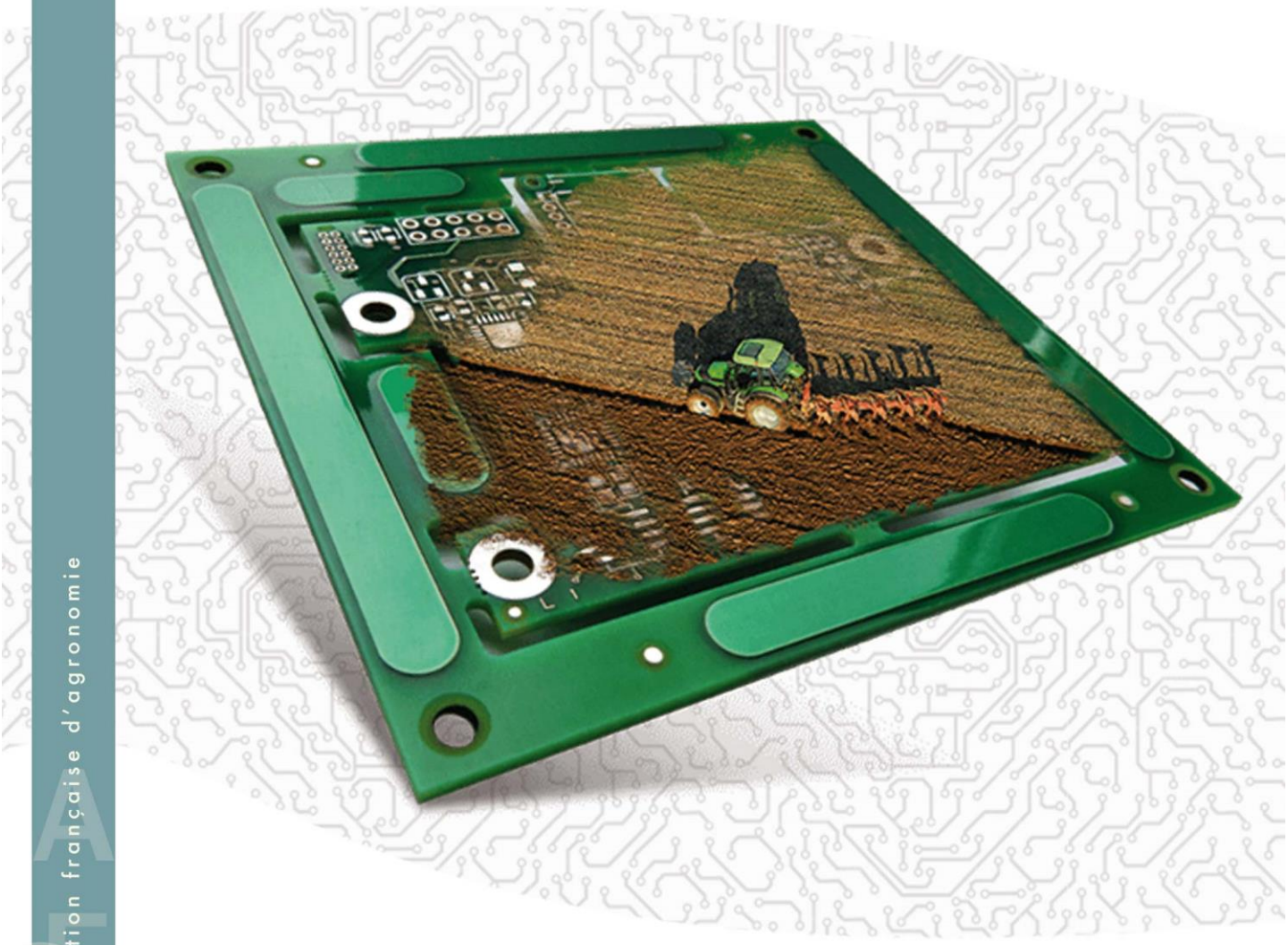
Juin 2018
volume n°8 / numéro n°1
www.agronomie.asso.fr

Agronomie
environnement & sociétés



Agronomie et agriculture numérique
ce qui change pour les agronomes

La revue de l'association française d'agronomie

Agronomie, Environnement & Sociétés

Revue éditée par l'Association française d'agronomie (Afa)

Siège : 16 rue Claude Bernard, 75231 Paris Cedex 05.
Secrétariat : 2 place Viala, 34060 Montpellier Cedex 2.
Contact : afa@supagro.fr, T : (00-33)4 99 61 26 42, F : (00-33)4 99 61 29 45
Site Internet : http://www.agronomie.asso.fr

Objectif
AE&S est une revue en ligne à comité de lecture et en accès libre destinée à alimenter les débats sur des thèmes clefs pour l'agriculture et l'agronomie, qui publie différents types d'articles (scientifiques sur des états des connaissances, des lieux, des études de cas, etc.) mais aussi des contributions plus en prise avec un contexte immédiat (débats, entretiens, témoignages, points de vue, controverses) ainsi que des actualités sur la discipline agronomique.

ISSN 1775-4240

Contenu sous licence *Creative commons*

Les articles sont publiés sous la *licence Creative Commons* 2.0. La citation ou la reproduction de tout article doit mentionner son titre, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue AE&S et de son URL, ainsi que la date de publication.

Directeur de la publication
Antoine MESSÉAN, président de l'Afa, Directeur de recherches, Inra

Rédacteur en chef
Olivier RÉCHAUCHÈRE, chargé d'études Direction de l'Expertise, Prospective & Etudes, Inra

Membres du bureau éditorial
Guy TRÉBUIL, chercheur Cirad
Philippe PRÉVOST, directeur Agreenium Université en ligne
Danielle LANQUETUIT, consultante Triog et webmaster Afa

Comité de rédaction
- Marc BENOÎT, directeur de recherches Inra
- Gérard CATTIN, retraité de la chambre d'agriculture de la Marne
- Joël COTTART, agriculteur
- Thierry DORÉ, professeur d'agronomie AgroParisTech
- Sarah FEUILLETTE, cheffe du Service Prévision Evaluation et Prospective Agence de l'Eau Seine-Normandie
- Yves FRANCOIS, agriculteur
- Jean-Jacques GAILLETON, inspecteur d'agronomie de l'enseignement technique agricole
- Laure HOSSARD, ingénieure de recherche Inra Sad
- Marie-Hélène JEUFFROY, directrice de recherche Inra et agricultrice
- Aude JOMIER, enseignante d'agronomie au lycée agricole de Montpellier
- Christine LECLERCQ, professeure d'agronomie Institut Lassalle-Beauvais
- Francis MACARY, ingénieur de recherches Irstea
- Adeline MICHEL, Ingénieure du service agronomie du Centre d'économie rurale de la Manche
- Marc MIQUEL, consultant
- Bertrand OMON, Chambre d'agriculture de l'Eure
- Thierry PAPILLON, enseignant au lycée agricole de Laval
- Philippe POINTEREAU, directeur du pôle agro-environnement à Solagro
- Philippe PRÉVOST, Chargé des coopérations numériques à Agreenium
- Bruno RAPIDEL, Cirad
- Anne VERDENAL, agricultrice
- Camille DUMAT, Enseignante d'agronomie à l'ENSA/INP Toulouse

Secrétaire de rédaction
Philippe PREVOST

Assistantes éditoriales
Sophie DOUHAIRIE et Danielle LANQUETUIT

Conditions d'abonnement
Les numéros d'AE&S sont principalement diffusés en ligne. La diffusion papier n'est réalisée qu'en direction des adhérents de l'Afa ayant acquitté un supplément
(voir conditions à http://www.agronomie.asso.fr/espace-adherent/devenir-adherent/)

Périodicité
Semestrielle, numéros paraissant en juin et décembre

Archivage
Tous les numéros sont accessibles à l'adresse http://www.agronomie.asso.fr/carrefour-inter-professionnel/evenements-de-lafa/revue-en-ligne/

Soutien à la revue

- En adhérant à l'Afa via le site Internet de l'association (http://www.agronomie.asso.fr/espace-adherent/devenir-adherent/). Les adhérents peuvent être invités pour la relecture d'articles.
- En informant votre entourage au sujet de la revue AE&S, en disséminant son URL auprès de vos collègues et étudiants.
- En contactant la bibliothèque de votre institution pour vous assurer que la revue AE&S y est connue.
- Si vous avez produit un texte intéressant traitant de l'agronomie, en le soumettant à la revue. En pensant aussi à la revue AE&S pour la publication d'un numéro spécial suite à une conférence agronomique dans laquelle vous êtes impliqué.

Instructions aux auteurs
Si vous êtes intéressé(e) par la soumission d'un manuscrit à la revue AE&S, les recommandations aux auteurs sont disponibles à l'adresse suivante :
http://www.agronomie.asso.fr/carrefour-inter-professionnel/evenements-de-lafa/revue-en-ligne/pour-les-auteurs/

À propos de l'Afa

L'Afa a été créée pour faire en sorte que se constitue en France une véritable communauté scientifique et technique autour de cette discipline, par-delà la diversité des métiers et appartenances professionnelles des agronomes ou personnes s'intéressant à l'agronomie. Pour l'Afa, le terme agronomie désigne une discipline scientifique et technologique dont le champ est bien délimité, comme l'illustre cette définition courante : « *Etude scientifique des relations entre les plantes cultivées, le milieu* [*envisagé sous ses aspects physiques, chimiques et biologiques*] *et les techniques agricoles* ». Ainsi considérée, l'agronomie est l'une des disciplines concourant à l'étude des questions en rapport avec l'agriculture (dont l'ensemble correspond à l'agronomie au sens large). Plus qu'une société savante, l'Afa veut être avant tout un carrefour interprofessionnel, lieu d'échanges et de débats. Elle se donne deux finalités principales : (i) développer le recours aux concepts, méthodes et techniques de l'agronomie pour appréhender et résoudre les problèmes d'alimentation, d'environnement et de développement durable, aux différentes échelles où ils se posent, de la parcelle à la planète ; (ii) contribuer à ce que l'agronomie évolue en prenant en compte les nouveaux enjeux sociétaux, en intégrant les acquis scientifiques et technologiques, et en s'adaptant à l'évolution des métiers d'agronomes.

Lisez et faites lire AE&S !

Sommaire

Avant-propos

P7 - O. RÉCHAUCHÈRE (Rédacteur en chef) - A. MESSÉAN (Président de l'Afa) - M. BENOÎT (président sortant)

Éditorial

P9 - O. RÉCHAUCHÈRE, Y. FRANCOIS, J.P. CHANET, J.N. PAOLI, G. GRENIER (coordonnateurs du numéro)

Etat des lieux des pratiques et dynamiques à l'œuvre

P13 - Agriculture numérique : quelles conséquences sur l'autonomie de la décision des agriculteurs ?
P. JEANNEAUX

P23 - Qu'est-ce que le numérique apporte à l'agriculture ?
G. GRENIER

P33 - L'utilisation des technologies numériques dans une CUMA : l'exemple de la CUMA de la plaine de Faverges
Y. FRANÇOIS

La place des agronomes et le besoin de compétences

P37 - Former pour et par le numérique tout au long de la vie professionnelle dans les métiers de l'agriculture
P. PRÉVOST et C. GERMAIN

P41 - Comment le numérique impacte le métier de conseil en agriculture
N. LACHIA, L. PICHON et B. TISSEYRE

P51 - L'enseignement agricole connecté
S. RICARD et F. SANCHEZ

Débats et controverses autour des apports de l'agriculture numérique

L'agriculture numérique est-elle la réponse aux grands défis du 21ème siècle ?
P59 - L'agriculture du 21ème siècle sera numérique ou ne sera pas
H. PILLAUD

P63 - Big Agri Bug dans l'agro-cloud ? Bulletin de prévisions climato-numériques
D. LANQUETUIT

Les technologies numériques libèrent-elles les agriculteurs ?

P71 - Technologies du numérique en agriculture : j'aurais voulu rêver
V. TARDIEU

P73 - Technologies numériques : l'exemple de la plateforme API-AGRO
T.P. HAEZEBROUCK

Notes de lecture

P77 - Agriculture de précision ; comprendre et mettre en œuvre les bases de la révolution agronomique, de G. Grenier
P. PRÉVOST

P81 - Donner du sens à l'intelligence artificielle : pour une stratégie nationale et européenne, de C. Villani
P. PRÉVOST et O. RÉCHAUCHÈRE

Article

Comment le numérique impacte le métier du conseil en viticulture

How digital technologies impact advising in viticulture

Nina LACHIA* - Léo PICHON*
Bruno TISSEYRE*

**ITAP, Montpellier SupAgro, Irstea, Université Montpellier, Montpellier (France) - 2, place Pierre Viala - 34060 Montpellier (France) - Courriel : nina.lachia@supagro.fr - Tél. +33 (0)4 99 61 23 35*

Résumé

Cet article expose les résultats d'une étude sur les impacts du numérique dans le domaine du conseil en viticulture. Il présente la vision des conseillers, un état des lieux des outils numériques utilisés, et évalue l'impact que ces outils ont sur les missions de conseil. Les besoins en formation sont également discutés. L'étude s'appuie sur une enquête quantitative réalisée en 2017 auprès de 130 conseillers viticoles. Elle est complétée par une approche qualitative basée sur des entretiens individuels et collectifs.

Le passage au numérique apparaît, pour une majorité de conseillers, comme incontournable. Beaucoup sont équipés et utilisent certains outils numériques régulièrement. Ces derniers semblent renforcer le rôle d'expert du conseiller. Cependant, un réel besoin en formation est exprimé, en particulier l'accompagnement sur les connaissances de base des technologies et sur l'interprétation des données issues des outils et méthodes numériques. La formation continue et la présence de sites de démonstration sont des enjeux forts pour permettre à la profession de mieux s'approprier le numérique, ses avantages et ses limites.

Mots-clés

Viticulture de précision, conseil, usages, formation, France.

Summary

This paper presents the results of a study carried out in 2017 on impact of digital evolution on the advising profession in viticulture. It presents the current vision of consultants about digital in viticulture, reviews how they use of numerical tools, and assesses the impact on consulting missions. It also approaches training needs generated by this revolution. Therefore, an on-line quantitative survey was conducted and reached 130 responses. It was completed by both collective and individual interviews.

The main outcomes of the survey were that most of the advisors believe that the incorporation of digital technologies is indispensable. Many consultants in viticulture are quite well equipped and use digital tools regularly for their jobs. Digital seems to reinforce their position as experts. However, support is needed to increase advisors understanding of how these technologies work as well as how to interpret the data and information produced by these new digital technologies and services. Professional formation, and in particular demonstrations sites are important issues for the profession.

Introduction

Le développement du numérique en agriculture entraîne l'adoption, par les agriculteurs, d'un large éventail d'outils et de méthodes telles que le positionnement par GNSS (Global Navigation Satellite System), les logiciels de gestion technique et économique et les terminaux associés (ordinateurs, smartphones, etc.), différents systèmes de mesures qu'ils soient embarqués sur machine, sur piéton, sur animaux ou à poste fixe, les réseaux de capteurs, les automatismes, les robots, etc. L'adoption de ces technologies et des services associés entraîne nécessairement des changements dans les pratiques des agriculteurs à tel point que certains auteurs (Clasen 2016) ont introduit le terme d'agriculture 4.0 pour caractériser les décisions techniques ou stratégiques des agriculteurs basées sur l'information ou la donnée.

Un grand nombre d'études se sont intéressées à l'adoption des nouvelles technologies par les agriculteurs dans la plupart des régions du monde (Watcharaanantapong et al. 2014, KeskinetSekerli 2016, Mittal et Mehar 2016, Paustian et Theuvsen 2017), montrant que le phénomène est global. La plupart de ces études s'intéressent aux facteurs favorables à l'adoption mais aussi aux freins ; l'objectif étant de mieux positionner l'accompagnement des agriculteurs dans cette transition numérique. L'intérêt du numérique pour améliorer la rentabilité des opérations agricoles et/ou l'impact environnemental de ces dernières a été démontré par de nombreuses études (Larson et al 2008, Reichardt et Juges 2009).

Certaines études plus récentes se sont également intéressées à l'impact de ces technologies sur le métier même de l'agriculteur (Hostiou et al. 2014). L'un des changements importants est naturellement l'extraordinaire quantité de données qu'il est nécessaire de traiter et de synthétiser afin d'en extraire une information utile pour une décision opérationnelle dans le contexte précis de l'exploitation agricole. Un autre changement important est la complexité des matériels et équipements que l'agriculture 4.0 requiert. Cette complexité nécessite de nouvelles connaissances de manière à permettre une mise en œuvre adaptée, un réglage optimal des outils, une maîtrise technique permettant d'assurer une interopérabilité optimale, etc. Ces contraintes expliquent pourquoi un certain nombre d'agriculteurs sont réticents à l'adoption des technologies numériques sur leurs exploitations (Reichardt et Juges 2009, Aubert et al., 2012).

Si beaucoup d'études se sont focalisées sur les agriculteurs, très peu se sont intéressées aux techniciens, conseillers de ces derniers. C'est un point paradoxal puisque le rôle et les compétences du technicien-conseiller sont essentiels pour l'accompagnement des agriculteurs dans la transition numérique (Kutter et al. 2011). En effet, des études récentes (Far et Rezaei-Moghaddam 2017, Dimos et al. 2017) ont mis en avant le rôle déterminant du conseil et de la connaissance précise des outils, du matériel, des outils d'aide à la décision (avantages et limites d'utilisation) pour leur mise en œuvre efficiente dans les conditions spécifiques de chaque exploitation agricole. Dans certains domaines d'activité, les lacunes techniques des services d'accompagnement sont considérées comme le principal frein à l'adoption des nouvelles technologies par les agriculteurs (Erickson et Widmar 2015). Ce constat a motivé la réalisation d'une étude spécifique sur le métier de conseiller agricole en lien avec le numérique en France.

La revue de l'association française d'agronomie //volume 8 numéro 1 - juin 2018

Elle s'est intéressée spécifiquement au cas de la viticulture. Cette filière a semblé particulièrement pertinente puisque l'adoption d'outils numériques y est émergente. Dans ce contexte, la vision et l'adoption du numérique par les acteurs susceptibles d'accompagner les viticulteurs dans cette transition revêtent un caractère important aujourd'hui, en particulier pour identifier leurs besoins en formation.
Cette étude a pour objectifs : i) de connaître les représentations actuelles que se font les conseillers du numérique en viticulture - ii) de produire un état des lieux sur les usages des outils numériques en viticulture pour la production de leur conseil dans le but - iii) de voir l'impact que cela a sur les compétences mobilisées pour la production des conseils et les besoins en formation que cette évolution entraîne.

Matériel et Méthode

Méthodologie

L'étude a été conduite en trois étapes présentées figure 1 :

- Une étude quantitative destinée à faire l'état des lieux des principaux usages du numérique par les conseillers. Cette étude quantitative visait aussi à évaluer l'image du numérique qu'ont les conseillers ainsi que leur ressenti.
- Une étude qualitative destinée à enrichir les résultats de l'étude quantitative et à en valider l'interprétation.
- La confrontation des résultats de l'étude à des experts du domaine afin d'en valider les conclusions.

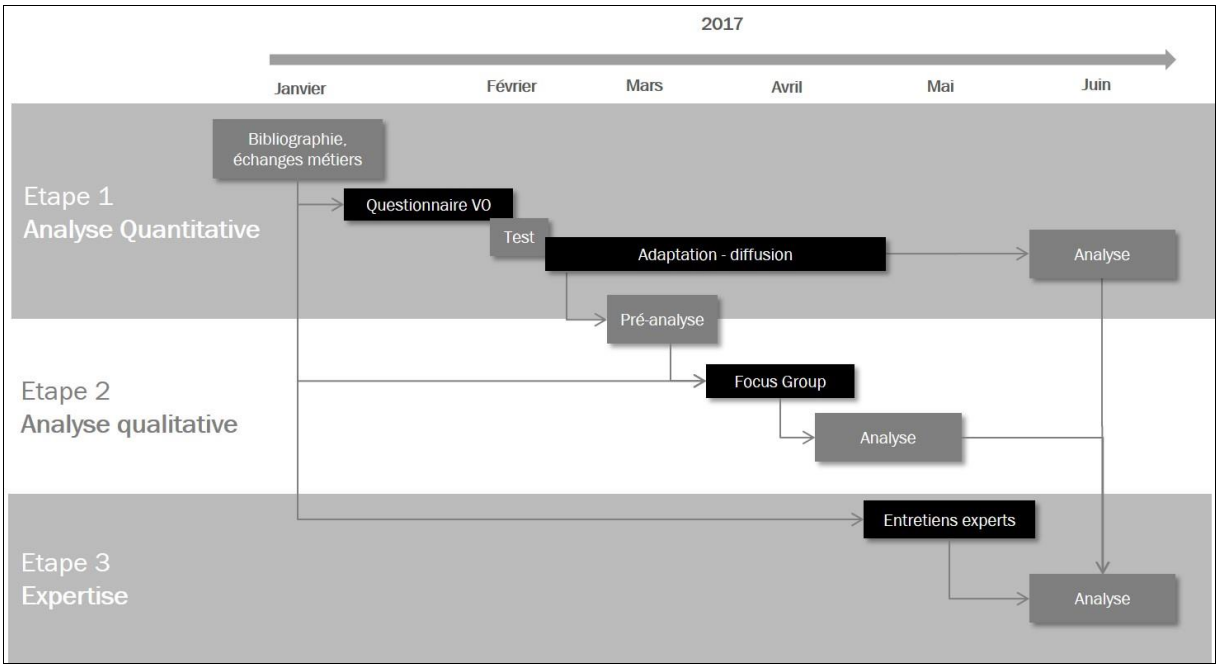


Figure 1 : méthodologie d'étude

La première étape (enquête quantitative) a été menée sous la forme d'une enquête par questionnaire en ligne à destination des conseillers viticoles afin de connaître leur vision, leurs usages et l'impact du numérique sur leurs missions. Ce questionnaire a été diffusé dans toutes les régions viticoles de France métropolitaine au cours du printemps 2017 par le biais des principales structures employant ces conseillers : les chambres d'agriculture des différents bassins viticoles, les instituts techniques et structures d'accompagnement de la filière, les principales coopératives et négoces ainsi que plusieurs cabinets de conseil indépendants et laboratoires d'analyses œnologiques. Ce questionnaire a été rempli par les conseillers sur la base du volontariat.
La première question du questionnaire envoyé avait pour objectif de percevoir de manière simple et qualitative la représentation que les conseillers se font du numérique aujourd'hui. Cette question était ouverte et facultative : les conseillers pouvaient exprimer en 2 mots ce que leur évoque la viticulture numérique. Le nuage de mots obtenu a permis d'appréhender leur degré de connaissance du sujet, d'identifier si celui-ci leur évoque des usages spécifiques à leur métier ou s'il suscite des interrogations et des craintes. Le questionnaire comportait ensuite des questions fermées permettant d'évaluer quantitativement, et au travers d'échelles de notation, les usages du numérique par les répondants. Tout au long du questionnaire, des questions ouvertes permettaient aux techniciens de s'exprimer, de compléter et de nuancer leurs réponses. Enfin, la dernière partie du questionnaire visait à faire émerger d'éventuels besoins en formation sur des compétences spécifiques liées à l'utilisation du numérique. Les répondants ont évalué d'une part l'importance qu'ils attribuaient à certaines compétences pour exercer leur métier, et d'autre part s'ils se sentaient assez formés sur chacune de ces compétences. Ces notes ont été analysées à l'aide d'un indicateur empirique permettant de rendre compte d'un écart entre l'importance d'une compétence et le niveau de formation pour l'exercer.

La seconde étape avait pour objectif de compléter l'enquête quantitative et d'en enrichir l'interprétation par des éléments qualitatifs recueillis au cours de différents entretiens collectifs et individuels. Des ateliers de travail de type focus groupes (Giannelloni et Vernette, 2015) ont été réalisés auprès de 3 structures représentatives des métiers associés au conseil viticole : un organisme consulaire (12 techniciens de la Chambre d'Agriculture de l'Hérault), une structure de production (10 techniciens de la Coopérative Arterris) et une structure d'accompagnement et de conseil (4 techniciens de l'Institut Coopératif du Vin - ICV). Ces focus groupes, réalisés lors de journées techniques organisées par les différentes

structures, rassemblaient différents profils de techniciens, qu'ils soient sensibles ou non à la viticulture numérique. L'organisation mise en place comportait plusieurs séquences courtes pour une durée totale de 2h organisées de la manière suivante :

- Débat guidé au cours duquel les techniciens étaient invités à prendre position pour ou contre des affirmations concernant la viticulture numérique. Ce débat guidé avait pour objectif d'amener les techniciens à partager une vision commune et définie de l'ensemble des outils et méthodes inclues dans l'expression « viticulture numérique ».
- Analyse d'articles de presse autour de la viticulture numérique afin d'évaluer leur degré de connaissance du sujet et d'identifier s'ils se sentaient suffisamment armés pour interpréter les articles et répondre aux sollicitations éventuelles de viticulteurs. Cet atelier visait à identifier les compétences spécifiques à la viticulture numérique et les besoins en formation associés.
- Analyse d'une vidéo d'un entretien avec un technicien viticole de 2011 pour mettre en évidence les éventuels changements liés au numérique dans le métier de conseiller, en termes de contraintes, de missions et de besoins en formations.
- Atelier post-It afin de recueillir l'avis des techniciens sur les freins à l'usage du numérique et les moyens de formation qui leur semblent les plus adaptés.

Ces focus groupes visaient à recueillir des témoignages, des retours d'expériences ainsi que des ressentis complémentaires à la première étape de l'étude.

La dernière étape de l'étude a consisté à confronter les résultats obtenus aux points de vue d'experts de différents milieux : recherche, instituts techniques, entreprises du secteur et utilisateurs de solutions numériques (caves coopérative, négoces). Cette confrontation a permis de valider les tendances mises en évidence par les deux étapes précédentes. De plus, elle visait à contextualiser les conclusions obtenues avec un éclairage plus général et macro-économique sur l'évolution de la filière.

Profil des conseillers ayant répondu à l'enquête

Les figures 2 et 3 synthétisent les caractéristiques du panel de 130 techniciens ayant répondu à l'enquête en ligne. 5 critères ont été considérés :

- Régions viticoles

37% des répondants travaillent en Languedoc-Roussillon contre 25% pour le Sud-Ouest (regroupant Aquitaine, Charentes-Cognac, Sud-Ouest) et 14% en Champagne comme en Vallée du Rhône (Figure 2a). Les régions de Bourgogne, du Beaujolais, de Savoie et du Jura représentent moins de 10% des répondants.

- Structures de conseil

Toutes les structures de conseil viticole sont représentées. Les techniciens ayant répondu au questionnaire sont pour moitié issus d'une structure de production (52%) (Figure 2b). Un quart d'entre eux (27%) travaillent dans des chambres d'agriculture et le reste est issu de structures de conseil indépendantes ou d'instituts techniques (respectivement 17% et 5%).

- Expérience professionnelle

L'expérience professionnelle est un indicateur du recul que peut avoir le conseiller sur son métier. Cela peut aussi refléter, de manière générale, l'âge des conseillers. Toutes les classes d'âge ont répondu au questionnaire (Figure 2c): 26% des conseillers ont peu d'expérience (moins de 5 ans d'expérience), 22% entre 5 et 10 ans. La grande majorité des conseillers ont entre 10 et 25 ans d'expérience (40%), et une dernière classe de conseillers, en théorie plus âgés, ont plus de 25 ans de pratique de leur métier (12%).

- Nombre de viticulteurs suivis

Plus de la moitié des techniciens ayant répondu suivent plus de 50 viticulteurs (Figure 2d), ce qui suggère qu'ils sont confrontés à une grande diversité de viticulteurs et d'exploitations viticoles. Les conseillers qui suivent moins de 10 viticulteurs sont en général des débutants, dans le métier depuis moins de 5 ans. Parmi les répondants, 40% des conseillers suivent entre 10 et 50 viticulteurs, sans que cela soit corrélé à l'expérience professionnelle. A noter que certains conseillers suivent également des agriculteurs dans d'autres filières, notamment en grandes cultures : cela leur permet de positionner l'adoption du numérique dans la filière viticole par rapport aux autres filières.

- Missions exercées par les conseillers

Les techniciens ayant répondu à l'étude exercent de nombreuses missions (Figure 3).

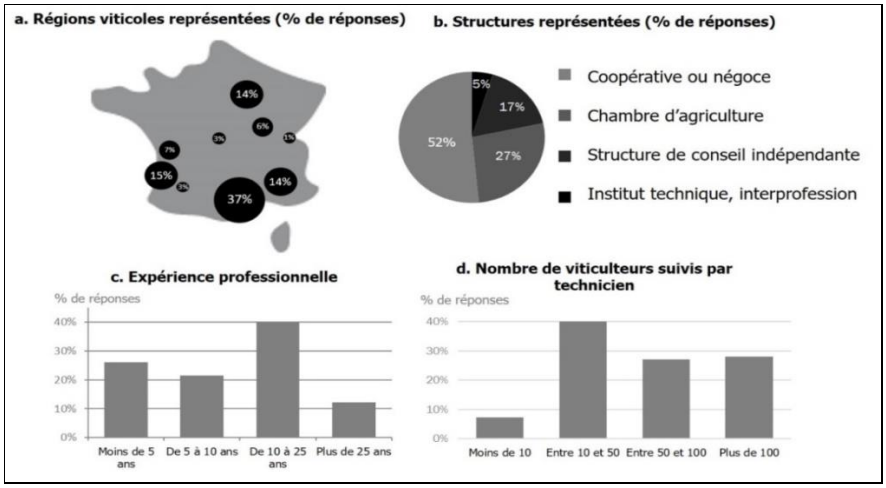


Figure 2 : caractérisation de l'échantillon

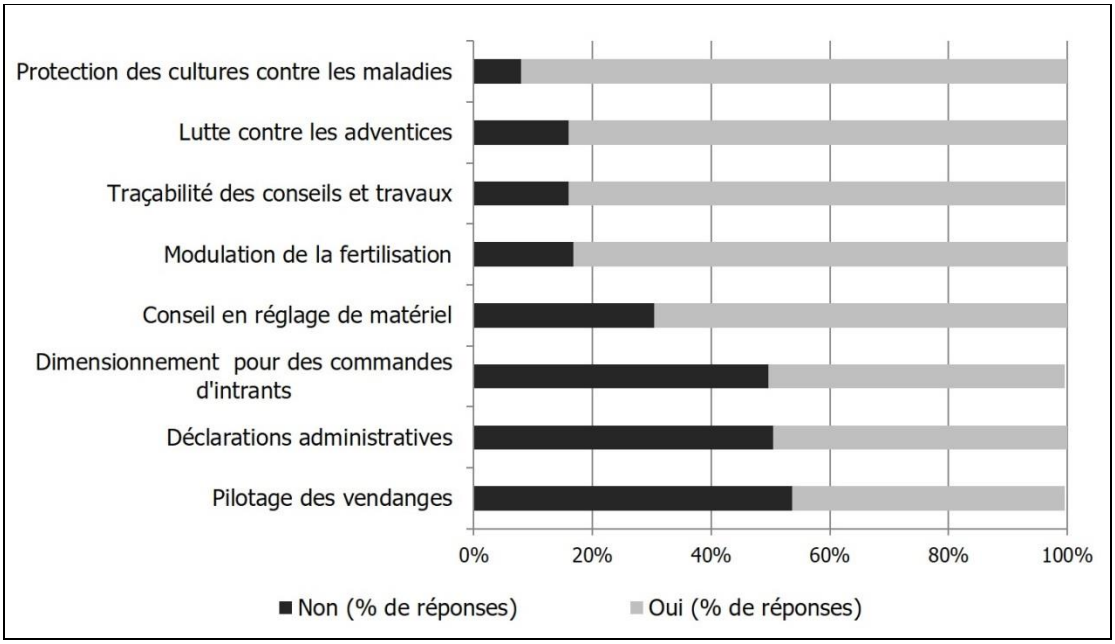


Figure 3 : services pour lesquels les conseillers ont été sollicités ces 2 dernières années

Pour une grande majorité, les conseillers s'accordent sur la part importante de l'expertise agronomique dans leur métier. Ainsi, plus de de 90% des conseillers sont sollicités par une grande partie de leurs viticulteurs sur des problématiques de protection des cultures. Conseils sur le pilotage de la fertilisation, lutte contre les adventices et irrigation sont également des missions courantes. La traçabilité des conseils et des travaux occupe une place particulièrement importante des métiers du conseil : plus de 80% des conseillers réalisent ce type de tâche. D'autres types de missions sont moins représentés et leur importance varie en fonction des répondants et du contexte dans lequel ils les exercent.
Au travers des techniciens interrogés, l'étude touche un panel assez représentatif de la diversité des situations qui peuvent être rencontrées dans le conseil en France : les principales structures de conseil que sont les coopératives et négoces, les chambres d'agricultures, les entreprises privées et les instituts techniques sont présentes. L'échantillon couvre également des techniciens avec des anciennetés différentes (et une expérience professionnelle différente), des plus expérimentés (plus de 25 ans d'expérience) aux moins expérimentés (moins de 5 ans d'expérience). Les grandes régions viticoles sont également présentes, bien que les régions de l'Est de la France soient relativement peu représentées parmi les techniciens ayant répondu à l'étude.

Résultats

Pour rappel, les résultats présentés dans cette partie sont des résultats consolidés à l'issue des trois étapes présentées précédemment. Les résultats quantitatifs sont issus de l'enquête : ils sont présentés en y incluant des éléments qualitatifs issus des focus groupes ou des compléments apportés par les experts interrogés.

Le numérique en viticulture

<u>La représentation du numérique par les conseillers viticoles</u>

Figure 4 : nuage de mots clés résumant la vision de la viticulture numérique par les conseillers viticoles exprimée à travers le choix de 2 mots (110 réponses)

Quatre-vingt-cinq pour cent des conseillers ont répondu à la question, ouverte et facultative, sur leur vision de la viticulture numérique, ce qui reflète leur intérêt pour le sujet. La figure 4 présente les réponses des conseillers.
Le terme le plus cité est « précision ». Il n'est pas visible sur la figure 4 pour faciliter la lecture des autres mots cités. Ce terme peut représenter ce qu'apporte les outils numériques, par exemple des outils de mesures précis ou en temps réel, pour gagner en précision dans la réalisation des conseils. Ce terme fait aussi explicitement référence à la Viticulture de précision, terme utilisé depuis les années 2000 (Tisseyre et al, 2007) ce qui reflète chez certains techniciens la connaissance du sujet.
Pour 30 % des conseillers, le terme « viticulture numérique » évoque la traçabilité (associée aux contraintes

réglementaires) ou les technologies les plus médiatisées telles que les drones, les smartphones ou les robots. Pour une minorité de conseillers, cela évoque des notions plus techniques et spécifiques de la viticulture de précision comme la géolocalisation, l'imagerie ou encore la modélisation.
De nombreux conseillers ont également fait le choix de répondre en évoquant ce que leur apporte le numérique au quotidien. Plus de la moitié des conseillers ont choisi des termes liés à l'efficacité (« rapidité », « réactivité », « optimisation ») ou à la qualité (« précision », « professionnalisme ») de leur conseil. Selon eux, la viticulture numérique est également un facteur de sécurité et peut induire des changements d'organisation (« instantanéité », « anticipation »). Des craintes apparaissent toutefois avec des termes relatifs à la « complexité » des outils, la « lourdeur » des saisies ainsi que leur « fiabilité » qui pourrait être défaillante.
Enfin, pour 30% des conseillers, le terme « viticulture numérique » évoque l'« avenir », l'innovation (« progrès », « modernisme ») et leur semble « indispensable ». Malgré une vision globale plutôt positive du numérique, 14% d'entre eux s'estiment en « retard » sur le sujet. Ce sentiment de retard de la filière viticole par rapport aux autres filières a d'ailleurs été confirmé lors de plusieurs entretiens.
Ces premiers résultats permettent de comprendre la représentation qu'ont les conseillers viticoles du numérique en viticulture. Selon eux, il est indispensable d'intégrer le numérique dans les réflexions actuelles sur leur métier, et de nombreux conseillers pensent que l'usage d'outils numériques sera incontournable à l'avenir.

La place du numérique dans le métier de conseiller viticole

Afin de connaître les impacts du numérique dans le métier des conseillers viticoles, il est nécessaire de mieux connaître ces métiers. Une approche simple a été utilisée (Figure 5) pour décrire ce métier et identifier la place que peut y occuper le numérique :

Figure 5 : approche utilisée pour décrire le métier des conseillers viticoles et les outils numériques associés

La figure 5 propose de caractériser le métier de conseiller viticole par un ensemble de missions ; par exemple, l'accompagnement agronomique pour la protection des vignes contre les maladies est une mission du conseiller. Ces missions sont réalisées à partir de plusieurs fonctions : si l'on considère l'accompagnement pour la protection des vignes, plusieurs fonctions y sont associées, telles que caractériser l'état sanitaire des cultures, localiser une maladie et enregistrer les pratiques du viticulteur. Ces fonctions mobilisent des compétences et peuvent s'appuyer sur des outils qui peuvent être numériques. Cette étude se focalise exclusivement sur les outils numériques tels que des capteurs, des systèmes de géolocalisation ou encore des outils de saisie et de communication.
La figure 6 illustre les fonctions que remplit le numérique dans la réalisation des principales missions des conseillers. Ces résultats ont été construits à partir des témoignages des techniciens et des regards des experts.

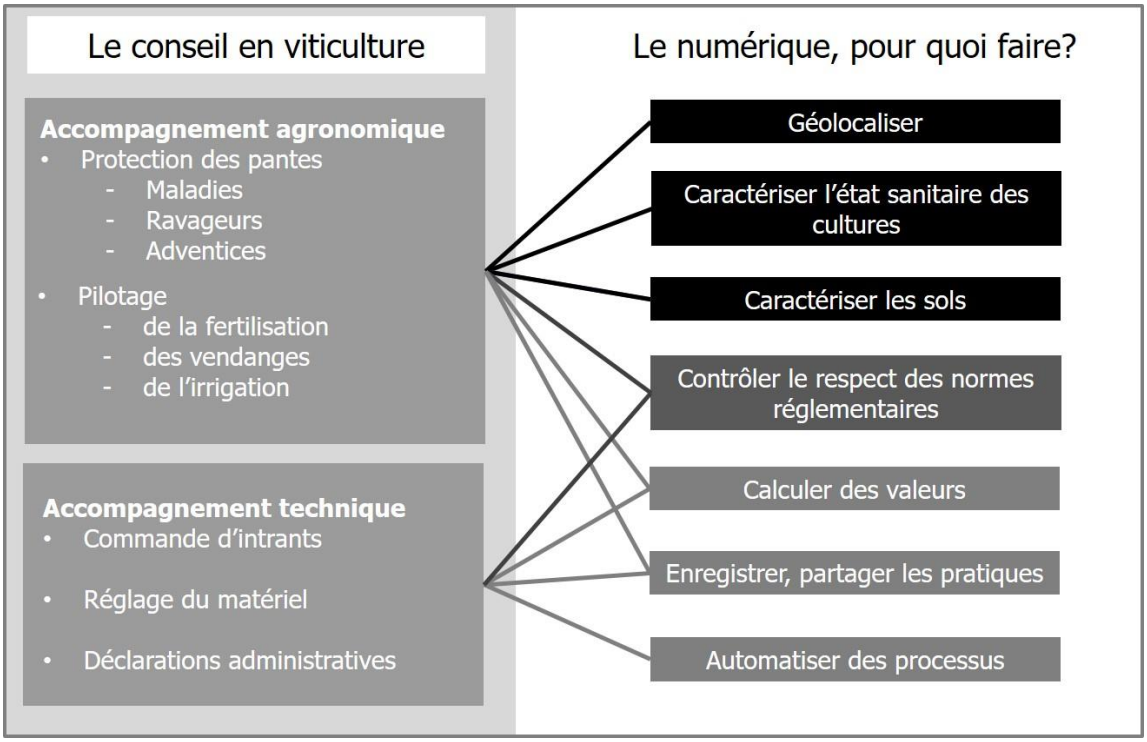


Figure 6 : la place du numérique dans le conseil viticole

Pour les missions reliées à l'expertise agronomique, le numérique est essentiellement utilisé pour des fonctions de géolocalisation et de caractérisation du milieu. Il s'agit d'utiliser des outils permettant de réaliser des mesures précises et objectives sur l'environnement du viticulteur. Le numérique constitue alors un élément permettant d'améliorer la qualité du conseil. De plus, il s'agit pour certains techniciens d'une preuve de conscience professionnelle vis-à-vis de leurs viticulteurs.
Le contrôle du respect des normes (doses de produits phytosanitaires, dates des travaux, localisations) est aujourd'hui un aspect central des missions du conseiller et il est amené à se renforcer à l'avenir. Le numérique est perçu et utilisé par les

techniciens pour faciliter, sécuriser et automatiser ce contrôle.
D'autres usages du numérique sont moins spécifiques du métier de conseiller viticole. C'est le cas par exemple des outils de calcul (estimation de risques ou de quantité d'intrants, estimations de coûts), ainsi que l'enregistrement et le partage des pratiques. Plusieurs conseillers ont témoigné d'une réelle attente en termes de connexion entre outils numériques et d'automatisation des processus pour simplifier la production du conseil.
En résumé, le numérique représente surtout des outils qui peuvent accompagner les conseillers dans l'exercice de leurs missions. Premièrement, il est perçu comme un moyen de s'adapter à la diversité de leurs fonctions et la diversité des exploitations viticoles qu'ils conseillent ; c'est en particulier le rôle d'outils d'expertise, permettant d'objectiver des observations et de prévoir des risques à partir de modèles dans des conditions qui peuvent varier d'un viticulteur à un autre, voire d'une parcelle à une autre. C'est également un moyen de faciliter le conseil grâce à des supports de saisie sur le terrain ou à distance. La possibilité d'échanger tous types d'informations, parfois de manière instantanée, peut avoir des impacts forts en termes de communication et d'organisation de leur travail. Enfin, la troisième grande fonction du numérique en viticulture est la sécurisation du conseil par rapport à la réglementation, à partir de la traçabilité, le stockage d'informations et l'utilisation d'outils de contrôle du respect des normes environnementales et réglementaires.

Comment le numérique est-il utilisé aujourd'hui par les conseillers ?

Les outils numériques utilisés

Le numérique est régulièrement utilisé par les techniciens comme outil de travail : une étude sur les usages du smartphone en agriculture, réalisée dans le cadre de l'Observatoire des usages de l'agriculture numérique, a montré que 90% d'entre eux utilisent leur ordinateur quotidiennement et 60% utilisent les smartphones ou les tablettes dans un cadre professionnel. Les outils mobiles sont principalement utilisés comme moyen de communication et de partage d'informations. Toutefois, des fonctionnalités évoluées associées aux outils mobiles restent peu utilisées : par exemple, seulement 15% des conseillers utilisent plus d'une fois par mois des applications dédiées à leur métier comme des applications d'arpentage, de météo ou encore de partage de photographies (Lachia, 2017).
Une part significative des techniciens utilise également d'autres outils plus spécialisés comme des GPS (50% des techniciens) ou des capteurs fixes tels que les stations météo (60%). Cette utilisation reste cependant occasionnelle, les techniciens dépassant rarement quelques utilisations par mois. Les capteurs portables ou embarqués, tels que les N-Testers ou le Physiocap, sont utilisés par une part plus restreinte des techniciens (40%) qui s'en servent en général seulement quelques fois par an.

Usages du numérique pour la production des conseils

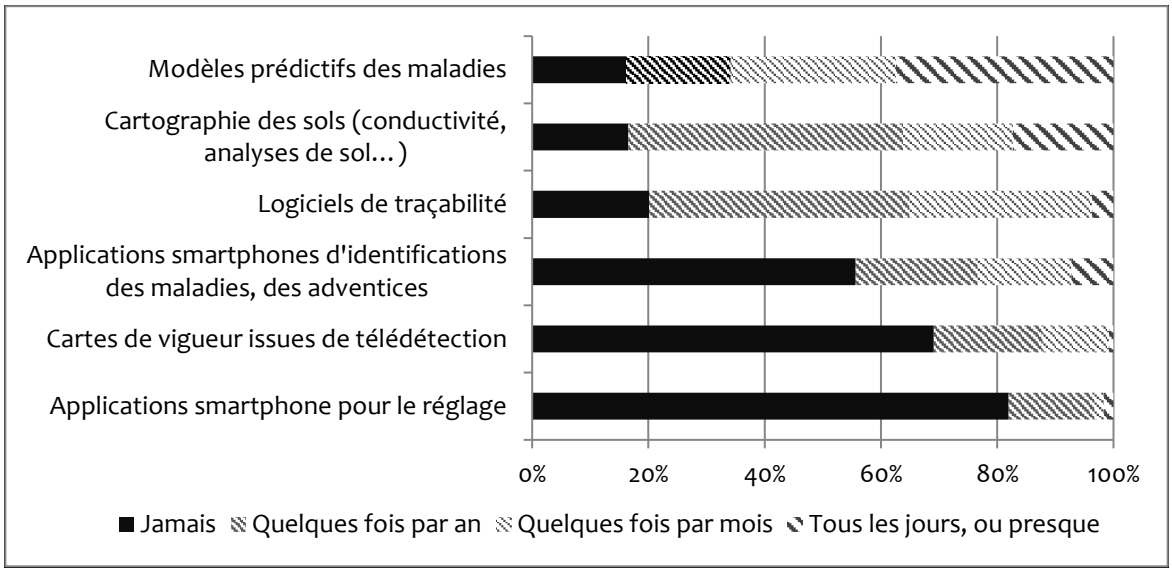


Figure 7 : pourcentage de techniciens utilisant différents outils pour la réalisation de leurs conseils (123 réponses)

La figure 7 illustre la fréquence d'utilisation des principaux outils de la viticulture numérique par les techniciens. Les résultats sont présentés en pourcentage de répondants.
Les outils prédictifs de maladies sont les plus utilisés. En effet 84 % des conseillers interrogés en utilisent fréquemment : la majorité d'entre eux les utilisent entre quelques fois par mois et jusqu'à tous les jours au cours de la saison. La même proportion de conseillers utilise des outils de cartographie des sols (analyses de sols, cartes de conductivité et résistivité) mais les fréquences d'utilisation sont cependant plus faibles. Ces outils sont en général utilisés quelques fois par an, ce qui convient à des données variant peu au cours de l'année. Les logiciels de gestion d'exploitation font aussi partie des outils les plus utilisés, quelles que soient les régions, à des fréquences plutôt annuelles ou mensuelles.
Bien que les conseillers viticoles soient équipés de smartphones et tablettes, moins de la moitié d'entre eux utilisent des applications dédiées à leur métier. Les plus utilisées sont les applications d'identification des maladies ou des adventices (45% des répondants). Les applications de réglage de matériel sont plus confidentielles puisque moins de 15% des techniciens déclarent en utiliser. D'après plusieurs témoi gnages lors des focus groupes et apports d'experts, ces dernières applications sont davantage utilisées par les viticulteurs et les tractoristes.
Enfin, les images acquises par satellites, drones et avions sont utilisées par moins de 30% des conseillers. Ce résultat est à première vue surprenant au regard du fort intérêt exprimé par les conseillers lors des focus groupes mais il est en cohérence avec les résultats publiés par l'observatoire des usages de l'agriculture numérique (Lachia, 2017) qui indiquent que seulement 1% de la surface viticole était concernée par ce type de service en 2016.

Quelques spécificités régionales

Ces résultats ont également été analysés en prenant en compte les types de structures des conseillers et leur région. Il apparaît que le type de structure dont sont issus les conseillers n'a pas d'impact sur les outils qu'ils utilisent pour la réalisation de leurs conseils. Il est, par contre, intéressant de noter quelques spécificités régionales.
Par exemple, les outils de modélisation des maladies sont surtout employés dans les régions Aquitaine, Charentes-Cognac et Champagne. La forte pression sanitaire et la forte valeur ajoutée des productions dans ces régions est un élément qui peut expliquer ce résultat. Le fait que nombre de ces modèles aient été testés, puis développés dans ces régions favorise aussi certainement leur utilisation. Les prestations de caractérisation géophysique des sols sont surtout répandues dans les régions Aquitaine, Languedoc et Champagne. Ces prestations restent néanmoins encore très marginales : toutes cultures confondues, moins de 1% des sols agricoles français ont été cartographiés via la conductivité ou la résistivité depuis 10 ans. D'après l'observatoire des usages de l'agriculture numérique, en viticulture, cela représente moins de 10000 ha en France (Lachia, 2017). Les contextes pédologiques très variables, notamment la forte hétérogénéité des types de sols et des reliefs français, impliquent en effet des difficultés de mesures. D'autres facteurs tels que les faibles surfaces des vignobles, les facteurs économiques ou encore la méconnaissance du service sont des facteurs peuvent expliquer ce faible niveau d'adoption. Les résultats de cette étude ne permettent pas de trancher entre ces différentes hypothèses. Certaines prestations commencent néanmoins à se développer, par exemple en Bourgogne. En ce qui concerne la télédétection, l'usage est principalement localisé dans le Sud-Ouest de la France (30% des conseillers interrogés) et en Champagne (un quart des conseillers interrogés). D'après les experts interrogés, ces spécificités régionales peuvent être expliquées par les surfaces souvent faibles mais surtout des partenariats historiques avec les sociétés de services dans les régions où ces services sont développés.

Les impacts du numérique sur le métier de conseiller viticole

Les techniciens ont un rôle d'expert à l'interface entre diverses sources d'information

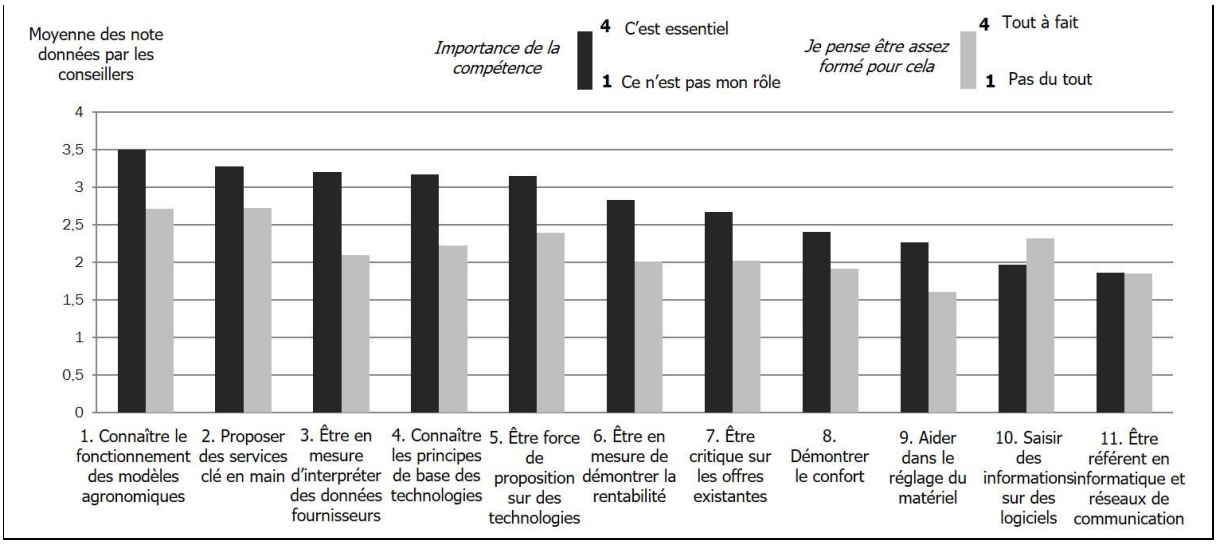


Figure 8 : les techniciens ont estimé l'importance de 11 compétences spécifiques au numérique dans leur métier et leur niveau de formatio

La figure 8 présente les besoins en formation exprimés par les techniciens enquêtés pour 11 compétences jugées nécessaire à la réalisation de leur métier. Les barres noires de la figure 8 représentent l'importance que les techniciens accordent en moyenne à chacune des 11 compétences. Ces dernières sont classées de gauche à droite par ordre

d'importance décroissant. Ainsi, pour les conseillers interrogés, connaître le fonctionnement des modèles agronomiques (par exemple pour les risques maladies) est essentiel pour leur métier (note moyenne de 3,5/4 avec un écart type de 0,7). D'autres compétences leur semblent importantes (notes supérieures à 3/4): être en mesure de proposer des services clés en main (être équipé, réaliser la prestation de l'observation à la préconisation), savoir interpréter des données issues d'un fournisseur (cartes de conductivité, indices de végétation etc.), connaître les principes de base des technologies mises en œuvre par les outils numériques et être force de proposition sur celles que les viticulteurs peuvent adopter.

Ces compétences sont à l'interface entre l'expertise technique et la connaissance du viticulteur et de son environnement agronomique. D'après ces résultats, les techniciens se voient donc comme des experts capables d'accompagner les viticulteurs dans le choix d'une technologie et d'être en mesure d'interpréter des données pour fournir un conseil adapté au contexte du viticulteur.

Les conseillers ont un rôle pour la démocratisation du numérique chez les viticulteurs

Avec des notes variant de 2 à 3/4, d'autres compétences semblent moins essentielles pour les conseillers répondants. Il leur apparaît assez important d'être en mesure de démontrer la rentabilité d'un outil ou d'un service, alors que savoir démontrer le confort apporté par un équipement ne semble pas faire partie de leur rôle. Les focus groupes ont apporté quelques compléments à ces chiffres : en effet, il est apparu que lorsque les viticulteurs sollicitent leurs conseillers, il s'agit le plus souvent de questions économiques sur les outils numériques : coût direct et coûts annexes des équipements et services (abonnements, maintenance), mais surtout de questions sur le retour sur investissement. Outre cette dimension économique, plusieurs conseillers ont de plus souligné qu'ils peuvent être sollicités sur des aspects relevant du confort de travail, par exemple en démontrant un gain de temps ou partageant des expériences sur la diminution du stress ou le confort physique apporté par certaines solutions. En apportant ces arguments sur des outils particuliers, mais aussi sur le numérique de manière générale (smartphones, tablettes, réseaux sociaux par exemple), certains conseillers adoptent une posture d'ambassadeurs du numérique auprès de leurs viticulteurs.

Peut-être en lien avec ces deux derniers aspects, les conseillers pensent également, avec une moyenne de 2,7/4, qu'être critique sur les offres existantes (c'est-à-dire les technologies actuelles et médiatisées) est assez important dans leur métier. Cependant, ce n'est pas leur rôle principal et plusieurs conseillers ont souligné lors des focus groupes qu'ils attendaient que ce type de service soit proposé par leur structure avec la mise en place de services de veilles techniques et commerciales, de réunions d'informations et l'identification d'une personne référente.

Enfin, pour la majorité des conseillers, les trois dernières compétences ne sont pas vraiment requises pour leurs missions principales : avec une moyenne de 2,2/4, aider les viticulteurs dans le réglage de leurs équipements (consoles, logiciels, capteurs…) n'est pas une priorité. A fortiori, saisir les informations de leurs clients sur des logiciels et être référent en informatique et réseaux de communication ne semble pas être des priorités pour leur métier de conseiller en viticulture.

Pour aller plus loin, ces résultats ont été analysés en comparant les notes obtenues par type de structure. Ainsi, des spécificités ont pu être mises en évidence pour les consultants indépendants qui ont attribué davantage de notes extrêmes que les autres structures. Notamment, pour cette catégorie de conseillers, l'interprétation des données issues d'un fournisseur (compétence 3) est jugée plus importante (moyenne de 3,8/4 contre 3,2/4 pour toutes les autres structures confondues). Autre différence notable : savoir démontrer la rentabilité d'une solution dans la situation du viticulteur est également plus important pour les sociétés indépendantes (note moyenne de 3,2/4 contre 2,5/4 pour les techniciens des structures collectives). Notons toutefois que cette analyse reste qualitative, la variabilité des réponses ne permet pas de mettre en évidence de différences statistiques significatives entre ces deux groupes.

Les notes attribuées par les conseillers et les compléments apportés par les focus groupes montrent que le numérique est considéré comme impactant profondément les pratiques des conseillers, tant dans le type d'accompagnement qu'ils peuvent proposer aux viticulteurs que dans la façon de réaliser ces conseils.

Les conseillers ne se sentent pas assez formés

Au cours de l'enquête, les techniciens ont également été interrogés sur leur ressenti en termes de formation sur le numérique pour chacune des compétences mentionnées. Les barres grises de la figure 8 représentent le niveau de compétence que les techniciens estiment maîtriser.

Quelle que soit la compétence considérée, le niveau de formation ressenti n'excède jamais la note de 3 (4 correspondant au niveau de formation maximale). Pour 9 compétences (sur les 11) de la figure 7, la moyenne des notes est en dessous de 2,5 sur 4: pour aucune des compétences proposées, les conseillers ne s'estiment tout à fait assez formés. Pour hiérarchiser et prioriser besoins en formation, un indicateur empirique considérant simultanément l'importance de la compétence pour exercer le métier et le niveau de formation ressenti a été utilisé. Cet indicateur considère l'écart entre l'importance de la compétence et le niveau de formation ressenti pour l'exercer. Bien que critiquable, cet indicateur fait l'hypothèse qu'un niveau de formation ressenti comme faible ne constitue pas un enjeu lorsque la compétence est jugée peu importante (écart faible) alors qu'il est susceptible de présenter un problème lorsque la compétence est jugée indispensable (écart important). Remarquons que cet indicateur est estimé à partir des moyennes des réponses et qu'il peut gommer des disparités importantes.

L'écart le plus important est observé pour la compétence 3. Elle concerne la capacité à interpréter des données produites par un fournisseur de services : c'est important pour les conseillers (moyenne de 3,2/4) mais le niveau de formation ressenti est parmi les plus faibles (moyenne de 2,1/4). Les conseillers ne se sentent pas assez armés pour en déduire un conseil adapté aux besoins du viticulteur à partir des données brutes ou élaborées issues directement d'un fournisseur. L'un des cas d'usage cité par les conseillers a été par exemple la télédétection : comprendre la signification de la donnée mesurée (par exemple un indice de végétation), et évaluer si le service est adapté au besoin du viticulteur (par exemple si

une prestation par avion, drone ou satellite est la plus pertinente), suppose de connaître les principes techniques comme la signification de la valeur mesurée, et les conditions d'acquisition, comme par exemple la date d'acquisition ou la résolution spatiale. La nécessité d'avoir les connaissances permettant d'interpréter correctement les informations des fournisseurs peut être appliquée de la même manière aux systèmes de géolocalisation, ou encore au choix d'une application smartphone pour un besoin précis. Les autres compétences indispensables pour lesquelles il y a un besoin de formation sont les compétences 1 et 4, relatives à la connaissance des principes de base des modèles agronomiques et des technologies. En effet, la connaissance de certains principes théoriques peut apporter des éléments nécessaires pour paramétrer au mieux certains modèles et certains équipements de l'agriculture numérique. Ce sont aussi des éléments permettant de rester critiques lorsque les conditions d'utilisation particulières l'imposent ; par exemple lorsqu'un outil ne peut être utilisé que dans certaines conditions, ou si celui-ci nécessite que le viticulteur connaisse et saisisse des paramètres particuliers.

Les autres besoins en formation concernent la connaissance de l'offre commerciale en agriculture de précision afin d'être force de propositions sur des services et technologies adaptées au contexte de leurs viticulteurs (compétences 5 et 6). Enfin, l'information sur la rentabilité des équipements et services de la viticulture numérique est également une lacune pour les conseillers interrogés.

Les conseillers viticoles ne se sentent pas particulièrement formés sur les questions relatives aux équipements (réglage de matériel, saisie de données, communication entre outils etc.), mais cela ne semble pas pénaliser leurs missions au regard de leur importance dans leurs métiers.

L'accompagnement des conseillers viticoles

L'une des spécificités du numérique est qu'il s'agit d'un domaine en mutation très rapide. Etant donnée la diversité des missions des conseillers, les spécificités régionales et la variabilité des besoins des viticulteurs, se former à la viticulture numérique impliquerait un accompagnement à la fois sur mesure et évolutif. Les contraintes sont donc fortes pour la mise en place d'un tel accompagnement, nécessitant du temps et des ressources.

A partir des questions ouvertes du questionnaire et des témoignages recueillis lors des focus groupes, des leviers permettant de lever ces difficultés ont été identifiés. En particulier, la formation continue, qui peut prendre des formes diverses, est apparue comme le meilleur accompagnement d'après les conseillers. Pour répondre aux besoins en formation identifiés précédemment, l'objectif de la formation continue serait d'intégrer des apports fondamentaux sur les principes de base de certains outils et méthodes de la viticulture numérique, ainsi que des connaissances sur l'offre de service existante. En termes de modalités, les techniciens ont exprimé lors des focus groupes un besoin fort de manipulations sur le terrain et de retours d'expériences. Ces modalités nécessiteraient le recours à des ressources telles que des organismes de formation ou des experts spécialisés indépendants, mais aussi des experts internes aux différentes structures de conseil. Un souhait a été exprimé d'être en mesure d'accéder à des sites de démonstration afin de manipuler les outils sur le terrain. La mise en place de lieux et de moments d'échanges est également une attente forte : le partage d'expérience entre conseillers, mais aussi avec les viticulteurs, est vite apparu comme l'un des meilleurs moyens d'acquérir de la connaissance et du recul sur la pertinence d'un outil. Les attentes des conseillers interrogés sur ces dernières modalités d'accompagnement concernent en particulier :

- La production du conseil en tant que tel, comme par exemple pour échanger sur la pertinence agronomique des données fournies par les outils numériques, la facilité d'usage de ces outils ou encore le professionnalisme des conseils obtenus tant sur le fond (qualité des données) que sur la forme (support numérique, ergonomie).
- L'appropriation d'éléments pour répondre aux sollicitations des viticulteurs, tels que des éléments techniques et retours d'expériences pour aider à l'interprétation de données.
- La résolution de problèmes rencontrés par les viticulteurs, par exemple sur les échanges de données ou encore des problèmes de paramétrages d'outils.
- L'appropriation de caractéristiques techniques pour être force de proposition sur l'utilisation des outils et services, comme sur le confort de travail, l'ergonomie et même parfois sur le retour sur investissement. Sur ce dernier point, beaucoup de conseillers estiment toutefois que l'on manque de recul sur les questions économiques.

Il est intéressant de noter que, via les questions ouvertes du questionnaire en ligne ainsi que lors des focus groupes, les conseillers se sont montrés ouverts et enthousiastes vis-à-vis de la mise en place de partenariats entre leurs structures, les entreprises et la recherche. Ils se sont ainsi vus comme des acteurs du développement des outils de la viticulture numérique, qui peut être vue comme une opportunité leur permettant d'en être les experts et les ambassadeurs. Enfin, la maîtrise d'outils et de certains concepts théoriques de l'agriculture numérique est, pour les conseillers rencontrés, un moyen d'augmenter leur champ de compétences et d'améliorer leur image vis-à-vis des viticulteurs, ainsi que du grand public.

Conclusion

Il convient tout d'abord de rappeler que cette étude présente la vision d'un échantillon de conseillers viticoles. Un élargissement de l'échantillon ou la comparaison à d'autres vignobles serait une poursuite intéressante de cette étude.

Cette étude a montré qu'en viticulture les conseillers avaient globalement une vision assez positive et réaliste du numérique : selon eux, le numérique est incontournable et aura un rôle important dans l'avenir de la filière, même s'ils constatent un certain retard. Les outils numériques sont déjà une réalité dans leur quotidien, comme en témoigne leur fort taux d'équipement en ordinateurs portables et smartphones. Comme le montre l'importance qu'ils attribuent à des missions spécifiques au numérique, les conseillers sont conscients des modifications que les outils numériques vont entraîner sur leurs missions et leur rôle auprès des viticulteurs dans un avenir proche. Si ces changements peuvent être anxiogènes pour certains conseillers, la majorité d'entre eux y voit au contraire une opportunité de retrouver une place capitale dans l'accompagnement des viticulteurs. Cette étude montre en effet qu'ils pensent avoir un rôle central pour

rassurer les viticulteurs et les aider à prendre du recul dans leurs usages des outils numériques.
Cette étude met néanmoins en lumière le fait que les conseillers ne s'estiment pas assez formés sur certaines compétences spécifiques au numérique. Ils sont donc peu enclins à exercer leurs missions d'accompagnement autour du numérique. Sur ce sujet, les conseillers semblent en attente de moments d'échanges et de démonstrations pour mieux s'approprier ces outils et mieux en connaître les « conditions d'utilisation ». La formation des conseillers, et plus largement la formation de formateurs, est ainsi un enjeu majeur et l'un des leviers principaux pour le développement du numérique dans la filière viticole.

Enfin, dans un contexte de transition numérique et de changement des pratiques des viticulteurs, un accompagnement technique sur les équipements et matériels de plus en plus sophistiqués va devenir incontournable. Il est intéressant de noter que les techniciens ayant participé à cette étude estiment qu'un accompagnement sur les équipements ne fait pas partie de leurs missions principales. Cela pose donc clairement la question de l'identification de ressources pour accompagner les viticulteurs par exemple sur le réglage, l'utilisation ou la compatibilité des matériels agricoles. Les concessionnaires qui sont les interlocuteurs locaux sur les questions de machinisme et de mécanique vont avoir un rôle important à jouer dans cette évolution.

Remerciements

Ce travail a été effectué dans le cadre de l'observatoire des usages de l'agriculture numérique qui bénéficie du soutien de la chaire d'entreprises AgroTIC (http://www.agrotic.org/) et de l'ANR dans le cadre de l'institut convergence #DigitAg sur l'agriculture numérique (http://www.hdigitag.fr/).

Références bibliographiques

Aubert, B. A., Schroeder, A., &Grimaudo, J. (2012). IT as enabler of sustainable farming: An empirical analysis of farmers' adoption decision of precision agriculture technology. *Decision support systems*, *54*(1), 510-520.

Clasen, M. (2016). Farming 4.0 undandereanwendungen des internet der dinge. In Ruckelshausen, A. et al. (Eds.), Proceedings of GIL annual meeting 2016. *Informatik in der Land-, Forst- und Erna¨hrungswirtschaft. Fokus: IntelligenteSysteme-Stand der Technik und neueMo¨glichkei-ten* (pp. 15-18). Bonn: Koellen.

Dimos, N., Schaefer, R., Leonard, E., & Koch, J. (2017). Translational learnings from Australia: How SPAA plays a role in increasing the adoption of precision agriculture. *Advances in Animal Biosciences*, *8*(2), 694-697.

Erickson, B., &Widmar, D. A. (2015). Precision agricultural services dealership survey results. *Purdue University. West Lafayette, Indiana, USA*. http://agribusiness.purdue.edu/files/resources/2015-crop-life-purdue-precision-dealer-survey.pdf.

Far, S. T., &Rezaei-Moghaddam, K. (2017). Determinants of Iranian agricultural consultants' intentions toward precision agriculture: Integrating innovativeness to the technology acceptance model. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, *16*(3), 280-286.

Giannelloni J.-L., Vernette E. (2015), Etudes de marché, Vuibert.

Hostiou, N., Allain, C., Chauvat, S., Turlot, A., Pineau, C., & Fagon, J. (2014). L'élevage de précision : quelles conséquences pour le travail des éleveurs. *INRA Prod. Anim*, *27*(2), 113-122.

Keskin, M., &Sekerli, Y. E. (2016). Awareness and adoption of precision agriculture in the Cukurova region of Turkey. *Agron. Res*, *14*, 1307-1320.

Kutter, T., Tiemann, S., Siebert, R., &Fountas, S. (2011). The role of communication and co-operation in the adoption of precision farming. *Precision Agriculture*, *12*(1), 2-17.

Lachia (2017), Usages de la télédétection en agriculture, http://agrotic.org/observatoire/2017/02/07/tableau-de-bord-des-usages-de-la-teledetection/, dernière mise à jour le 07/07/2017.

Lachia (2017), Usages du smartphone comme système de mesure, https://agrotic.org/observatoire/2017/04/27/a-venir-les-usages-du-smartphone-comme-systeme-de-mesure-en-agriculture/, dernière mise à jour le 27/04/2017.

Lachia (2017), Usages de la résistivité et de la conductivité électrique pour caractériser les sols agricoles, http://agrotic.org/observatoire/2017/12/06/usages-de-la-cartographie-pour-caracteriser-les-sols-agricoles/, dernière mise à jour le 06/12/2017.

Larson, J. A., Roberts, R. K., English, B. C., Larkin, S. L., Marra, M. C., Martin, S. W.& Reeves, J. M. (2008). Factors affecting farmer adoption of remotely sensed imagery for precision management in cotton production. *Precision Agriculture*, *9*(4), 195-208.

Mittal, S., &Mehar, M. (2016). Socio-economic factors affecting adoption of modern information and communication technology by farmers in India: Analysis using multivariate probit model. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, *22*(2), 199-212.

Paustian, M., &Theuvsen, L. (2017). Adoption of precision agriculture technologies by German crop farmers. *Precision Agriculture*, *18*(5), 701-716.

Reichardt, M., Jürgens, C., Klöble, U., Hüter, J., & Moser, K. (2009). Dissemination of precision farming in Germany: acceptance, adoption, obstacles, knowledge transfer and training activities. *Precision Agriculture*, *10*(6), 525.

Tisseyre, B., Ojeda, H., & Taylor, J. (2007). New technologies and methodologies for site-specific viticulture. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 41(2), 63-76.

Watcharaanantapong, P., Roberts, R. K., Lambert, D. M., Larson, J. A., Velandia, M., English, B. C. & Wang, C. (2014). Timing of precision agriculture technology adoption in US cotton production. *Precision agriculture*, *15*(4), 427-446.