi de la reproduction) ont en définitive moins évolué que les outils qui permettent aujourd'hui de collecter une masse de plus en plus importante de données et qui vont aider les éleveurs :

- soit en se substituant à eux pour la réalisation de tâches plus ou moins difficiles,
- soit en les aidant à prendre des décisions dans la gestion du troupeau.

En effet, les outils mis à disposition des éleveurs sont de deux sortes :

- d'une part des outils d'observation des animaux et de collecte de données, et
- d'autre part un nombre important de matériels robotisés, pour la plupart en fonctionnement automatisé sur lesquels, après avoir donné une consigne, l'éleveur n'a plus à intervenir.

Les premiers signes d'automatisation sont arrivés avec les Distributeurs Automatique de Concentrés et les outils de reconnaissance des animaux par colliers. Très rapidement, ces appareils se sont trouvés connectés à un PC (début des années 90) lui-même connecté à des compteurs à lait et à des terminaux présents en salle de traite. Les premiers logiciels de gestion de troupeau ont dès cette période permis d'automatiser la collecte de données et de la traiter, et de « nourrir » les premiers OAD en élevage.

L'arrivée de la robotique a été une révolution dans l'approche de la gestion du temps consacré à l'élevage par l'éleveur. Le robot de traite qui supprime l'astreinte répétitive et à heure fixe, demande un suivi des résultats permanent et oblige l'éleveur à intervenir dans son troupeau de façon plus constante. Ces outils, dont les premiers sont arrivés en 1992 ont depuis beaucoup évolué, tant dans leur efficacité à la traite que dans le nombre et la précision des données récoltées sur l'animal.

Depuis ces précurseurs, l'offre de robotisation en élevage a très fortement augmenté, et même si elle concerne toujours fortement les élevages bovins laitiers, elles se sont au cours du temps diversifiées pour d'autres espèces et concernent des tâches où elles remplacent totalement les éleveurs.

Au-delà des robots, un grand nombre d'outils permettent une surveillance permanente du troupeau grâce à des colliers, des podomètres, de la surveillance vidéo. Ces outils collectent un grand nombre de données qui sont traitées et analysées de façon informatique, l'éleveur est en relation permanente par téléphone, tablette ou PC, il est aussi une source nécessaire de données pour que tout soit enregistré, observation humaine et matérielle.

De nombreux outils d'aide à la surveillance et aux soins des animaux sont également disponibles. À défaut de remplacer les intervenants, ils sont utilisés pour faciliter la tâche des intervenants en élevage.

Hors machinisme et équipement, les évolutions viennent de la connaissance du vivant ; le génotypage a fait évoluer l'évaluation de la valeur génétique des animaux. D'un calcul du potentiel à partir des performances des parents et des collatéraux, on indexe aujourd'hui les animaux à partir de leurs gènes et de la connaissance des interactions génétiques entre différents potentiels. Ces outils, connectés à des méthodes de sexage des spermatozoïdes révolutionnent actuellement la façon de gérer la reproduction des troupeaux.

² Membre de la section3 (Élevage) (S3), éleveur Mél : jcpette(a)gmail.com

La dernière nouveauté, en partie opérationnelle et en partie prospective concerne l'utilisation de l'IA pour la transformation à la ferme, de l'analyse du lait à la livraison chez le client final en passant par la production de divers produits laitiers sans aucune intervention humaine !!

Acceptabilité

La mise en œuvre de la robotique et des OAD est très facile en élevage, les robots remplacent l'homme dans des tâches difficiles, et collectent des données qui aident la prise de décision au quotidien.

Un troupeau est une somme d'individus, et même si la gestion se fait pour l'ensemble des animaux, des décisions doivent être prise pour chaque animal de façon permanente. Il n'y a pas de répétabilité, chaque jour diffère du précédent pour chaque animal et dès leur installation les outils prennent une place importante...

Il est rare que leur utilisation soit remise en cause. Leur développement exponentiel en est la preuve, il y a près de 20000 robots en agriculture dont 98% en élevage. La majeure partie de ceux-ci sont installés en élevage bovin (98%).

Économie

La véritable limite de l'utilisation de ces outils est leur coût, 150 000€ pour un robot de traite pour 65 à 70 vaches ; 150 000 à 400 000 € pour un robot d'alimentation ; 15 000 pour repousse bouffe, 30000 pour un racleur ou 45000 pour un pailleur... ce qui entrainerait pour un troupeau de 130 vaches totalement robotisé un cout total de l'ordre de 600 000 €.

Et c'est sans compter leurs couts de maintenance de 2 à 5 % du prix de base ; d'autre part bien souvent il faut revoir l'ensemble des bâtiments.

C'est ce qui explique que les robots sont essentiellement installés dans des exploitations laitières de taille importante.

Il faut noter que la robotisation de la traite oblige les éleveurs à des investissements par tranche d'une soixantaine d'animaux, ce qui limite les possibilités de flexibilité.

Travail

Les conséquences sur le temps de travail sont très inégales suivant le type de matériel. Certains vont remplacer un travail répétitif et se limiter à l'accompagnement du robot et donc entrainer une véritable baisse du temps de travail.

Les robots de traite gagnent essentiellement peu de temps mais changent le type de travail et sa répartition dans la journée. Mais un éleveur ne peut plus quitter son téléphone portable. Les robots ont besoin d'une maman qu'ils appellent dès le moindre problème.

Les autres OAD ont essentiellement un avantage de collecte et d'analyse de données. Ils garantissent une étude exhaustive pour permettre à l'éleveur de détecter des anomalies de groupe ou individuelles.

Le travail de l'éleveur se concentre alors sur le suivi informatique des installations, des robots et des animaux, et bien sûr dans surveillance du troupeau et du travail des robots....

**Quels « retours » pour les agriculteurs, des outils numériques de surveillance
du bon fonctionnement des machines ?
Quid de la gestion des masses de données collectées ?**

Jean-Michel COUADE³

1. Un peu d'histoire

Comme le signale **René Autellet** dans son introduction, le premier constructeur à avoir abordé de façon pratique les informations géolocalisées est **Massey Ferguson en 1986**. Cela s'explique en grande partie par la proximité des développeurs de la marque avec le collège de Silsoe, au Royaume-Uni, qui a été l'un des pôles les plus actifs dans la théorisation et le lancement de l'agriculture de précision, même si des prémices avaient été observés aux USA.

Le constructeur allemand **Claas** s'est ensuite intéressé à ce domaine dès les années **1991-92** avec des systèmes embarqués de collecte de données, essentiellement de rendement.

John Deere, constructeur d'origine américaine et 1^{er} constructeur mondial de machines agricoles est arrivé sur ce créneau **en 1994** avec le développement d'un terminal « intelligent » et surtout modulable, conçu au départ pour le contrôle des semoirs de précision de la marque.

Ce type de terminal préfigurait la conception du terminal virtuel et du contrôleur de travail (*Virtual Terminal et Job Computer au sens de la norme ISO 11783, connue sous le nom d'ISOBUS*). En fait, le protocole ayant servi de base au développement de cette norme est celui d'une marque aujourd'hui disparue : **LH Agro**.

Au tournant des années 2000, la faible rentabilité, pour les constructeurs, des activités liées à ces technologies a fait que pour la plupart ils ont abandonné la partie. Parmi les intervenants majeurs, seul John Deere a décidé de poursuivre et d'accentuer le développement de ces outils, considérant la collecte et l'utilisation des données comme stratégiques.

L'idée première d'agriculture de précision (ou géolocalisée), définie il y a plus de 35 ans a été sans cesse reportée (*moins de 5% des surfaces sont concernées en France*) et les technologies nécessaires à son développement ont été utilisées à d'autres fins :

- La première utilisation de la géolocalisation a été le **guidage des machines** (manuel, puis automatique) qui a connu un grand succès depuis 20 ans.
- La seconde utilisation a ensuite été **la coupe automatique de tronçons** de pulvérisateurs, d'épandeurs à engrais ou de rangs de semoirs, depuis 15 ans.
- Des automatismes variés ont ensuite été développés sur les machines, comme **l'automatisation des ½ tours**.
- Enfin, **la télémétrie**, utilisée en agricole depuis environ 10 ans, a permis de faire transiter des quantités de données toujours plus grandes, permettant de nouvelles pistes de développement.

Ceci a ouvert de nouvelles perspectives aux constructeurs de matériel agricole qui développent des solutions dans ce domaine.

Les développements attendus dans les toutes prochaines années concernent **la réduction des intrants** (pulvérisateurs type « see and spray », par exemple) et **l'extension des applications de machines autonomes**.

³ Chesneau Agri-Ouest, concessionnaire John Deere et agriculteur
Mél : jean-michel.couade(a)chesneau.eu

2. Les deux grands types de données sont collectées par les machines au travail dans les champs (et sur les routes et chemins)

2.1. Données liées au fonctionnement des machines elles-mêmes

Une machine automotrice telle qu'un tracteur, un pulvérisateur automoteur ou une machine de récolte dispose aujourd'hui d'une centaine de capteurs qui surveillent son fonctionnement. L'adoption généralisée du *BUS CAN* permet de collecter ces données en temps réel. La norme *ISOBUS* régissant la liaison automoteur-outil assure ainsi également la collecte des données des outils.

2.2. Données liées au travail

Elles peuvent se classer en 2 types d'informations :

- *Données purement géographiques* : bordures de parcelles, lignes de guidage, points remarquables souvent dénommés « jalons » tels que rochers, poteaux, bouches d'irrigation...
- *Données souvent qualifiées « agronomiques » qui combinent géolocalisation et informations liées à la culture* : Cartes de rendement, d'humidité, de constituants des produits récoltés (protéines, fibres, amidon, huile) ou cartes d'applications (densités de semis, doses d'engrais, de produits phytosanitaires).

3. Les utilisations pratiques des données

Les applications liées à ces données sont multiples et se développent sans cesse. En voici une liste non exhaustive :

Données machines

- Suivi de la maintenance
- Alertes de pannes prévisionnelles
- Mise en place de clôtures géographiques (distances) et de couvre-feux (horaires) autour des machines
- Alertes de performance sur la consommation et le patinage des tracteurs, les réglages des machines de récolte
- Suivi en temps réel des machines pour l'organisation et le suivi des chantiers
- Analyse fine de l'utilisation des équipements des machines et des outils
- Comparaisons de données au sein d'une même flotte
- Prises d'informations de réglages à distance, voire interventions sur un « *jumeau numérique* » de la machine

Données de travail géographiques

- Création/gestion de passages de guidage, de jalons...
- Détection automatique des parcelles (couplée à un réglage automatique des outils *ISOBUS*)
- Définition des zones d'exclusion (de produits phytosanitaires, par exemple)
- Partage des données entre machines du travail effectué

Données « agronomiques »

- Comparaisons spatiales de différentes données
- Exportation/importation de données vers/ depuis des partenaires tiers
- Mixage de différentes cartes (sol, rendement, qualité, ...) pour la génération de cartes d'applications
- Triage de lots de qualités différentes dès la récolte

De sérieux freins existent pour ces nombreux **OADs** et la « jungle » décrite par **René Autellet** dans son introduction est plus que jamais d'actualité. Ceci n'aide pas à l'émergence d'outils agronomiques adaptés et fiables. La plupart des **OADs** sont *statistiques*. Des tentatives d'approches « *mécanistiques* » existent avec des modèles mathématiques de croissance des plantes (école Centrale Supélec, par exemple). Ces modèles très lourds nécessitent des puissances de calcul considérables. L'arrivée de l'IA va peut-être aider à faire progresser ce domaine.

4. Aspects réglementaires et le consentement au DDMI (Data Driven Machine Improvement)

De nombreux « *pare-feux* » sont mis en place pour préserver l'utilisation sélective et pour éviter un « *trafic* » parallèle des données.

La *RGPD* européenne se traduit par de nombreuses demandes de consentement qui doivent être signées par les utilisateurs.

Malgré tout, la cyber-délinquance continue à se développer et la majorité des exploitations agricoles françaises sont peu investies dans une politique de protection des données.

Pour terminer, un exemple de consentement lié au système de télémétrie *JDLink* de **John Deere** :

- Signé, il permet aux usines de remonter jusqu'au concessionnaire ayant vendu le matériel (en aucun cas jusqu'au client en direct). Cela peut permettre des tests grandeur nature, si le client, contacté par son concessionnaire, l'autorise.

- Non signé, les usines ne peuvent remonter qu'au pays où a été vendu le matériel. Dans ce cas l'information n'a qu'une valeur statistique.

Comptabilisation des temps de travaux par chantier ou tâche sans aucune saisie grâce à des capteurs disposés sur les machines

Armand SACHOT⁴

1. Présentation du fonctionnement de l'outil Aptimiz : optimisation du temps de travail, suivi machine, traçabilité automatique)

1.1. Optimisation du temps de travail

Aptimiz est une solution de mesure automatique et d'analyse du temps de travail. Sans aucune saisie, la solution repose sur une application pour Smartphone (ou boîtier GPS portatif) qui détermine automatiquement l'activité qu'un opérateur réalise et mesure le temps qu'il y consacre. L'opérateur n'a absolument aucune action à réaliser, tout se fait tout seul : démarrage, détection de l'activité, enregistrement du temps passé.

Une interface web permet ensuite d'analyser les données grâce à différents tableaux de bord et indicateurs technico-économiques : répartition du temps de travail sur les différentes productions, temps/ha, temps/tonne, rentabilité horaire.

La solution Aptimiz permet aussi de mesurer automatiquement les temps de déplacements et de les affecter à la bonne production, de gérer automatiquement les activités en prestation et la répartition entre plusieurs sociétés.

1.2. Suivi machine

Aptitrack vient compléter l'application et permet d'obtenir un suivi précis des machines en parallèle du temps Homme déjà mesuré par Aptimiz.

C'est une petite balise que l'on vient fixer sur une machine (tracteurs, machines de récolte, semoirs, pulvérisateurs, etc) et qui communique avec l'application ou avec un boîtier gps embarqué sur les machines motorisées. Ainsi lorsqu'une activité est enregistrée par l'application (ou le boîtier gps) Aptimiz et que l'opérateur a réalisé cette activité en étant sur une machine, l'information précise de la machine utilisée et de la tâche réalisée vient compléter la donnée enregistrée. Cela permet donc de suivre les temps d'utilisation et les surfaces travaillées par les machines ainsi que leur répartition entre les différentes parcelles tout en suivant leurs positions, le débit de chantier et le taux d'avancement. Cela permet ainsi d'avoir un suivi temps Homme-machine dans le même outil et sans aucune saisie pour avoir une traçabilité automatique des interventions et une répartition précise des charges de main d'œuvre et de mécanisation.

1.3. Traçabilité réglementaire sans aucune saisie

Pour compléter les informations de traçabilité détectées par Aptitrack, l'utilisateur peut scanner les bidons des produits phytosanitaires à incorporer, ce qui détecte alors automatiquement le produit et la matière active utilisée (fonctionne également avec les semences, engrais, fertilisation organiques). Le système détecte ensuite le début de l'intervention, y affecte la ou les parcelles qui ont été travaillées et détecte la fin de l'intervention.

⁴ APTIMIZ, Mél : a.sachot(a)aptimiz.com

MACHINISME AGRICOLE

Séance du 13 mars 2024

Le système permet d'aboutir à une répartition précise des doses d'intrant appliquées par hectare en ne demandant qu'une seule intervention de la part de l'utilisateur, un scan ou une validation de l'effluent. En plus du gain de temps sur les saisies réglementaires, cette nouvelle option vient compléter les bénéfices d'Aptitrack pour le calcul des coûts de production en intégrant une répartition précise des charges d'intrants à l'hectare.

Aptimiz est par ailleurs connecté aux différents logiciels de gestion parcellaire du marché (Géofolia, Smag, MesParcelles...) ce qui permet de remonter directement les interventions détectées et toutes leurs caractéristiques dans les logiciels réglementaire de l'agriculteur sans aucune action et sans aucune ressaisie d'information.

2. Politique interne de gestion des données

Aptimiz est conçue pour se conformer au RGPD et au droit du travail. L'outil se limite à une utilisation propre au cadre professionnel. En effet, le logiciel collecte des données de géolocalisation des travailleurs mais uniquement à des fins telles que le suivi du temps de travail, la gestion des déplacements professionnels, la sécurité des utilisateurs et l'usage des matériels.

Les activités sont enregistrées uniquement dans des zones de travail définies et chaque utilisateur a la possibilité d'allumer ou d'éteindre l'application ou les capteurs à tout moment.

L'acquisition des données respecte donc totalement la vie privée des utilisateurs, puisqu'aucune donnée n'est collectée en dehors des lieux de travail. De plus, les données de géolocalisation des personnes ne sont pas conservées après traitement, sauf si le client en fait la demande explicite.

L'intégralité des données sont stockées en France de manière sécurisée, anonymisées et protégées via un système de tokenisation. Afin de garantir un maximum de transparence, chaque utilisateur reste propriétaire de ses données et dispose d'un accès personnalisé à ces dernières et a la possibilité de les modifier à posteriori. Les données propres à chaque exploitation ne peuvent donc pas être accessibles ou vendus à des tiers, sauf si l'agriculteur lui-même lui en donne cet accès.

3. Exemples de ce qu'apportent les données Aptimiz aux agriculteurs : comment ces données peuvent-elles être valorisées à l'échelle de l'exploitation ?



I-CropVision et le trieur optique de pommes de terre de Dubrulle - Downs

Grégoire VITRY⁵

Le trieur optique

La combinaison de caméras et de l'intelligence artificielle permet au trieur Dubrulle–Downs de séparer les pommes de terre vertes, coupées, difformes et pourries, ainsi que les déchets. Il est proposé en trois largeurs.

Le trieur optique, proposé en trois largeurs, peut s'intégrer dans les machines Dubrulle-Downs, ou dans des installations déjà existantes, indépendamment du fabricant, de l'implantation ou l'année de fabrication.

[Voir pleinchamp.com](http://voir.pleinchamp.com)

Quelle aventure ! Du concessionnaire en machinisme agricole à l'Intelligence Artificielle

Les établissements Dubrulle ont d'abord été un concessionnaire sur le marché des machines agricoles. Puis M. Dubrulle a été l'opportunité de distribuer les trieuses de pommes de terre de la société Downs (UK), puis de racheter cette société.

Fort de cette expérience, M. Dubrulle rencontre un bureau d'études compétent dans le domaine de l'Intelligence Artificielle (IA) appliquée au traitement d'images. D'où sa décision de s'engager dans la révolution numérique.

Pourquoi l'IA ? L'IA est appréciée pour son évolutivité, son adaptabilité, et ses possibilités quasi infinies (?), et finalement pour son fort potentiel, plus en plus d'acteurs utilisant l'IA grâce la vulgarisation des outils logiciels.

Les étapes du projet (rien n'est simple !)

- Validation du concept.
- Montage du projet : choisir la technologie, s'assurer de la faisabilité, construire l'équipe, valider le partenaire, trouver le financement, gérer la propriété intellectuelle.
- Développement : suivre le développement, les choix techniques, qualifier le produit, s'assurer de la fiabilité de la technique plutôt qu'aller trop vite.
- Mise en marché : développer le business model, former les commerciaux.
- Exploitation (une petite révolution interne) : acquérir les compétences nouvelles nécessaires à tous les niveaux, former des équipes (fabrication, supply chain, achats, support technique, SAV, maintenance), recrute (comment recruter des profils qu'on ne connaît pas bien, voire qu'on n'imagine pas ?)

Les difficultés organisationnelles jusqu'à la mise en marché

- Gérer la confidentialité
- Organiser le suivi du projet et préparer sa mise en marché
- Garder de l'énergie pour maintenir les produits existants
- Préparer l'intégration de l'innovation dans l'offre commerciale existante,
- Anticiper les ressources et compétences nécessaires : acquisition des compétences nouvelles nécessaires à tous les niveaux, formation des équipes techniques (production, SAV, support) et commerciales
- Emmener les équipes, gérer les résistances

⁵ Directeur R&D Ets Dubrulle – Downs
Mél : gvitry(a)groupedubrulle.com

La mise en marché

- Passer des prototypes à la production « série ».
- Tenir compte du retour d'expérience suite aux installations « pilotes ».
- Ajuster l'action commerciale : offre commerciale et argumentaire de vente, tarif et modèle économique

Autour du « produit », une nouvelle organisation et de nouveaux outils s'imposent

- Mise en place des processus spécifiques de support technique, de remontée des informations
- Maintenance corrective et maintenance évolutive
- Monitoring, télémessure, alertes, support technique à distance
- . Gestion du parc et de déploiement des versions logicielles - contraintes de déploiement

Après le lancement commercial

- Maintenir un potentiel de développement pour la maintenance
- Continuer à développer pour conserver l'avance
- Surveiller les concurrents et la vulgarisation des technologies
- Travailler aux évolutions ou au produit suivant

Relation développeurs : Interne vs Externe ; Propriété Intellectuelle et Accès au marché

> Développer en interne :

Les équipes maîtrisent le marché, mais... difficile de se lancer dans un domaine qu'on ne connaît pas : monter une équipe compétente et la diriger, libérer les ressources internes pour les dédier à ces nouveaux projets, avoir l'assurance de pouvoir continuer à occuper les ressources de R&D après les phases de développement.

La PI est exclusivement tournée vers les concurrents, comme à l'accoutumée.

Quand on parle de révolution numérique, cela concerne bien entendu les entreprises « traditionnelles », celles de la mécanique, de l'électrotechnique, hydraulique.... Le plus souvent la question de développer en interne ne se pose pas.

> Développer en externe :

- . Identifier le « bon partenaire, mettre en place un « bon » contrat pour gérer la dépendance
- . Transmettre l'expérience « métier / marché » au partenaire (qui n'est en est pas)
- . Pouvoir reprendre la main en cas de détérioration des relations / gérer l'évolution des relations?
- . Difficulté / danger à intégrer dans l'entreprise de nouvelles technologies non maîtrisées en interne
- + . Accès immédiat à une technologie maîtrisée
- + . Le partenaire n'a pas accès au marché : ce n'est donc pas un concurrent

Combien et quand payer ? Équilibre entre du coût de dev et santé du partenaire, assurance d'aboutir... Payer pour voir ?

En guise de conclusion

Pour nos entreprises du machinisme agricole, le passage au numérique impose de s'appuyer sur des partenaires qui maîtrisent les technologies pour réaliser une grande partie du développement.

La propriété Intellectuelle impose de tenir compte de la stratégie du partenaire et des possibilités d'évolution, y compris indépendamment de ce partenaire.

Le respect de la propriété intellectuelle doit aussi permettre de pouvoir récupérer la connaissance, les codes sources, mais à quel prix cela est-il réellement possible ?

MACHINISME AGRICOLE

Séance du 13 mars 2024

Développer en externe ne doit pas empêcher la maîtrise es développements en interne !

C'est une relation d'une nature très particulière puisque la connaissance est a priori, détenue par le partenaire qui compte dessus pour se développer.

Toujours est-il qu'un minimum de maîtrise technique en interne s'impose pour pouvoir gérer correctement la relation avec le partenaire, aussi bien techniquement que commercialement. Mais comment acquérir cette maîtrise, à quel moment du projet ?

De nombreuses possibilités de participation au financement peuvent être mises en place : financement total, partiel (participation au développement), immédiat ou différé (fees). Toutes ces solutions ont un impact sur la Propriété Intellectuelle.

Dans le cas d'un financement total du développement, le dossier technique vous appartient, mais vous ne savez pas l'exploiter ni même en vérifier la pertinence réelle. Solution pas vraiment idéale non plus !

L'intérêt économique de devenir un pionnier...Le jeu en vaut-il la chandelle ?

- > L'apport du numérique provoque un changement de modèle économique : les équilibres entre ventes de produits et ventes de services sont modifiés.
- > Prévoir la rupture marché : volumes, marges, capacité de production
- > Anticiper les coûts réels : développement / industrialisation / commercialisation / exploitation
- > Préparer l'impact sur les concurrents d'aujourd'hui
- > Préparer l'impact commercial et technique de l'arrivée de nouveaux concurrents
- > Assumer la position délicate du leader par rapport aux suiveurs

Rien n'est simple et les choses se compliquent avec le numérique

Les possibilités qu'offre le numérique, et plus particulièrement l'IA, n'ont, à mon sens, de limites que celles qu'on se fixe.

Mais au-delà des les possibilités techniques que permet le numérique, son intégration dans les entreprises « traditionnelles » n'est pas simple du tout.

La mise en œuvre des technologies numériques nécessite des adaptations profondes des équipes, de l'organisation, des process et impose de nouvelles relations avec les partenaires.
Mais au final, a-t-on réellement le choix de passer ou non au numérique ?