

La seconde révolution agricole, verte & numérique

École Polytechnique- Palaiseau

Jeudi 7 avril 2016



Coordination Scientifique

David Menga



Editorial Board

Dr. Thiên-Hiệp Lê (ONERA)

Dr. Christophe Calvin (CEA)

Prof. Florian De Vuyst (ENS Cachan)

Dr. Christophe Denis (EDF)

La seconde révolution agricole, verte & numérique

Séminaire Aristote, 07/04/2016 à l'École Polytechnique

Coordination scientifique

David Menga



Sponsors



Sommaire

La seconde révolution agricole, verte & numérique.....	1
La seconde révolution agricole, verte & numérique.....	3
Compte-rendu des interventions.....	5
Introduction	5
Thématique	5
1. Le numérique pour repenser l'agriculture	7
3. L'autonomie dans les systèmes aériens militaires non habités	10
4. L'avenir de vos terres est dans le ciel : drones agricoles, mode d'emploi	11
5. Les robots à la ferme	12
6. L'agriculteur, producteur d'énergie?	13
7. IoT et machine learning pour mieux consommer l'énergie à la ferme	14
8. Irrigation raisonnable pour une agriculture raisonnée	15
9. De l'agriculture de précision au Big Data : un exemple en viticulture	16
10. Partage numérique de matériels entre agriculteurs : WeFarmUp.com.....	18
11. Comment financer des projets agricoles par le financement Participatif ?.....	19
12. Une formation de codeurs-makers au service du développement rural et de l'inclusion numérique	20

Compte-rendu des interventions

Introduction

David Menga (EDFlab, Saclay), organisateur de la journée, introduit les débats devant une assistance de 81 personnes. Ce séminaire fit partie d'une grande série sur les smart. Le maire d'Orsay, David Ros, tenait à venir pour affirmer la volonté des communes du plateau de soutenir l'agriculture de cette région technologique. Mais il en a été empêché.

Pourquoi un tel titre à ce séminaire ? David Menga répond que nous sommes dans la seconde révolution de l'agriculture, car il y en a eu une première. Dans les années 1960, la première révolution a été mécanique et chimique. Elle s'est basée sur la multiplication des variétés et l'utilisation massive d'intrants. Nous sommes au bout de ce processus. Les agriculteurs ont des revenus en baisse. C'est structurel pour plusieurs raisons : de nouveaux entrants viennent changer les règles (l'Allemagne est le 2ème producteur de fromages !) ; la PAC est moins généreuse ; les prix de vente fluctuent ; les coûts de production augmentent : certains secteurs sont sous perfusion publique (89% pour l'élevage laitier, 189% pour la viande bovine). Le magazine Expansion d'avril 2016 pense qu'il y a de l'espoir : montée en gamme, circuits courts bio et surtout l'agriculture 4.0. Il y a donc une révolution en cours. Cet espoir va être précisé durant le séminaire. À commencer par Hervé Pillaud, auteur de l'ouvrage Agronumericus en 2005, à qui David Menga donne la parole.

Thématique

Ce séminaire a passé en revue les transformations radicales que connaît aujourd'hui le monde agricole.

Première partie, le matin : ce que le numérique apporte à l'agriculture, logique des plateformes et de l'open source.

Deuxième partie : les ruptures dans les processus agricoles, nouveaux traitements comme la méthanisation ou nouveaux instruments de travail comme les capteurs, les drones ou les robots.

Aujourd'hui, l'agriculture doit relever de nombreux défis, nourrir une planète à forte croissance démographique tout en restant compétitive, en préservant l'environnement et les hommes, tout en façonnant nos paysages.

La première révolution verte a permis à la population mondiale de passer de 3 milliards dans les années 1960 à 7,3 milliards aujourd'hui. Cette révolution s'articulait autour de la sélection de variétés de céréales à hauts rendements, de fertilisants chimiques et de pesticides. Elle a fait la fortune de firmes comme Monsanto ou Bayer.

Cette course à la productivité a atteint ses limites avec des prix qui s'effondrent à cause des surproductions, des terres qui s'appauvrissent et de l'eau qui se fait de plus en plus rare. Le réchauffement climatique amplifiera cette évolution.

Le poids des investissements pour augmenter la productivité de la terre (matériels agricoles, intrants chimiques, semences génétiquement modifiées) et le poids des remboursements d'emprunts pèsent lourdement sur le revenu des agriculteurs. En 2014, les remboursements d'emprunts se sont encore accrus de 4 %, alors que dans le même temps, le salaire retenu par l'exploitant est en baisse de 4%. L'effondrement des prix du porc et du lait mettent en péril des filières entières.

Une sous-utilisation des ressources alliée à une augmentation des coûts des machines fait exploser

les coûts. Par exemple, un distributeur d'engrais ou un pulvérisateur valant désormais 20 000 euros, n'est utilisé qu'une semaine par an et dort le reste du temps dans un hangar.

Pourtant, tout n'est pas noir. Le secteur vins et spiritueux, qui s'appuie sur la filière viticole française, dégage un excédent commercial de 10,4 milliards d'euros, deuxième poste excédentaire derrière l'aéronautique, 22 milliards.

Le secret de cette réussite, privilégier qualité plutôt que quantité et vendre « un savoir vivre à la française ».

La filière bio privilégie aussi la qualité, en ajoutant le côté soutenable via le respect d'équilibres biologiques. L'alimentation bio envahit les cantines scolaires et fait désormais partie des habitudes des français puisque 9 français sur 10 en ont consommé occasionnellement (chiffres de l'année 2014). Pourtant, près de 30 % de la consommation bio est importée. L'obstacle à une plus grande pénétration de la nourriture bio demeure le prix.

Au final, la question est de produire de manière compétitive (coûts maîtrisés) de la qualité tout en vivant de son travail.

La seconde révolution verte s'appuie sur de l'ingénierie biologique de pointe (maîtrise des gènes et des interactions entre variétés, meilleure compréhension des écosystèmes) et la révolution numérique.

La première pierre est celle de l'agrobiodiversité qui permet de conjuguer performances agricoles et adaptation des sols aux changements climatiques. De manière encore plus ciblée, l'utilisation de micro-organismes (bactéries ou champignons) augmente le rendement des cultures et permet à terme de "*remplacer les produits chimiques et les engrais agricoles*". Il permet aussi de valoriser les déchets agricoles (biomasse, excréments animaux) sous forme d'énergie, d'engrais (digestat) ou de matières plastiques (chimie verte). Maîtrisés, ces transformations procurent une nouvelle source de revenus pour les agriculteurs ou a minima abaissent sérieusement les coûts de carburants et d'engrais.

La seconde pierre est celle du numérique qui offre les bénéfices suivants :

- l'agriculteur établit des liens directs avec le consommateur. Ce dernier peut devenir un acteur décisif dans la chaîne de financement des projets agricoles, via des plateformes de financement participatif. Il peut aussi augmenter les marges de l'agriculteur via les circuits courts (paniers délivrés dans des conciergeries ou des tiers lieux).
- L'agriculteur établit des liens directs avec ses semblables pour mettre en commun les ressources lourdes (tracteurs, moissonneuse) et ses fournisseurs. C'est de l'AirBnB agricole.
- L'agriculteur peut automatiser des tâches agricoles (arrachage de mauvaises herbes, récolte, traite) via des robots spécialisés.
- L'agriculteur peut monitorer en temps réel l'état de sa récolte grâce à de l'imagerie hyperspectrale des drones et des capteurs plantés dans le sol. Des logiciels d'aide à la décision s'appuyant sur des plateformes big data permettent d'augmenter la productivité avec des impacts réduits sur l'environnement. Nous sommes dans l'agriculture de précision.
- Les logiciels open source associés à des standards d'interopérabilité de données métier permettent aux agriculteurs de tirer le meilleur parti de l'information émanant de la ferme et de son environnement et d'innover en collaborant. Grâce à l'open hardware, des agriculteurs bricoleurs peuvent produire des machines à moindre coût et gérer finement les maintenances.

1. Le numérique pour repenser l'agriculture

Hervé Pillaud (Agriculteur)

Hervé Pillaud est agriculteur depuis 37 ans en Vendée. Il est aussi un des responsables de la FNSEA et secrétaire général de la chambre d'agriculture de Vendée. Pour Hervé Pillaud, l'agriculture était bien en révolution. La première, après-guerre, était essentielle car, sans elle, on n'aurait pas pu nourrir les Français. En France, les terres sont fertiles, le savoir-faire est reconnu.



Aujourd'hui c'est par le numérique que le nouveau cap va être franchi. C'est un véritable tournant anthropologique. C'est une seconde révolution qui a commencé le 29 juillet 1975 avec Steve Wozniak et Steve Jobs (l'ordinateur personnel). Cette innovation en a généré toute une quantité d'autres. La communication a été entièrement revue. Tout le monde a quelque chose à dire (parfois pas intéressant). On émet, on reçoit.

La deuxième rupture est celle d'internet (années 1990) qui a été permise par les ordinateurs personnels. Contrairement à ce qu'on pense, le territoire le plus peuplé au monde n'est pas la Chine ou l'Inde, mais Facebook. Le temps a changé, car c'est la machine qui vient à l'homme. Il est inutile de se mouvoir. Il y a beaucoup de débats aujourd'hui sur les conséquences de cette rupture. L'emploi est-il mort ? La notion de travail doit évoluer, les rapports humains aussi. Les réactions aux attentats du 7 janvier ont tout modifié. C'est le vrai début de la démocratie participative. Les regroupements dans l'industrie sont aussi terminés. Nous assistons à une nouvelle forme de capitalisme. Les nbic (nano-bio-info-cognitif) vont influencer sur l'agriculture. La *blockchain* est-elle la plus grande découverte depuis le feu ? On va dématérialiser la confiance. L'impact du manque de confiance sera très fort demain comme le manque de transparence a coûté beaucoup à Volkswagen et à Findus. L'agriculture n'échappe pas au changement. Mais d'abord il faut une bonne couverture numérique du territoire. L'agriculture gère du risque. Le numérique, avec le *big data*, va améliorer cet axe. Mais il faut que les paysans gèrent eux-mêmes ces risques et ne délèguent pas aux grandes firmes. Le *crowdfunding* va aussi changer les choses. Le financement à la propriété va devenir le financement à l'usage. Les R&D vont aussi être modifiés. Et la smart agriculture va se développer. C'est important, même si le numérique ne se cantonne pas à ces objets connectés. La formation (Mooc) et le conseil changent aussi. Le maître

n'a pas toujours raison. Enfin le marché devient « glocal » (global-local). L'écoute du consommateur devient prépondérante, alors que les agriculteurs ne savent pas le faire. On va passer à une agriculture utilisatrice massivement non plus d'intrants mais de connaissances.

Dans l'agriculture familiale, le numérique va permettre d'améliorer la qualité de vie, l'enregistrement et l'organisation des pratiques. Dans l'agriculture des grands espaces (industrielle), le numérique va optimiser le retour sur investissements. Des changements sont attendus aussi pour l'agriculture urbaine (jardins urbains, agriculture verticale, aquaponie) et pour l'agriculture dans les pays émergents (microcrédits,...).

Le challenge est d'imaginer une agriculture responsable grâce au numérique. Les savoirs sont diffus, les réseaux se complexifient, les contributeurs sont partout. Il faut revenir aux fondamentaux (cultiver les réseaux, privilégier le collectif et le collaboratif), faire venir à nous la multitude (attirer les nouvelles élites, mobiliser l'intelligence collective) et passer à un mode créatif (mode design) pour explorer les nouveaux horizons. Mais toujours « garder un peu de terre sous nos chaussures » (de la créativité plutôt que des procédures, des initiatives plutôt que des règlements, du pragmatisme plutôt que du finalisme).

Enfin, il faut laisser de la place à l'émotion et à l'homme. Hervé Pillaud demande si l'assistance a déjà vu des collisions d'étourneaux ? Et des termitières construites par tous et sans chef. Les challenges à ne pas rater sont la fin du gaspillage, la montée en puissance des renouvelables (il n'y a pas de déchets dans la nature) et l'utilisation massive des connaissances. Hervé Pillaud termine en incitant tout le monde à apporter des suggestions dans les espaces collaboratifs (www.agronumericus.com).

Auteur du livre « Agronumericus », <http://www.editions-france-agricole.fr/herve-pillaud-auteur-de-agronumericus>

2. Fibres issues de l'agriculture : potentiels composites et intérêts agricoles

Emmanuel Poisson-Quinton (Fondation Explore Jourdain)

La fin du gaspillage, c'est par exemple le remplacement des sacs plastiques par des matériaux biosourcés comme le lin. Emmanuel Poisson-Quinton a commencé son travail sur les matériaux composites par le secteur de la voile chez Roland Jourdain en 2010. Ces matériaux ont émergé d'abord dans le spatial et le militaire. Mais les fibres de verre ou de carbone sont très énergivores. La fibre de lin peut les remplacer pour le milieu de gamme. En 2013, est créé chez Kairos (Roland Jourdain) la cellule biocomposites.



Aujourd'hui le fonds Explore est un ensemble de projets innovants dans lequel Combios est un projet collaboratif en open source. L'idée de base est l'utilisation du lin, qui a longtemps servi pour fabriquer les voiles et les cordages. Mais le lin part aujourd'hui à 80% en Chine avant de revenir sous forme de vêtements. Le lin peut servir à fabriquer des matériaux. Avec un avantage : la densité du lin est plus faible que celle des fibres de verre. Une réalisation de test s'appelle Gwalaz. C'est un trimaran de 7 mètres entièrement en fibre de lin, testé pendant 3 ans avec 6 mois de navigation permanente. Résultat: aucun problème car le lin était bien protégé. D'autres applications sont attendues dans le design, les casques ou les éoliennes. Selon l'Ademe, en 2015, 10% des 300 kt de matériaux composites étaient biosourcés.

La chlorophylle ça marche, mais on peut se demander si les propriétés sont reproductibles, que faire en fin de vie, quelle concurrence avec la production alimentaire ? Il faut démontrer les atouts environnementaux (des logiciels ACV efficaces et faibles) et dépasser une filière au CAPEX élevé. Cela demande des référencements géographiques des parcelles, un suivi de la météo des parcelles et l'automatisation pour les différents types de fibre. La sélection végétale 3.0 (édition de gènes) va surement changer beaucoup de choses. Le côté Open Source (collaboratif) concerne les propriétés mécaniques de fibres, l'adaptation aux procès existants (ce qui a été fait avec le trimaran) et les formations des grandes écoles.

Les fibres végétales ouvrent ainsi de nouveaux débouchés agricoles, de faible impact environnementaux. C'est industrialisable et relocalisable.

<http://www.explore-jourdain.com/fr/>

3. L'autonomie dans les systèmes aériens militaires non habités Brice Texier (Ekylibre)

Brice Texier reconnaît que son sujet n'est pas forcément très tentant, mais il est fondamental pour l'agriculteur.



L'open source se développe beaucoup (+9% par an), mais il part de loin (6% en France). Tout le monde avance en même temps. La confiance et le partage sont importants. L'innovation est plus facile. L'open source est une garantie de pérennité et d'indépendance. Le business model est le SaaS (Software as a Service), l'hébergement de données, les produits, la publicité. L'open source permet à l'agriculteur d'avoir la main sur ses projets. Ekylibre permet de simplifier la vie de l'agriculteur, de ramener la gouvernance à ceux qui doivent l'avoir et innover collectivement sur des outils ouverts. Ekylibre a commencé en 2008 et a été refondu en 2012. C'est un logiciel de gestion pour tous les agriculteurs. Un travail de développement important est l'interopérabilité et le « zéro saisie » (boîtiers isobus et Keyfield, stations Prévimétéo). Les données sont apportées par des capteurs autonomes, embarqués ou fixes. L'agriculteur peut suivre en temps réels ses coûts de production et le logiciel facilite les échanges avec les responsables de la PAC, les coopératives, les banques...

Demain, avec plus d'objets connectés, la saisie sera plus facile. Cela permettra de comparer des fermes en temps réel et des outils d'aide à la décision plus pertinents (vision locale, nationale, internationale).

www.ekylibre.com

4. L'avenir de vos terres est dans le ciel : drones agricoles, mode d'emploi

Florent Mainfroy (Airinov)

Florian Mainfroy commence par de la prospective. La population mondiale est en croissance forte et en développement. Plus de nourriture et plus de protéines animales seront consommés. Il faut donc produire en 2050, 69% de calories en plus qu'en 2006. Or la surface cultivable par habitant diminue. Une réponse est la fin du gaspillage. Les prix doivent être acceptables pour le consommateur et l'agriculteur. Une solution est l'agriculture de précision, par exemple avec le drone.



C'est un outil, une des briques technologiques pour certains besoins. Pour déterminer les besoins, il faut surveiller à différents endroits et coupler les données à des modèles agro-pédo-climatiques. Plutôt que faire de prélèvements manuels, le drone permet une acquisition de données sur toute la parcelle. Exemple, sur une parcelle de colza issue de remembrement, donc de champs ayant eu des histoires différentes, les données sur l'azote absorbé permettent de prodiguer des conseils sur la répartition des intrants azotés. Pour les agriculteurs munis de tracteurs avec GPS, le conseil peut être plus fin.

Airinov ne transforme pas l'agriculteur en pilote de drone. Des pilotes le font à leur place. C'est Airinov qui s'occupe des autorisations à demander. Quatre jours après le vol, les données sont envoyées à un distributeur qui transmet les conseils à l'agriculteur.

En 2012-2013, 3 000 ha de colza et de blé avaient été survolés (20 000 en 13-14, 100 000 en 14-15). Un peu plus de 50 airinovistes (dronistes) sont répartis sur le territoire hexagonal et un peu aux Pays-Bas depuis cette année. D'autres applications envisagées sont la viticulture, le taux de floraison pour les espèces en test ou la détection fine des mauvaises herbes.

<http://www.airinov.fr/>

5. Les robots à la ferme

Aymeric Barthès (Naio Technologies)

Avec ses 15 employés, Naio Technologies fabrique des robots. En sortant de leurs études, Aymeric Barthès et ses amis ont cherché à appliquer leurs connaissances en robotique. Un hasard de discussion les a amenés vers l'agriculture avec un constat : produire bien demande de passer plus de temps. Mais en développant un robot, cela résout la question.



Le petit maraîchage en périphérie urbaine est souvent utilisé en bio et en circuit court. Le robot de Naio est équipé, à l'avant, de caméras pour la 3D et la stéréo, d'un laser pour naviguer et d'un émetteur de SMS. A l'arrière, se trouve la partie outillage (désherbage inter-rang et rang sans produits, assistance à la récolte avec transport, collecte de données même si pour l'instant ces données ne servent à rien).

Les rapports avec les agriculteurs concernent les achats (environ 20 000 euros) ou plutôt la location (en général de six mois pour environ 600 € mensuels) car l'investissement est lourd. Les agriculteurs sont prêts à faire le pas si ça marche. Des ingénieurs agronomes accompagnent l'agriculteur pour l'utilisation du robot. Pour l'instant, avec 30 clients et 3 robots différents, Naio essaie de créer une communauté d'utilisateurs afin d'échanger les pratiques et d'en sensibiliser de nouveaux. L'avenir est le maraîchage industriel et la vigne. Les distributeurs, souvent spécialisés en machinisme agricole ou en graines, sont en place en Europe et aux Etats-Unis et des contacts sont pris dans beaucoup de pays. Mais il y a de la concurrence dans le domaine. À noter que les agriculteurs ne sont pas réticents et ne mettent pas en concurrence les robots et l'emploi.

<http://naio-technologies.com/>

6. L'agriculteur, producteur d'énergie?

Elsa Dricourt (Naskeo Environnement)

La méthanisation est la transformation de déchets en richesse. Naskeo s'est spécialisée dans ce procédé. L'entreprise a 35 salariés.



La filière méthanisation (187 installations à la ferme, 25 unités agricoles collectives en France) est une jeune filière dans notre pays. Cela consiste à prendre les déchets organiques, les mettre en milieu anaérobie et les transformer en biogaz qui peut être transformé en énergie et depuis peu, en gaz naturel quand il est nettoyé de son CO_2 . Il reste ce qu'on appelle un « digestat » qui peut être utilisé comme un engrais par les agriculteurs (épandage ou exportation pour le compostage). Le tout est automatisé. Du méthane (CH_4) est ainsi produit ($1\text{m}^3 \text{CH}_4 = 10 \text{kWh (PCI)}$). On récupère les déchets de l'agriculture, mais aussi des grandes surfaces, des stations d'épuration, de l'industrie agro-alimentaire. 80% (150 millions de tonnes d'effluents d'élevage) des gisements organiques en France sont d'origine agricole. Cette filière se développe car :

- 1-l'énergie est vendue plus chère que produite (contrat de 15 ans, bientôt 20 ans pour la cogénération) ;
- 2-Le CH_4 peut être injecté dans le réseau de gaz naturel ;
- 3-une politique de soutien des projets (Ademe, régions, départements, Feder).
- 4-une fiscalité intéressante.

La valorisation des déchets permet de traiter les effluents d'élevage, de valoriser les équipements de stockage entre les périodes d'épandage, de réduire les nuisances olfactives et les germes pathogènes. Enfin, cela permet de transformer l'azote organique en azote minéral plus assimilable par les plantes.

L'eau chaude produite sert aux maisons, aux équipements publics (piscines) et pour le séchage du maïs, de fourrage, de luzerne ainsi qu'au chauffage des bâtiments agricoles.

C'est bon pour l'agriculteur, par l'amélioration des effluents et la facilitation de gestion, pour le voisinage, pour la collectivité et pour l'environnement.

<http://www.naskeo.com/>

7. IoT et machine learning pour mieux consommer l'énergie à la ferme

Arnaud Legrand (Energiency)

Arnaud Legrand est le fondateur d'Energiency, créé à Rennes en 2013. Il est éditeur de logiciel spécialisé. Il prend les données recueillies dans le cloud et les capteurs divers et, avec des algorithmes, cherche les économies d'énergie possibles pour l'industriel ou l'agriculteur.



Ces économies ne concernent pas simplement l'énergie avec un grand E. La maintenance, l'activité... sont aussi des données utiles transformables en énergie. La facture énergétique d'un agriculteur est importante. Un élevage laitier coûte en électricité entre 5 et 10 000 euros par an (jusqu'à 100 000 pour un élevage porcin). Et avec les taxes, cela augmente chaque année. Energiency est la solution. Mais l'agriculteur n'a pas les moyens d'investir dans les capteurs. Il faut trouver des solutions pour qu'il adopte la technologie. Il peut y avoir qu'un seul compteur dans une installation grâce au *smart learning*. Avec des modèles d'activité, on repère d'où vient l'énergie consommée. Mais l'agriculteur n'a pas le temps de gérer ces données. Energiency regarde la consommation et la convertit en coût et ce, pour les différents outils qu'il utilise. Pour ceux qui font la transformation de produits, il permet de séparer les activités de production et de transformation. Quand un écart est observé, il est possible de voir d'où il vient. Cela permet par exemple de voir s'il faut changer une pièce de l'automatisme ou non. Il y a aussi la possibilité d'alertes prédictives et la réorganisation des données.

On peut ainsi gérer des plans d'action que l'agriculteur peut mettre en place s'il le souhaite. En réalité augmentée, Energiency teste des applications comme voir des consommations d'énergie dans un atelier.

En général, le coût du logiciel pour l'agriculteur est d'environ 1% de sa facture d'énergie. Il n'y a pas d'investissement puisque c'est un abonnement.

<http://www.energiency.com/>

8. Irrigation raisonnable pour une agriculture raisonnée

Frédéric Villain (Demand Side Instruments)

Frédéric Villain est fondateur de Demand Side Instruments (DSI), start-up caennaise qui ne vient pas du monde de l'eau, mais des semi-conducteurs. Son but est de limiter les intrants agricoles dont l'eau. Il faut juste apporter l'eau nécessaire au bon moment. Cela favorise la croissance des plantes tout en sauvegardant la ressource.



Le système est composé d'une station météo et de capteurs dans le sol. Les données sont envoyées à un « bridge » qui gère par exemple les vannes dans le champ. L'agriculteur ne voit sur son smartphone que les données utiles tout en prenant la main sur la gestion de son champ quand il veut. Pour un même rendement, on peut économiser jusqu'à 30% du volume d'eau annuel (évaporation, sur-arrosage). DSI n'est pas dans le *big* mais le *small data*. La technologie est de la radio sans fil. Les objets connectés sur un champ doivent être autonomes (batterie), robustes et fiables. DSI tente de concevoir des outils très peu consommateurs d'énergie : la vanne intelligente connectée. C'est une électrovanne adaptée du monde électrique au monde agricole. L'irrigation d'un champ sera optimisée par les données sur l'air (ensoleillement, albédo, hygrométrie), sur le sol et sur des plantes témoins (stress hydrique). Au départ, c'est l'agriculteur qui programme l'irrigation. Puis le bridge va calculer les améliorations à apporter. Il va en même temps apprendre à connaître les réactions des différents endroits du champ.

L'ensemble permet à l'agriculteur d'avoir une meilleure connaissance de son champ. La reprogrammation des vannes est automatique, ce qui coûte nettement moins qu'un passage dans les champs par des techniciens.

Il y a donc des capteurs et des actionneurs. Ces derniers consomment beaucoup d'énergie. Le challenge est d'avoir des batteries robustes surtout dans le monde tropical comme à l'île de la Réunion où le système a été testé sur des bananeraies et des champs de canne à sucre.

<http://dsinstruments.fr/>

9. De l'agriculture de précision au Big Data : un exemple en viticulture

Sébastien Payen (Fruition Science)

Le secteur viticole est le deuxième secteur en France après l'aéronautique (11 mds d'euros de CA). Comment le big data peut-il aider ? Sébastien Payen, ingénieur généraliste issu des capteurs, a créé Fruition Sciences avec un ingénieur issu du monde viticole et avec qui il travaillait en Californie. Tous deux fournissent un logiciel d'aide à la décision aux viticulteurs.

En 2015, la cartographie des rendements a peu marché. Créé en 2000, il n'y a que 50 unités dans le monde. Le GPS est au centre de l'agriculture de précision. Autour de lui, on a les moyens d'observation et de caractérisation. Suit la préconisation et l'application afin de montrer que ça marche. Selon le cycle d'adoption de Moore, l'agriculture de précision n'est pas encore mature. Il faut dire qu'il n'y a qu'un cycle par an et que le système demande du temps de la part des ingénieurs.



L'eau est une des grandes questions du XXIe siècle. La sécheresse californienne, qui vient de se terminer grâce à El Nino, a montré la faiblesse potentielle de cette ressource. Et quand l'eau tombe, elle n'est pas forcément utile à l'agriculture (épisodes cévenoles, surplus d'eau automnal, etc.). Et la qualité du vin est une conséquence du vécu hydrique. Trop ou pas assez d'eau dégrade la qualité. Il en faut, mais pas trop. Il y a un optimum pour que la plante mette son énergie dans la qualité de la baie. Comme de plus en plus de capteurs de toutes sortes sont présents (bas débit, drones, hyperspectral), le viticulteur fait face à des choix qui se complexifient.

Pour Fruition, la plante est le capteur de base. Elle intègre le terroir, le sol, la météo, etc. Avec une approche cartographique, Fruition décrit la variabilité spatiale des zones à traiter. C'est un business model SaaS (abonnement), disponible sur mobile et tout instrument connecté à internet. Le mobile sert aussi de capteur de données (photos). En pratique, un capteur est installé sur le pied de vigne (flux de sève calculé par la chaleur), ce qui permet de voir la quantité d'eau absorbée par la plante. L'information est envoyée par GSM. On obtient une courbe de déficit hydrique selon le climat, le moment de l'année ou les périodes d'irrigation. Il n'est pas question de dire au vigneron de mettre de l'eau, mais de lui permettre de choisir s'il veut en

mettre selon le stress hydrique qu'il veut. Exemple, on remarque qu'en juin et juillet, la plante est végétative (elle a assez d'eau), mais advient des périodes de stress hydrique en août et septembre.

En moyenne avec le logiciel, 60% d'eau est économisée et on observe une augmentation de la qualité du vin (le rendement aurait pu être privilégié mais celui-ci est souvent maximal du fait de la réglementation). Fruition Sciences a aujourd'hui plus de 100 clients sur 3 continents (la plupart aux États-Unis). L'entreprise veut faire évoluer les modèles pour aller plus loin dans le pilotage.
<https://fruitionsciences.com>

10. Partage numérique de matériels entre agriculteurs : WeFarmUp.com Jean-Paul Hébrard (WeFarmUp)

Jean-Paul Hébrard est rédacteur en chef de TVagri.info, le Science et Vie de l'agriculture et co-fondateur de WefarmUp, une plate-forme collaborative pour agriculteurs



Il faut dire que c'est ce secteur qui a inventé l'économie collaborative. Car les agriculteurs sont coincés par leurs investissements, leurs prix de production et de vente. En France, on est mauvais sur les charges d'équipement. Et les outils sont peu utilisés. Les tracteurs servent 400 heures par an. On peut donc trouver de la compétitivité en utilisant au mieux les investissements. La solution, c'est le Airbnb des fermes. L'entraide (à 2 km des fermes) marche bien. Les Cuma (10 km) aussi. Mais à 40 km il n'y avait rien. WefarmUp rend visible le matériel performant disponible dans ce périmètre. Cela met en communauté les agriculteurs qui vont se rencontrer et échanger des pratiques. Il faut réagencer les investissements pour les rentabiliser (il y a 3 milliards d'euros qui ne servent à rien). À la différence des Cuma où l'agriculteur attend son tour, WefarmUp montre le matériel disponible à un temps t. La solution, c'est donc la location dans le cadre du cofarming qui débouche sur la coopération numérique. Après 150 jours de fonctionnement, WefarmUp regroupe 700 membres et 650 matériels.

<https://www.wefarmup.com/fr/>

11. Comment financer des projets agricoles par le financement Participatif ?

Florian Breton (MiimOSA)

Florian Breton est fondateur de Miimosa, la première plate-forme de financement participatif exclusivement dédiée à l'agriculture et à l'alimentation. Il faut dire que le crowdfunding fonctionne bien dans d'autres domaines : 2,3 millions de Français ont déjà soutenu un projet (8% en don). Cela a commencé en 2007 par la musique avec Mymajorcompany. En 2015, 300 millions d'euros (M€) sont affectés à ce type de financement, mais cette valeur intègre un système de prêt financier avec retour sur investissement. En réalité, le montant est plutôt de 140 M€.



Pourquoi l'agriculture ? Parce que se pose la question de l'aide aux agriculteurs, qu'on voit l'essor des circuits courts et la faiblesse de ce domaine dans les investissements participatifs. Miimosa accompagne toutes les filières, sans idéologie. Aujourd'hui, 60% des projets sont bio. Depuis 2014, 1,2 M€ ont été collectées avec une audience de 80 000/mois. La collecte moyenne est de 6500€ (moyenne de 4000€ pour les autres secteurs) avec une contribution de 110€ (55€ en moyenne). C'est mieux que la PAC pour les petites exploitations. Le taux de réussite est de 79%. C'est normal que les contributeurs se sentent alors proches de l'agriculteur dont ils soutiennent le projet. Les porteurs de projets sont des exploitants, des coopératives (même des Cuma), des TPE, des chambres d'agriculture. 50% à 60% des contributeurs sont du 1^{er} cercle autour des porteurs de projets. Les inconnus sont de 20% à 30%.

En 2016, Miimosa veut impliquer la responsabilité sociétale des grandes entreprises ou des grandes collectivités territoriales.

<https://www.miimosa.com/>

12. Une formation de codeurs-makers au service du développement rural et de l'inclusion numérique

Xavier de Mazenod (Adverbe – Ecloserie numérique)

Dans l'univers numérique, il faut se prendre en main, savoir « coder ». Xavier de Mazenod, parisien d'origine, est parti il y a dix ans dans l'Orne. Il s'est heurté au problème de débit. Dans son village de 345 habitants, il a monté un espace de co-working



La première session (durée de 6 mois) a montré que la formation était trop pointue (développement web et mobile, langages Ruby et Python). De plus une fois formés, les stagiaires partaient du territoire ce qui n'est pas le but. L'Écloserie numérique s'est reconvertie pour des formations de 6 mois en présentiel afin que des demandeurs d'emploi réalisent entre 200 et 400 projets. Ils deviendront ainsi des « codeurs-makers ». L'Écloserie a inversé la pédagogie. Un projet est lancé par semaine ce qui oblige les stagiaires à apprendre les moyens de les faire (langage html). Aujourd'hui l'Écloserie a 80 demandes de stagiaires, mais un problème financement. La première session a commencé grâce à de l'auto-financement et avec l'aide de Pôle-Emploi mais ce n'est pas suffisant. Il faut trouver du sponsoring, du matériel, des idées.

<http://www.zevillage.net>

David Menga clôt le séminaire à 17h30 en demandant si certains pensent à d'autres thèmes qui auraient dû être traités. Quelques idées sont lancées. Il y a la question de la réaction des écoles supérieures à ces nouvelles pratiques numériques. Il y a aussi celle des équipements nécessaires pour stocker en commun les data. Ou comment le numérique bouscule les systèmes de distribution (traçabilité) et de production. Enfin, le rôle de la biologie face au numérique qui ne résout pas tout. Ce pourra être l'objet d'un prochain séminaire.