

Réduction des charges de mécanisation

Comment raisonner un investissement optimum en
agroéquipements ?

Dossier pour



NUFFIELD
FRANCE

Developing people through agriculture
Developing agriculture through people

De Julien Hérault, Conseils Agroéquipements

Boursier Nuffield 2018

Décembre 2019

Les partenaires 2019 : Confédération Nationale de l'Elevage, Assemblée
Permanente des Chambres d'Agriculture, Crédit Agricole, Actura,
Axema.

2019 Nuffield France.

Tous droits réservés.

Cette publication a été préparée de bonne foi sur la base des informations disponibles à la date de publication sans vérification indépendante. Nuffield France ne garantit ni l'exactitude, ni la fiabilité, ni l'exhaustivité des informations contenues dans la présente publication, ni leur utilité pour quelque fin que ce soit.

Les lecteurs sont responsables de l'évaluation de la pertinence et de l'exactitude du contenu de cette publication. Nuffield France ne sera pas responsable des pertes, dommages, coûts ou dépenses encourus du fait de l'utilisation des informations contenues dans cette publication.

Les produits et services peuvent être identifiés par des noms de marque ou des noms commerciaux pour aider les lecteurs à identifier des types de produits ou services particuliers, mais il ne s'agit ni d'une intention ni d'une approbation du produit, du fabricant ou du service auquel il est fait référence. D'autres produits et services peuvent fonctionner aussi bien ou mieux que ceux spécifiquement mentionnés.

Cette publication est à reproduction limitée. Cependant, Nuffield France encourage une large diffusion de ses recherches, à condition que l'organisation et son auteur soit clairement reconnus. Pour toute question concernant la reproduction ou l'accusé de réception, contactez l'auteur via les coordonnées qui suivent.

Contact Boursier Nuffield

Julien Hérault
Conseils Agroéquipements
20 La Loge Ligeron, 79700 Mauléon, France

Phone: +336 61 70 93 34

@agroequipement

Email: heraultjulien-formation@yahoo.fr

En soumettant ce rapport, le boursier a accepté que Nuffield France publie ce document sous sa forme révisée.

Contact NUFFIELD France :

Nuffield France
APCA, 9 Avenue Georges V, 75008 PARIS

Phone: +336 87 61 22 05

@Nuffieldfrance

Email: association@nuffieldfrance.fr

Executive Summary

Résumé

Dès mes premières expériences dans le machinisme agricole, j'ai été acteur de la confusion entre réduction des charges de mécanisation et rentabilité. Jusqu'au titre de ce dossier, je n'avais pas réellement pris conscience de la disjonction entre niveau d'équipement et profitabilité. La prise de conscience a eu lieu dans les contextes les plus favorables à la plus-value : productions industrielles de l'Europe sup-ligérienne et cultures spécialisées portes-graines ou maraîchères. Dans ces situations, les charges de mécanisation dépassent parfois les 1500 €/ha, et c'est bon signe ! L'investissement en machine doit être saturé, quelle que soit sa taille ou puissance. Il faut donc chercher à résoudre une équation qui relie les facteurs suivants : travail, pédoclimat et économie. Même s'il existe des barèmes ou tendances qui permettent de faire corrélérer chevaux et hectare ou largeur et surface, la chimère de l'investissement optimum ne doit pas s'en contenter.

La connaissance statistique des jours agronomiquement disponibles n'est pas toujours plus importante que l'expérience d'un agriculteur. C'est l'absence d'estimation de la balance risque (baisse de rendement)-incertitude (météorologique) qui ne permet pas aux investisseurs de dimensionner leurs machines de manière optimale.

Il faut alors viser un investissement le plus rationnel possible concernant les critères techniques dont la puissance de l'automoteur (ou la largeur d'un outil) est le plus impactant. La submersion du critère de puissance a d'ailleurs souvent fait oublier aux agriculteurs et entrepreneurs agricoles que la force de traction est surtout dépendante d'un poids que l'on cherche élevé alors que la sobriété d'un automoteur est obtenue par l'allègement de l'ensemble attelé. La course à la puissance des exploitations n'a pas toujours été proportionnelle à l'augmentation du débit de chantier. On retrouve alors des rentabilités de productions impactées par un coût de mécanisation élevé. Le capital immobilisé n'est parfois plus disponible pour favoriser les charges opérationnelles ou le développement de productions à fortes plus-values. Pour contrer ce suréquipement souvent néfaste il faudra redéfinir ses périodes optimales de travaux ainsi que les jours agronomiquement disponibles. Le choix du mode de mécanisation dépend davantage de la main d'œuvre disponible et surtout de son organisation.

La posture du conseiller pour optimiser les investissements n'est pas dans l'empilement d'arguments rationnels ou logiques. Selon Chris Anderson (Head of TED Conference) « la plupart des gens peuvent être convaincus par la logique, mais cela ne les motive pas toujours. S'ils ne sont pas motivés, ils oublieront rapidement les arguments et passeront à autre chose ». Le discours raisonnable d'un conseiller en machinisme, fut-il indépendant, doit être renforcé par d'autres leviers qui rendent les prescriptions valides mais surtout significatives pour le client. L'émotion et la passion demeurent des facteurs clés pour agir et faire agir. Les complotistes l'ont compris, les réalisateurs du jeu Farming Simulator aussi. S'ils y sont addictes demandez donc à vos enfants (ou stagiaires) quel est le but du jeu : vous serez surpris par leurs réponses.

Table des matières

Executive Summary	3
Résumé	4
Avant-propos.....	6
Remerciements.....	7
Sigles et abréviations	8
Objectifs	9
Introduction	10
1- Impacts des charges de mécanisation sur les rentabilités des exploitations agricoles. 15	
Des grandes disparités de rentabilité selon les productions.	15
Les théories économiques dans les stratégies d'investissements.	17
Adapter la stratégie d'investissement à son contexte.	20
2- Définir une méthodologie pour dimensionner un investissement de matériel agricole.....	22
La disparition des jours agronomiquement disponibles.	22
Le rendement énergétique comme obstacle à l'optimisation.	23
Méthodologies de dimensionnement énergétique et agronomique.	25
3- Mesurer les impacts fiscaux, économiques et organisationnels.....	34
Que se cache-t-il derrière les charges de mécanisation ?	34
L'optimisation des charges sociales et fiscales.	37
Impacts sur l'organisation du travail et optimisation de la main d'œuvre.	39
Bilan et perspectives.....	42
Références.....	43
Table des illustrations	44
Plain English Compendium Summary	45

Avant-propos

« *Good judgment comes from experience. Experience comes from bad judgment* », Dr Kerr L White (1917-2014). Cet aphorisme pourrait tout à fait bien se vérifier dans le secteur des conseils et consultings. Je m'y retrouve régulièrement adaptant la pertinence de mes conseils et formations aux nouvelles compétences acquises ou succès essayés. Son auteur physicien en a trouvé les limites économiques en médecine par de mauvais compromis risques-bénéfices. C'est une similitude qui se rapproche cette fois-ci des activités de productions agricoles. La limite rythmique des saisons ainsi que l'intolérance du vivant face à des essais incongrus peuvent mettre les exploitations agricoles dans des situations économiques difficiles. La maxime paradoxale du Docteur White pourrait illustrer les stratégies appliquées dans les entreprises agricoles (exploitations, ETA, Cuma) françaises pour le dimensionnement des machines et outils.

Derrière ce rapport c'est l'histoire de mon travail régulier qui est concerné. Face à des méthodes marginales d'investissements de machines, je peux retrouver des exploitants ou entrepreneurs sans rentabilité où les charges de mécanisation dépassent parfois dangereusement les charges opérationnelles. Gérant de Conseils Agroéquipements, je suis spécialisé dans la formation et le conseil en machinisme agricole. Mon activité repose sur trois axes principaux :

- La formation technique en agroéquipements et économique concernant les charges de mécanisation.
- Le conseil par l'accompagnement à l'investissement et l'optimisation des performances des machines.
- L'expertise par diagnostics des performances des matériels sur le terrain en respectant des protocoles de tests normalisés.

Mes prestations sont proposées aux agriculteurs, entrepreneurs de travaux agricoles, distributeurs, constructeurs, centres de formations et autres organismes agricoles. Conseils Agroéquipements est membre du Pôle du Conseil Indépendant en Agriculture (PCIA). Le partage d'expériences est complété par un engagement dans une charte déontologique pour le respect de l'indépendance du métier de conseiller. Mes axes de travail sont dirigés vers la maîtrise des charges de mécanisation, l'amélioration de la qualité de travail et l'augmentation des performances des chantiers. Double-actif, je suis exploitant depuis 2008 sur une ferme céréalière d'une cinquantaine d'hectares en Deux-Sèvres. Les cultures sont produites en agriculture conventionnelle et des prairies permanentes sont valorisées en agriculture biologique. Même si l'abandon du labour n'est effectif que depuis mon installation, certaines parcelles ne sont plus travaillées mécaniquement depuis plus de 30 ans. La couverture du sol est systématique en intercultures et le semis direct est pratiqué de manière opportuniste sur une majorité de la surface. Ce choix de mécanisation simplifiée est d'abord personnel pour compenser un temps de travail partiel sur l'exploitation. Même si l'économie de charge s'est révélée efficace, la rentabilité de mon exploitation n'a pas été améliorée pour autant. Le questionnement de retour sur investissement s'est alors vite présenté pour moi, et a fait largement écho dans mes investigations pour ma clientèle en consulting. Esseulé pour mes propres décisions, je suis donc parti traquer des méthodes ou moyens pour dimensionner ou définir les parcs de machines des clients qui me sollicitent.

Remerciements

Le monde agricole paraît soudainement si petit et les enjeux mondiaux si grands. Je veux remercier l'association Nuffield France et ses administrateurs de m'avoir permis de sortir de ma zone de confort linguistique et culturelle. L'ouverture et les rencontres sont également permises par le dynamisme des réseaux Nuffield dans le monde. J'ai une énorme gratitude envers tous ces producteurs et acteurs du monde agricole, boursiers Nuffield ou non qui m'ont accueilli sans préalable ni jugement.

Je souhaite également relever le rôle important des partenaires de l'association Nuffield France : la Confédération Nationale de l'Élevage, l'Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture, le Crédit Agricole, Actura et l'Axema. Leur engagement est important et permet le développement de sujets spécifiques, parfois oubliés dans les échanges d'un niveau national. Mener des investigations à travers le monde, en toute indépendance est une immense faveur et une aubaine importante surtout en tant que conseiller.

Le temps consacré à mes investigations, cumulé à mes deux activités n'a été possible que par la force et la patience de mon épouse Amandine. Même si j'ai longtemps eu l'impression de lui faire subir l'aventure Nuffield, je la remercie de valoriser mon travail chaque jour et c'est une fierté qu'elle soit devenue mon associée depuis 2019.

Merci à ma petite Louison, de m'avoir fait réaliser qu'il existe des filles (presque) aussi jolies que leur maman.

Merci à ma mère de s'inquiéter toujours autant pour son 'petit' dernier. Merci à mon père d'avoir tenu le rôle de station météo connectée durant mes déplacements (sans jamais revendiquer une quelconque propriété de data).

Merci à Alexandre et Quentin de paraître toujours aussi surpris après l'audition d'un énième récit d'un même voyage.

Merci à mes mentors en agroéquipements de m'avoir transmis leur motivation avec passion. Ils ne se reconnaîtront pas, par humilité ou parce que je n'ai pas osé mettre ce rapport dans leurs mains, par pudeur.

Merci à ma trompe de chasse d'avoir supporté en silence un break de plus d'une année.

Sigles et abréviations

APCA : Assemblée permanente des chambres d'agriculture

Cuma : Coopérative d'utilisation de matériels agricoles

EDT : Entrepreneurs de territoires

ETA : Entreprise de travaux agricoles

FNCuma : Fédération Nationale des Coopératives d'utilisation de matériels agricoles

FREDT : Fédération régionale des entrepreneurs de territoires

GPS : Global Positionning System

IMU : Inertial Mesurment Unit

Inra : Institut national de la recherche agronomique

Insee : Institut national de la statistique et des études économiques

Ipampa : Indice de prix d'achat moyen des productions agricoles

ITB : Institut technique de la betterave

JAD : Jours Agronomiquement Disponibles

MFD : Mechanical Four (Wheel) Drive. Terme qui désigne les tracteurs quatre roues motrices de tailles différentes (en opposition aux tracteurs à quatre roues égales).

OAD : Outil d'aide à la décision

PCIA : Pôle du conseil indépendant en agriculture

SAU : Surface agricole utile

TCO : Total Cost of Ownership

Objectifs

Par ces deux années d'investigations, ma thématique s'est tournée vers l'optimisation des charges de mécanisation. L'intérêt du sujet traité ici est de pouvoir réduire des postes de charges de mécanisations chez mes clients par un investissement véritablement raisonnable et pas uniquement raisonné. Face à une clientèle qui me sollicite pour réduire les charges de leur structure sans pénaliser les productions, je souhaite améliorer mon offre de prestation par une méthode de conseil adaptée et innovante. Ma volonté est de m'orienter vers un outil d'aide à la décision qui devra probablement inclure l'estimation des jours agronomiquement disponibles pour chaque chantier et/ou chaque secteur géographique. La thématique peut se résumer par ce questionnement :

Réduction des charges de mécanisation : comment raisonner un investissement optimum en agroéquipements ?

J'ambitionne de proposer aux agriculteurs un outil pour estimer le niveau de capital optimum à investir. Mon objectif est d'aider mes clients à réduire leurs charges en visant le(s) meilleur(s) mode(s) de mécanisation sans pénaliser l'organisation des chantiers tout en favorisant les profits. L'atteinte de cette chimère sera envisageable en définissant plus précisément ce qui est entendu par *optimisation* des charges de mécanisation :

- 1- Comprendre l'impact du coût de revient des agroéquipements sur la rentabilité des productions et services.
- 2- Définir une méthodologie pour dimensionner les performances techniques d'un matériel agricole investi sur l'entreprise.
- 3- Mesurer les conséquences d'un changement à l'échelle de l'entreprise d'un point de vue fiscal, organisationnel et économique.

Une vigilance sera portée sur l'utilisation de l'expression *réduction des charges* qui sans considération de rentabilité de production est une approche erronée. Pas vraiment en tant qu'objectif, il s'agit bien d'un moyen parmi d'autres. Pour certains cas illustrés dans ce dossier, l'intensification de la mécanisation fut une réponse à l'accroissement de la rentabilité des productions ou des services. Répondre à l'enjeu d'optimisation des agroéquipements démarre souvent par un contexte d'évolution dans les entreprises agricoles (productions ou services). Leur accompagnement réalisé par Conseils Agroéquipements est provoqué par plusieurs contextes : installation ou agrandissement, réorganisation du travail et projets de renouvellements de machines. Mon travail de conseiller dans ces cas est aujourd'hui empirique et sans véritable formalisation. Une enquête sur l'accompagnement des agriculteurs menée par l'association Agro-Transfert RT en 2019 résume parfaitement les capacités à explorer pour améliorer la pertinence des conseils stratégiques en agroéquipements : Comment anticiper la variabilité d'un marché et du climat dans un projet d'investissement en agroéquipement ? Comment évaluer les impacts d'un changement de mécanisation sans référence nationale ?

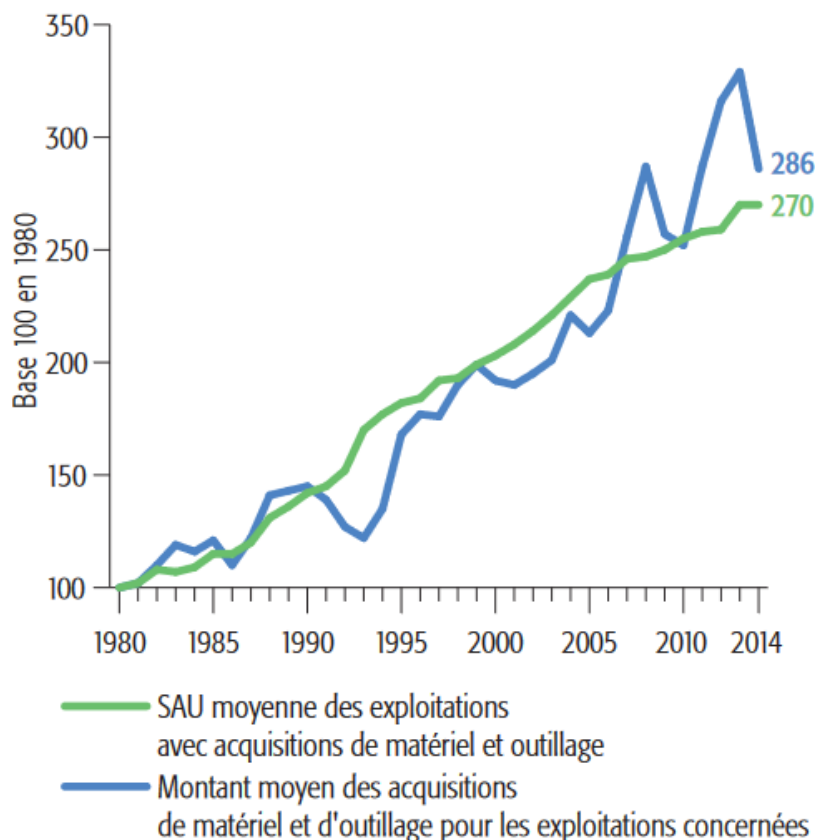
Introduction

En agriculture en France, la motivation première d'investissement est parfois la défiscalisation. Certains organismes de gestion estiment même que 60 % des machines sont achetées pour des raisons fiscales (Machinisme & Réseaux, Rémy Serai, Février 2016). Nous sommes pourtant nombreux à savoir que la première étape d'un achat de matériel est de déterminer son volume travaillé en fonction du temps disponible. Philippe Van Kempen de l'APCA va également en ce sens : « Tout acte d'achat doit répondre en premier lieu à un besoin technique et organisationnel ». Pourtant, le terrain illustre des grandes disparités dans les logiques d'investissements nous amenant fréquemment à parler de sur-mécanisation. Même s'il existe des outils pour estimer des coûts prévisionnels, il n'existe pas de véritables OAD pour la définition d'un niveau de performance (capital matériel et humain) à acquérir. De plus, l'estimation des coûts de revient lors d'un achat en propriété pose d'autres difficultés. En effet, alors même que les charges de mécanisation sont estimées (entre autre) au travers des amortissements comptables, la dépréciation réelle du matériel n'est jamais prise en compte. On se retrouve donc à comparer des coûts de prestations ou de locations de machines avec des charges fixes issues de la valeur nette comptable alors que les équipements conservent une valeur vénale non négligeable. La prise de conscience du niveau de charges de mécanisation est croissante, mais les raisonnements d'investissements ont peu évolué. Malgré la multiplicité des modes de mécanisation (location, co-farming, ETA, Cuma, Crédit-baux...) les stratégies évoluent peu et les charges des exploitations s'accroissent. Cette étude doit permettre de dégager des méthodes pour investir en limitant les coûts sans pénaliser les débits de chantier et les périodes optimales d'interventions. Le projet consiste en une recherche des méthodes employées dans la stratégie d'investissement des exploitants agricoles (ou des organismes de conseils) à l'international. En France, les méthodes de conseils n'évoluent pas ; au détriment des charges des exploitants.

Le questionnement des références a été abordé lors des investigations pour aller au-delà des simples constats de sur-mécanisation française et d'hétérogénéité des performances économique. Il est actuellement difficile de faire corrélérer un contexte d'entreprise à des données nationales adaptées. Les données de chiffrage d'un investissement ou de mécanisation partagée sont accessibles mais les conseils en stratégie de mécanisation ne sont pas comparables d'une structure à une autre. La FREDT des Pays de la Loire estiment par exemple des disparités dans les charges de mécanisation de plus de 250 €/ha pour des exploitations bovines laitières du grand Ouest. Une étude conduite par l'APCA de 2011 à 2013 menée par Philippe Van Kempen nous alerte pourtant sur un niveau de charge de mécanisation moyen de 527€/ha lorsque les charges opérationnelles représentent moins de 500 €/ha. Jean-Marie Lett, responsable du service conseil dans un centre de gestion de la Marne, témoignait en 2015, qu'en Champagne-Crayeuse, le coût de mécanisation représente 440 €/ha en moyenne. Un quart des exploitations se situent entre 509 et 691 €/ha, tandis qu'un autre quart présente des coûts compris entre 189 et 354 €/ha, et ce avec des rendements quasiment identiques. Une autre illustration des vigilances à porter sur les investissements en agroéquipement porte sur la fluctuation des achats en fonction de la croissance de la SAU. Même si le graphique de la figure 1 montre une adéquation entre valeur

d'acquisition et accroissement de la surface cultivée par actif, l'indice d'achat en matériel dépasse dangereusement celui de la SAU moyenne à partir des années 2010.

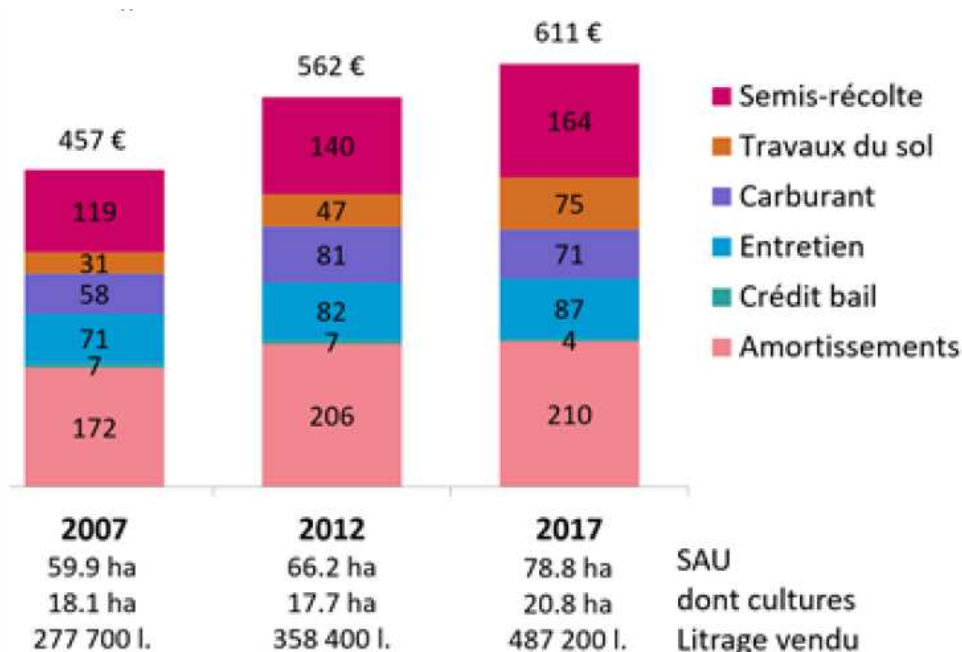
FIGURE 1 : COMPARAISON DE L'EVOLUTION DES ACQUISITIONS EN MATERIEL A L'EVOLUTION DE LA SAU



En suivant les références des indices Ipampa de l'Insee, entre 2008 et 2018 on peut s'inquiéter également de hausses de plus de 20 % pour l'achat d'un tracteur. L'inflation la plus faible concerne les matériels de récolte avec tout de même une croissance de 14.9 % sur la même période. Même si ces coûts d'achats doivent être éclairés par l'augmentation des débits de chantier et des technologies embarquées, les charges de mécanisation à l'hectare ne cessent de croître sans proportionnalité systématique avec le niveau de rentabilité. La figure 2 concerne l'étude d'exploitations laitières suivies par le Cerfrance en région Bretagne. Une première conclusion peut être tirée en considérant une hausse de 25 % des charges de mécanisation par hectare. Ce constat alarmant doit être corrélé avec la hausse de production laitière. Dans ce cas sur dix ans, on passe de charges de mécanisation pour 1000 L produits de 98 € à 105 € soit une hausse relative de 7 %. Il est toujours hasardeux d'aborder le coût des agroéquipements sans évoquer la productivité et la rentabilité. Les exploitations ici étudiées sont passées d'une production de 4636 L/ha à 6182 L/ha en l'espace de dix ans, soit une croissance de 25 % de productivité. On peut malgré tout s'interroger sur la rentabilité des fermes à l'avenir. Même avec une tendance régionale à la simplification des façons culturales, nous observons que le poste travail du sol a été multiplié par 2,4 entre 2007 et 2017. Le coût

du matériel n'est pas une cause à isoler. Nous aborderons plus loin les lourdes incidences des inadéquations tracteur-outils sur le rendement énergétique.

FIGURE 2 : CHARGES DE MECANISATION PAR POSTE ET A L'HECTARE



Le premier graphique de la figure 3 illustre une approche possible par les données de l'Observatoire international livrées par Arvalis. Le coût du travail, incluant la main d'œuvre, est de 50 €/t de blé produite en France. Cette charge globale de mécanisation n'est pas la plus élevée parmi les pays cités, puisque le haut potentiel de rendement permet de diluer les charges de l'exploitation. Cependant, lorsque l'on estime une valeur du parc d'agroéquipement du céréalier français, il est systématiquement jugé comme le dernier de la classe. En effet, l'écart est de plus de 2000 €/ha dans le cas des producteurs les plus équipés. Encore une fois, avant de généraliser sur des valeurs exprimées par unité de surface, il faut mesurer en parallèle la plus-value de la culture et le chiffre d'affaire également lié au rendement. La figure 4 permet de connaître la proportion des charges de mécanisation sur les charges totales d'une exploitation céréalière. On retrouve en France le ratio d'un tiers puisque pour 50€/t de coût du travail (mécanisation comprise), l'addition avec les charges opérationnelles et de structure s'éloignent difficilement des 150€/t de blé. Les conditions climatiques ainsi que les modes de fermage vont impacter également l'optimisation du matériel. L'Argentine limite le capital investi par une délégation totale des travaux sur des exploitations dont les fermages peuvent être signés sur une seule année. A contrario, les pays de l'Europe de l'Est bénéficient d'économies d'échelle ou l'investissement est dilué par les potentiels de rendement et où le coût de la main d'œuvre est limité.

FIGURE 3 : COUT DE MECANISATION ET DE MAIN D'ŒUVRE ET CAPITAL INVESTI DE PAYS CEREALIERES

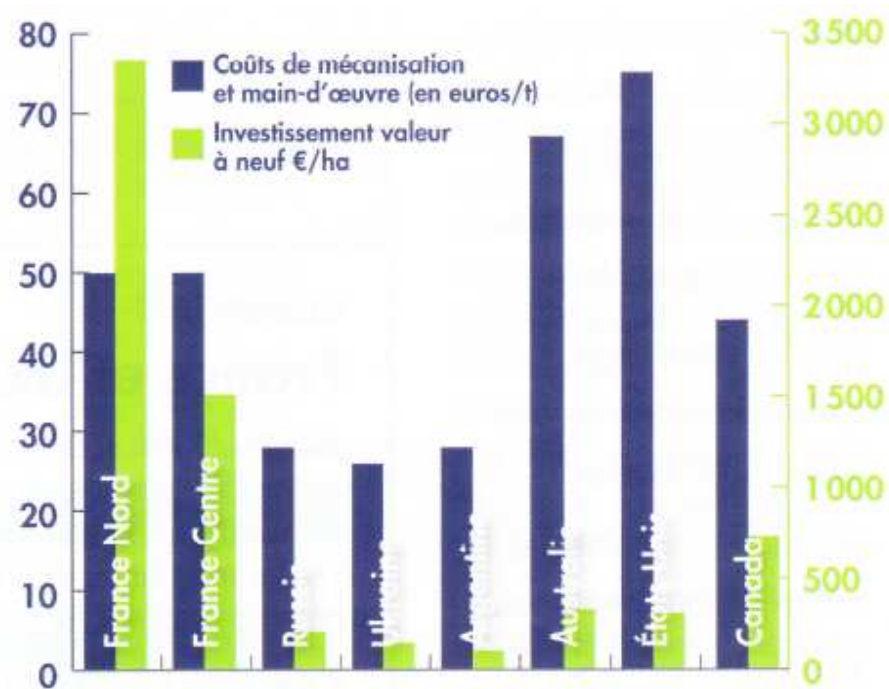
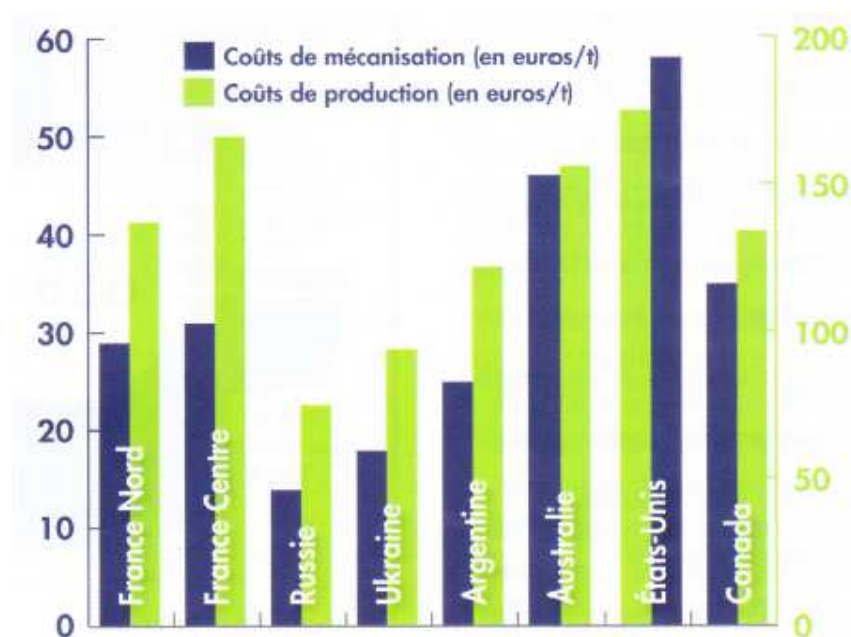


FIGURE 4 : COUT DE MECANISATION ET DE PRODUCTION PAR TONNE DE BLE



Comme illustré jusqu'ici, annoncer des tendances et stratégies prédéfinies en mécanisation n'est pas chose aisée. Cette approche nécessite une connaissance fine des contextes pédoclimatiques et économiques de chaque exploitation. Au sein d'une même région, les variabilités sont importantes entre deux exploitations qui produisent des denrées identiques. Le challenge de structuration du consulting machinisme est d'autant plus corsé lorsque l'on connaît la diversité de nos agricultures dans l'hexagone.

Aujourd'hui en France, il n'y a pas véritablement de méthodologie formalisée pour le diagnostic de mécanisation d'une exploitation. La diversité des entreprises implique une adaptation à des contextes très variés, même avec des productions agricoles ou des services similaires. Chaque conseiller priorise donc les étapes de sa démarche en fonction de son expérience et de ses propres références. Il existe déjà des outils informatiques pour le diagnostic de l'organisation de main d'œuvre et des agroéquipements. Ces logiciels et applications sont le plus souvent obsolètes, lourds à mettre en place ou utilisent en références des moyennes nationales pas adaptées aux spécificités de chaque exploitation agricole. L'institut Arvalis utilise depuis plusieurs années le logiciel J-Dispo développé en interne et non libre de diffusion. Basé principalement sur un modèle hydrique des sols, il peut également alimenter en données l'application Simeq. Ces applications demeurent une base pour dimensionner un matériel en référence à des contraintes agronomiques. Les règles de décision ne sont pas communiquées clairement et restent donc opaques ou couteuses pour une diffusion élargie auprès de conseillers en agroéquipements. De nombreux outils obsolètes, alambiqués ou non accessibles comme Equip'Agro (APCA), Othello (INRA), Perf'Bett (ITB), Mecagest (FNCUMA), existent mais ne peuvent répondre de manière adaptée aux spécificités de chaque entreprise agricole. Du simple tableur au logiciel développé en interne, ces outils diffusés uniquement au sein des structures, restent inconfortables et donc peu ou pas utilisés. Comme le confirme Morgane Topart, d'Agro-Transfert RT, les consultants en stratégie d'investissement en machinisme recherchent des outils adaptables, modulables et rapides d'utilisation. C'est pourquoi ces professionnels privilégient d'abord l'outil « bloc-note-crayon » pour prendre en compte la sensibilité des agriculteurs et les spécificités de leurs demandes.

1- Impacts des charges de mécanisation sur les rentabilités des exploitations agricoles.

Les constats économiques sont souvent sévères. Entre 2008 et 2018, l'indice Insee du prix d'achat d'un tracteur a subi une hausse de 22,8%. Selon l'Agreste, le matériel roulant englobe près de 45% de l'actif immobilisé en grandes cultures. C'est très souvent la tendance qu'un tiers des charges d'une exploitation est dédié à la mécanisation. L'idée de posséder son propre matériel a la vie dure. Selon une synthèse du site LinkinFarm sur des données d'agriculteurs de l'Oise en 2017, c'est en moyenne 43 000 € par exploitation qui sont investis chaque année dans les matériels roulants.

Des grandes disparités de rentabilité selon les productions.

Les productions dépendent directement ou indirectement du contexte pédoclimatique qui définit le marché local (amont-aval). Habitué aux prestations de services facturées à l'opération en ETA j'ai découvert une délégation de travaux bien plus intégrée au Royaume-Uni. L'écossais Peter Grewar, m'a d'abord donné sa vision de la mécanisation sur des productions céréalières intensives et cultures de pommes de terre. Sa société Grewar Farming travaille sur 3500 ha en prestation de A à Z (stubble to stubble) selon deux formes de contractualisations. Lorsque la facturation est réalisée pour chaque travaux, le prestataire peut espérer générer 580€/ha de chiffre d'affaire en céréales. Selon Peter, n'ayant pas de prise de décision sur le choix des intrants et le management de l'assolement, il est difficile de provoquer un bénéfice important pour lui et son client. Il favorise aujourd'hui une clientèle où la ferme est également gérée par Grewar Farming. Dans ce cas, trois réunions annuelles sont planifiées avec le client agriculteur ou propriétaire. Les décisions stratégiques d'assolement ou d'itinéraires culturaux sont validées à ces moments. Ce profil correspond à plus de 80% de sa clientèle avec qui les recettes des productions sont partagées. Peter admet appliquer plus d'une dizaine de tarifs différents qui correspondent approximativement au ratio de partage du revenu de l'exploitation (de 70%-30% à 50%-50%). Ce partenariat génère des rentabilités plus importantes que les prestations de travaux ponctuels pour l'agriculteur et le prestataire. Par cette approche, on ressent une fois de plus que la rentabilité d'une production n'est pas d'abord liée au niveau des charges de mécanisation. Les charges opérationnelles semblent être prédominantes sur le niveau de production. La stratégie du prestataire est donc d'optimiser l'investissement dans le travail pour limiter le niveau de risque de son entreprise.

L'entreprise Sentry gère le travail d'exploitations clientes sur plus de 12000 ha en Angleterre. L'agriculteur conserve les charges d'intrants et d'amélioration foncière mais délègue tous les travaux à cette entreprise de prestation intégrale. Les revenus de récoltes et subventions sont répartis (de 70%-30% à 50%-50%) entre le prestataire et l'agriculteur. Le taux de partage évolue chaque année en fonction des investissements immobiliers réalisés par le propriétaire

de la ferme ou ses choix de productions. C'est finalement ce dernier point qui impacte le plus la rentabilité. La difficulté étant de définir un taux de partage de revenu en fonction de la rotation la plus adaptée agronomiquement et les cultures aux plus grands chiffre d'affaire sur le marché. Le dimensionnement des machines est surtout surestimé pour les matériels de travail du sol et semis. Partant du principe que le semis est l'étape la plus impactante pour garantir la production et son chiffre d'affaire.

LBB est un cabinet de conseil agricole privé dont l'activité concerne toute l'Allemagne. Sa particularité est d'imposer à ses clients de partager toutes les données économiques de son exploitation. Chacun peut alors identifier les critères qui les différencient de structures équivalentes et ainsi améliorer les points limitant la rentabilité. Pour Felix Hollman, le premier point à comparer en mécanisation est le capital investi en valeur d'achat neuf et valeur vénale (voir dans la figure 5 ci-après : Anschaffungswert Maschinen et Zeitwert Maschinen) ainsi que le niveau de puissance par unité de surface (voir dans la figure 5 ci-après : Schlepperleistung ; kW/100 ha). La stratégie de LBB est de tirer les enseignements des clients les plus performants économiquement pour transférer les connaissances aux fermes les plus en difficultés.

FIGURE 5 : COMPARAISON D'ENTREPRISE

Betriebsvergleich - 2017/18 Guppierung nach Grundrente/ha		LBB-Ackerbau Arbeitskreis 1 (Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen)			LBB-Ackerbau Arbeitskreis 4 Kooperationbetriebe NDS, NRW, HE		
Gruppe		25 % +	Mittel	25 % -	25 % +	Mittel	25 % -
Erntefläche (Acker)	ha	2.323	1.991	1.856	471	487	415
Löhne, Soz. Abg. Tantiemen	€/ha Anbau	-181	-185	-216	-107	-110	-104
Lohnansatz (nicht entlohnte AK)	€/ha Anbau	-20	-25	-19	-88	-103	-149
Berufsgenossenschaft	€/ha Anbau	-5	-5	-4	-7	-6	-5
Lohnarb. Maschinenmiete Aufw. Extern	€/ha Anbau	-200	-131	-48	-141	-121	-121
Lohnarb. Maschinenmiete Aufw. Intern	€/ha Anbau	-99	-94	-3	-37	-40	-65
Lohnarb. Maschinenmiete Ertrag extern	€/ha Anbau	113	109	32	21	48	68
Lohnarb. Maschinenmiete Ertrag intern	€/ha Anbau	215	125	33	71	45	61
Leasing / Mietmaschinen	€/ha Anbau	-	-8	-27	-	-3	-13
Maschinen-AfA, -zinsansatz	€/ha Anbau	-137	-138	-158	-101	-140	-152
Maschinenunterhaltung, Versicher. Masch.	€/ha Anbau	-72	-80	-81	-53	-66	-86
Treib.- u. Schmierst. / saldiert Agrardiesel	€/ha Anbau	-74	-73	-63	-62	-69	-80
PKW-Kosten	€/ha Anbau	-7	-8	-8	-9	-8	-9
Arbeitserledigungskosten	€/ha Anbau	-468	-512	-563	-514	-574	-654
Kennzahlen der Arbeitserledigung							
Arbeitskräfte	Ak/100 ha	0,57	0,66	0,76	0,56	0,60	0,72
Lohnkosten je AK inkl. Lohnansatz	€/Ak	38.566	36.247	36.968	36.846	36.292	36.267
Bezahlte AKh inkl. Lohnansatz	AKh/ha	9,8	11,3	13,1	9,6	10,4	12,4
Geleistete AKh (ohne Lagerung)	AKh/ha	8,9	10,1	11,6	9,3	10,1	12,2
Geleistete AKh in % der bezahlten AKh	%	92 %	90 %	89 %	97 %	98 %	98 %
Ø Stundenlohn / bezahlte AKh	€/AKh	20,53	18,90	19,10	20,63	20,65	20,72
Ø Stundenlohn / geleistete AKh	€/AKh	22,46	21,09	21,34	21,47	21,15	21,06
Kennzahlen Technikeinsatz							
Einsatzzeit der Traktoren	h/ha	3,0	3,2	3,3	4,2	4,4	3,7
Schlepperleistung	kW/100 ha	67	81	101	105	125	203
Schlepperleistung	kW/Schl.	212	203	188	148	155	145
Schleppereinsatz	h/Schl.	969	823	674	623	635	418
Schleppereinsatz	kWh/ha	639	630	629	493	620	524
Dieselvebrauch	l/ha	97	103	94	92	93	100
Anschaffungswert Maschinen	€/ha	1.564	1.659	2.016	1.407	1.675	1.721
Zeitwert Maschinen	€/ha	819	851	949	570	967	1.104
Zeitwert Maschinen in % vom Ansch.W.	%	55,18	52,75	46,21	38,72	55,46	62,55
Unterhaltungskosten in % vom Ansch.W.	%	4,88	5,12	4,73	3,78	4,60	6,63
AfA in % vom Ansch.Wert	%	8,93	8,53	8,10	7,11	8,60	9,92
Nettoinvestition Maschinen % der AfA	%	84,41	77,87	-8,93	136,32	193,89	126,63
Aufwand f. Arbeitserled. v. Betriebleistung	%	25,01	31,67	37,49	26,17	32,24	39,86

Les théories économiques dans les stratégies d'investissements.

Vos charges de mécanisation ne sont-elles pas trop faibles ? C'est une des conclusions de l'étude menée par Michael Raynor et Mumtaz Ahmed sur 25.000 entreprises et une période de 45 ans (Jérôme Barthélémy, Professeur de stratégie et management à l'ESSEC). De 1966 à 2010, ils ont étudié 174 entreprises exceptionnelles et 170 entreprises à la rentabilité excellentes. En les comparant aux autres entreprises, ils ont identifié trois règles à suivre pour connaître le succès :

- La qualité avant le prix (better before cheaper). A part quelques exceptions, les entreprises les plus performantes ont toujours donné la priorité à la qualité de leur offre plutôt qu'à son prix.
- L'augmentation du chiffre d'affaire avant la réduction des coûts (revenue before cost). A part quelques exceptions, les entreprises les plus performantes ont toujours donné la priorité à l'augmentation du chiffre d'affaire plutôt qu'à la réduction des coûts.
- Il n'y a pas d'autre règle. Cette « règle » peut sembler surprenante. Elle signifie simplement qu'il ne faut jamais déroger aux deux premières règles même lorsqu'on est tenté de le faire.

L'histoire de Maytag illustre bien la nécessité de respecter les trois règles. Cette entreprise au chiffre d'affaire 2018 de plus de 4,5 milliards de Dollars US s'est fait connaître depuis plus de 125 ans par la qualité et fiabilité de ses appareils ménagers. Le caractère principal de ses publicités représente d'ailleurs un réparateur qui s'ennuie par manque d'appels et d'interventions chez ses clients. Cette entreprise américaine spécialisée dans l'électroménager haut de gamme a longtemps fait passer la qualité avant le prix (première règle) et l'augmentation du chiffre d'affaires avant la réduction des coûts (deuxième règle). Malgré des coûts plus élevés (dus en partie à l'utilisation d'un réseau de détaillants indépendants), Maytag était beaucoup plus rentable que ses concurrents. Au milieu des années 1980, l'entreprise américaine décide de commercialiser des produits moins qualitatifs par l'intermédiaire de la grande distribution pour réduire ses coûts. Elle ne respecte plus les deux premières règles et les conséquences ne se font pas attendre. Son image de marque se détériore et son niveau de performance diminue (perte de chiffre d'affaire de 9 millions de Dollars US en 2004).

A la découverte de ces règles économiques il est judicieux de s'interroger sur l'analogie aux entreprises agricoles. On retrouve alors une tendance à l'accroissement des débouchés qualitatifs tels que les labels, circuits courts, cahiers des charges ou contrats de productions. Ces pistes d'évolution répondent souvent à la première règle, où l'accroissement du travail et/ou des intrants (charges) permet des productions dont la différence concurrentielle (qualité) offre souvent plus de rentabilité. C'est ensuite le choix de production à forte valeur ajoutée et des stratégies de commercialisation qu'il faut privilégier selon la deuxième règle. Là encore, la réduction des charges de mécanisation passe au second plan. Cette analyse économique internationale permet de prendre un recul important sur l'objectif de mes investigations. La réduction des charges de mécanisation ne doit donc pas être un objectif principal mais est davantage présentée comme un moyen marginal d'accéder au succès

économique. La rentabilité d'une exploitation ne peut donc pas se résumer à ses économies de charges mais est davantage corrélée à la différence concurrentielle « qualité ». La réduction des charges n'est donc pas le levier principal à activer pour augmenter la rentabilité d'une exploitation ou entreprise agricole. Cependant, dans un marché économique donné, où normes de qualité et réseau de distribution sont subis, c'est souvent une marge de progrès importante à laquelle je me dois de répondre.

Posséder son matériel est encore un argument souvent entendu pour justifier une meilleure disponibilité et une sécurisation des chantiers. Selon l'analyse des données de l'AS Compta de l'Oise en 2017, c'est un quart des exploitations céréalières qui possède leur propre moissonneuse-batteuse. Bien plus effarant, c'est de savoir que ce taux passe à 50% lorsque l'on se concentre sur celles qui possèdent seulement plus de 50 ha de céréales.

C'est par la découverte d'un article présentant la théorie du choix rationnel que j'ai immédiatement tenté de faire un parallèle avec les comportements d'investissements des agriculteurs et entrepreneurs de travaux. (Sciences Humaines, Sommes-nous rationnels ?, Avril 2011, Nicolas Journet). La première perception que nous avons des agriculteurs serait trop souvent de les considérer comme irrationnels, influençables et mauvais calculateurs. Mais cela ne doit pas amener à la conclusion que les investissements se font n'importe comment. Les comportements irrationnels sont fort heureusement prévisibles. C'est là une des clés qui doit me permettre d'améliorer l'accompagnement en conseils vers l'investissement optimum. La théorie du choix rationnel (TCR) étudiée par les sociologues et économistes veut démontrer que les décisions suivent les prescriptions de la raison. Or, Herbert A. Simon introduit la notion de rationalité limitée. Les choix d'investissements seront pour lui conditionnés par la qualité et la quantité d'information que détient l'agriculteur ainsi que sa capacité de calcul. Ainsi, lors d'un achat de tracteur, il est inconcevable de comparer plusieurs centaines de caractéristiques techniques. Le décideur privilégie donc une logique heuristique (opération mentale, rapide, intuitive) en demandant l'avis à son cousin mécanicien, son voisin banquier ou son conseiller machinisme préféré. En sollicitant un référent « qui s'y connaît », on fait également un choix raisonnable en copiant le comportement des autres dans une situation comparable (règle de flair). Pour améliorer le conseil d'investissement, dois-je comparer toutes les machines du marché ? Il est facile d'admettre qu'au-delà d'un certain nombre d'unités, les agriculteurs ne savent plus ce qu'ils privilégient et achètent en s'éloignant de ce qui faisait au fond, l'objet de leur choix. C'est parce que le consommateur n'est pas un ordinateur qu'il sera toujours plus facile de décider entre trois machines qu'entre vingt-trois. Ce phénomène est défini comme « effet de cadrage » en précisant la qualité et quantité des informations qui permettent à l'acheteur de juger, faire un choix. C'est ici pour moi que le conseiller machinisme a un rôle important à jouer, en définissant les composantes majeures qui influent sur les critères de choix rationnels. Deux psychologues (Daniel Kahneman et Amos Tversky) spécialisés en économie comportementale ont tout de même apporté des limites à la TCR :

- Les biais cognitifs (faculté de connaître), génèrent des erreurs de jugement même dans des raisonnements apparemment fiables.
- Les biais émotionnels, brouillent les intérêts et les calculs en affectant la peur, l'envie, la honte ou la culpabilité.

- Les biais moraux, prédominant parfois des calculs rationnels puisque commandés par des normes sociales.

Pour conclure ces travaux, les choix de consommation ne sont pas toujours issus de calculs très justes. Les agriculteurs n'établissent donc pas systématiquement un calcul des coûts et bénéfices pour chaque investissement en matériel agricole. Même s'il est facile de dire que les agriculteurs sont influençables ou irrationnels dans leurs investissements en mécanisation, il me semble primordial de ne pas considérer que les choix et comportements d'achats sont imprévisibles. Tentons d'éclaircir ces biais cognitifs et erreurs de jugement pour anticiper au mieux l'accompagnement à l'investissement.

- La disponibilité des arguments : cette approche heuristique considère que les choix d'investissements sont orientés par les arguments qui viennent en premier à notre mémoire. Ce comportement est illustré par la hausse des investissements en assurance à la suite d'une catastrophe naturelle. En agriculture, les conditions climatiques de l'automne 2019 influenceront également les stratégies d'investissements en matériels de semis pour les prochaines années.
- La représentativité d'un échantillon : la décision d'investissement des agriculteurs et entrepreneurs est parfois limitée à une analyse sur des faibles quantités de phénomènes considérés. Par cet exemple nous pouvons citer les conclusions tirées sur la fiabilité des sous-ensembles d'un automate d'une marque (moteur, boîte de vitesse...) alors qu'un modèle d'une autre série de la même marque pourrait présenter des pannes et dysfonctionnements récurrents.
- Les émotions : le père fondateur de la théorie du marché, Adam Smith explique que les transactions ne peuvent pas avoir lieu sans confiance et sympathie entre les individus. L'optimisme, l'envie ou la tristesse ne sont donc pas à considérer comme des états parasites imprévisibles. Les sentiments d'injustice ou d'indignation vécus face à un concessionnaire agricole décevant, font renoncer bon nombre d'entrepreneurs à l'achat d'un matériel malgré un cumul de critères rationnels bénéfiques.
- Les normes : des résultats expérimentaux (dont le jeu de l'ultimatum : créé par Werner Güth et al. En confiant au joueur A une somme d'argent à partager avec un joueur B. Si B accepte, chaque joueur conserve sa part. Si le joueur B refuse, les deux joueurs perdent tout) illustrent que lorsque des normes morales pèsent sur les investisseurs, elles interfèrent dans les décisions d'achat et modifient l'approche rationnelle. Le poids des normes sociales, favorise surtout les critères ostentatoires de design et d'apparence des machines agricoles récentes et font oublier parfois les intérêts économiques.

Les adeptes de la théorie du choix rationnel appliquée aux investissements agricoles campent sur une prise de décision en fonction de la maximisation de l'utilité d'une machine. Cette manière de rentabiliser un budget d'investissement est remise en cause en sciences économiques où l'utilité est synonyme de satisfaction. On s'approche tout de même d'une réflexion d'optimisation de machine puisque la satisfaction est atteinte lorsqu'elle répond aux

besoins des travaux à réaliser, de sa disponibilité sur les périodes optimales de travail et enfin de son dimensionnement adapté à la taille de l'automoteur qui l'anime par exemple. Cette approche simplifiée de stratégie d'investissement serait bien évidemment idéale si la notion de contrainte budgétaire n'était pas considérée. Or, comme il s'agit d'une approche coût de revient, les frais financiers liés à l'emprunt sont souvent minimes par rapport au coût total de détention d'un matériel agricole. En considérant un accès facile à l'argent, les agriculteurs se retrouvent face à une stratégie de buffet à volonté. Le prix d'achat n'étant pas un frein majeur à l'investissement, la maximisation de l'utilité va consister à rentabiliser l'investissement à tout prix. La recherche de l'utilisation maximale (et donc satisfaction maximale) ira au-delà des besoins de départ. C'est ce que l'on retrouve systématiquement lorsqu'un agriculteur loue son matériel ou réalise de la prestation de service. L'investissement surdimensionné n'est plus vraiment rationnel. L'investisseur se convainc de la rationalité en surestimant la rentabilité de l'achat. C'est une stratégie risquée mais très fréquente en agriculture pour justifier d'une sécurisation des interventions ou anticiper les évolutions technologiques, même si elles restent sous exploitées à court terme.

Adapter la stratégie d'investissement à son contexte.

Pour Kelvin L. Leibold et Kapil Arora de l'Iowa State University, l'image que renvoie l'âge et l'état du parc matériel compte en Iowa car plus de 80% des terres sont louées. C'est une incarnation du succès de l'exploitation qui est souvent jugée par la qualité de son matériel. Plus concrètement, c'est également un moyen de faciliter le recrutement des chauffeurs. Lorsque qu'ils sont sollicités à la tâche, les prestataires de services « Customer operator » sont facturés par unité de surface. Si la ferme est réalisée en totalité c'est entre 15 et 25% du chiffre d'affaire qui est partagé avec le prestataire. Un bonus de paiement peut être appliqué si la récolte a été particulièrement fructueuse, favorisant ainsi la qualité du travail et l'engagement des deux parties.

Quel que soit l'investissement en entreprise, il faut maximiser le budget. Pour contrôler ces charges et les intégrer à un coût de production il est essentiel d'en estimer son coût de revient total (TCO). De plus, l'investissement le moins élevé n'est pas toujours le moins cher ou le plus rentable. Sauf que nous sommes face à des comportements de buffet à volonté : l'investissement agricole demeure maximal pour satisfaire le plus de besoins possibles. Si cette stratégie est alléchante, ce n'est pas toujours le moyen optimal de dimensionner un achat de machine agricole car même s'il faut maximiser l'utilité : le bien doit répondre à un maximum de satisfactions (technique, économique, sociale...). Les actes d'investissements rencontrés sont trop souvent impactés par des biais émotionnels et moraux (normes) où l'acheteur se laisse convaincre de la rationalité où la rentabilité est surestimée.

Sans entrer dans une logique de définition de besoin en fonction des productions ou du type de sol et climat, il est nécessaire que l'investisseur prenne en main lui-même ses critères d'achat en matérialisant un cahier des charges. Sans qu'il soit exhaustif sur tous les critères de

la machine idéale recherchée il est plus important de classer ces caractéristiques techniques et économiques. Le cahier des charges devra donc classer chaque item de l'équipement en trois priorités : contraintes, exigences et souhaits. Les contraintes sont des obligations imposées par des nécessités d'ordres techniques, économiques ou réglementaires. Par exemple, la hauteur de portail d'un bâtiment d'élevage contraint à ne pas dépasser une hauteur hors-tout ou un régime de prise de force d'outil. Les exigences sont des critères jugés comme nécessaire par l'investisseur même s'il n'empêche pas d'utiliser le bien. La notion de débit de chantier via la puissance, la largeur de l'outil ou sa capacité est à définir dans cette catégorie. Certains équipements d'aide à la conduite ou de confort peuvent être définis comme exigences (autoguidage par exemple). Les souhaits regroupent enfin les caractéristiques possibles d'un matériel qui ne sont pas nécessaires à première vue. L'absence de ces critères n'est pas une cause de refus d'investissement d'un matériel.

2- Définir une méthodologie pour dimensionner un investissement de matériel agricole.

La question fil rouge de mes investigations a consisté à connaître la manière dont les agriculteurs et entrepreneurs dimensionnent leurs équipements. Contre toute attente et quel que soit le contexte la réponse a presque exclusivement été : « Pour tout faire l'année la pire ». Cette stratégie engendre évidemment un surinvestissement qui garantit la réussite des travaux tous les ans y compris lorsque la météo n'est pas indulgente. Cependant, je n'ai pas rencontré de producteurs qui évaluaient la perte potentielle engendrée par un semis ou une récolte en dehors des périodes optimales. Il y a donc rarement connaissance de l'équilibre entre surcoût d'équipement et pertes potentielles.

La disparition des jours agronomiquement disponibles.

Le dimensionnement optimal pour investir dans un outil de production agricole est fonction de la surface à travailler et des heures disponibles pour réaliser les tâches. La main d'œuvre et son organisation permettent de définir la durée de travail quotidienne. Les deux facteurs limitant l'étendue des travaux dans l'année étant la période optimale et les jours agronomiquement disponibles. Si les dates de début et fin de travaux sont bien connues par les exploitants via les instituts techniques et organismes agricoles, il est bien plus fastidieux de définir le nombre de jours moyens rendus disponibles par le climat et l'état du sol. Mes recherches indigènes m'ont permis de découvrir que les travaux les plus récents sur la définition de ces jours agronomiquement disponibles étaient disponibles dans les archives de l'INRA depuis 1979 (Reboul C., Maamoun M., Des Brosses B. Météorologie et jours disponibles pour les travaux des champs). Le développement de l'informatique a permis l'essor de quelques logiciels depuis les années 90. L'application Equip'Agro, développée via le réseau des Chambres d'Agricultures, n'est plus utilisable sous les systèmes d'exploitations actuels. Le temps d'enquête et de traitement de données étaient également des freins à l'utilisation pour un 'simple' dimensionnement de machine. Les évolutions de SIMEQ et JDISPO sont toujours utilisées par Arvalis au niveau national. Ces logiciels ne sont cependant pas diffusés et distribués en dehors de l'institution. Le coût de traitement et l'intégration de nombreuses variables liées au sol, ne facilitent pas la vulgarisation de cet outil. Cet abandon de l'estimation des JAD (Jours agronomiquement disponibles) demeure une frustration personnelle qui ne me permet pas d'accompagner les agriculteurs et entrepreneurs vers une optimisation de leurs investissements. C'est pourquoi mes échanges à l'étranger se sont amplement axés sur cette thématique.

J'ai été très agréablement surpris par la connaissance précise des JAD par les spécialistes de l'état de l'Iowa (Kelvin L. Leibold & Kapil Arora. Iowa State University). Même s'ils constatent un allongement (avant le printemps 2019) des plages de travail possibles avec le changement climatique, ils concluent à une estimation de 18 JAD pour les semis et 21 JAD pour les récoltes.

Cette moyenne peut varier de 10 jours entre le Nord et le Sud de l'état. Selon Kelvin, statistiquement ce n'est pas la moyenne qui compte, mais bien l'écart-type pour évaluer au mieux le niveau de risque ou de surdimensionnement. Lorsque je m'interroge sur la transmission de ces données aux agriculteurs, la réponse est sans équivoque : « Leur préoccupation n'est pas la statistique de JAD mais l'année la plus critique dont ils se souviennent ». Nous avons la mémoire courte (et sélective) car tout comme le syndrome du train en retard, nous nous souvenons uniquement des années où la météo n'a pas laissé suffisamment de jours disponibles. Pour dimensionner le débit de chantier au plus juste (8 années sur 10) il faut pouvoir répondre à la question : « Combien d'assurance es-tu prêt à payer pour garantir un semis en conditions optimales » ? La réponse correspond approximativement au surcoût de mécanisation de l'exploitation.

Le cabinet LBB estime que le dimensionnement d'un investissement de machine ne doit pas uniquement être fonction des JAD et de la main d'œuvre disponible. Le type de production ainsi que son prix de vente va impacter la plus-value potentielle et donc orienter la stratégie d'équipement. Selon Felix Hollman, dimensionner un débit de chantier d'un tracteur-outil en fonction de la JAD historiquement la plus faible (automne 2019 par exemple) doit imposer d'estimer le capital immobilisé en conséquence. Il ajoute : « Les agriculteurs les moins équipés sont pourtant souvent prêts les premiers ».

Le rendement énergétique comme obstacle à l'optimisation.

Les discussions sur le dimensionnement des tracteurs concernent exclusivement leur puissance 'commerciale'. Mesurée en chevaux, cette valeur définit la performance du moteur lorsqu'il est isolé du tracteur. On s'abstient donc d'évaluer les pertes de puissances depuis la transmission de l'engin jusqu'à sa relation avec le sol. Qu'en est-il réellement de la puissance récupérée par un outil de travail du sol par exemple ? Dans le meilleur des cas, lorsque le rendement énergétique est optimisé, il s'agit de 50% de la puissance annoncée sur les plus beaux prospectus. Il est parfois aberrant d'observer des écarts de pertes de puissances de 10 à 20% en fonction du mode d'utilisation et des conditions de terrains. Cette variation pourra alors correspondre à une marge d'investissement pour réduire l'investissement de puissance (capital) ou améliorer les performances de chantiers. Par absence d'anticipation, nous retrouvons beaucoup d'inadéquations tracteurs-outils. Le lestage systématique pour augmenter la traction par exemple génère davantage de pertes à la résistance au roulement. L'évolution des modes d'attelage a également alimenté l'intuition que les chevaux d'aujourd'hui sont moins puissants que ceux d'il y a plusieurs décennies. En respectant les fondamentaux d'équilibre, de lestage et patinage, il est parfois envisageable de réduire de 20% la puissance d'un tracteur pour un débit de chantier équivalent.

A l'Iowa State University, les préconisations de dimensionnement se situent entre 1200 et 1600 ha par tracteur. Dans ce contexte encore très mono-culturel, la robotisation ne semble pas apporter d'évolution sur la réduction des ensembles d'outils. Même si c'est une voie vers la diminution de la compaction des sols, leur rapport prix/débit est défavorable comparé à un semoir monograine 48 rangs commandé par un seul tracteur de forte puissance et lancé à plus de 12 km/h (débit de chantier de 30 ha/h). Les organisations agricoles américaines communiquent pourtant des valeurs de dimensionnement moyen (voir figure 6 ci-après). Il

est encore surprenant d'observer des références citées datant des années 80. Si les préconisations de vitesses vous paraissent faibles, c'est encore une fois une explication qui démontre que le rendement énergétique est pénalisé aujourd'hui par la croissance des pertes au roulement. Le taux d'efficacité exprimé en pourcentage permet de convertir le débit instantané d'un chantier en débit réel incluant les temps annexes : transport, réglage, attelage, pannes, ravitaillement. La force de traction exprimée en livre par pied de largeur de travail dépend surtout de la profondeur de travail de l'outil. En règle générale en France, nous observons un effort moyen de 40 daN/dm² de section de terre travaillée. Cette valeur dépend essentiellement du type de sol et de sa structure. La conversion du tableau de la figure 6 nous fournit des valeurs de 26 à 67 daN/dm² avec une moyenne à 41 daN/dm².

FIGURE 6 : VALEURS PAR DEFAUT DE VITESSE, TAUX D'EFFICACITE ET FORCE DE TRACTION.

Equipment Name	Speed (mph)	Field Efficiency %	Draft (lb./width)	
			Average	Range
Tillage				
Moldboard plow (16 in. bottom, 7 in. deep)				
Light soil	4.5	82	320	220–430 per foot
Medium soil	4.5	81	500	350–650 per foot
Heavy soil	4.5	80	800	580–1,140 per foot
Chisel-plow (7–9 in. deep)	5.0	85	500	200–800 per shank
Disk				
Single gang	5.5	80	75	50–100 per foot
Tandem	5.5	80	200	100–300 per foot
Heavy or offset	5.0	80	325	250–400 per foot
Field cultivator	5.0	80	300	200–400 per foot
Spring-tooth harrow	5.0	80	200	70–300 per foot
Spike-tooth harrow	6.0	80	50	20–60 per foot
Roller or packer	5.0	85	100	20–150 per foot
Cultivator				
Field (3–5 in. deep)	5.0	80	250	60–300 per foot
Row crop	4.5	80	80	40–120 per foot
Rotary hoe	7.5	84	70	30–100 per foot
Subsoiler (16 in. deep)				
Light soil	4.5	80	1,500	1,100–1,800 per tooth
Medium soil	4.5	80	2,000	1,600–2,600 per tooth
Heavy soil	4.5	80	2,600	2,000–3,000 per tooth
Planting				
Planter only	5.0	75	150	100–180 per row
Planter with attachments	5.0	70	350	250–400 per row
Grain drill	5.0	70	70	30–100 per foot
No-till drill	5.0	70	200	160–240 per foot
Applying Chemicals				
Anhydrous ammonia application	4.5	60	425	375–450 per shank

Des échanges avec des experts de la liaison tracteur-outil (LTO) et de la liaison tracteur-sol (LTS) ont été beaucoup plus provocants : « Le gaspillage de la performance énergétique est possible par la défiscalisation. De plus, avec un accès au foncier à bas coût dans certaines régions, la perte de responsabilité autorise une rentabilité trop faible ». Ce discours fomenteur est malheureusement souvent démontré par une augmentation des puissances investies malgré une augmentation des pratiques culturales simplifiées par exemple. La relation entre poids adhérent, patinage, vitesse d'avancement et taux de charge moteur est une équation facile à résoudre dès lors que l'on étudie les travaux à réaliser un à un. Les variétés d'outils et

de conditions d'utilisations ne facilitent pas le dimensionnement optimal dans toutes les configurations. Un tracteur qui devra réaliser manutention, transport et traction lourde de manière équivalente sur l'année est alors dimensionné sur une base de compromis.

Kyler Laird, agriculteur américain de l'Indiana a lui-même robotisé l'ensemble des tracteurs de l'exploitation à partir de 2015. Son exploitation de 690 ha est mécanisée par deux tracteur principaux : John Deere 8285R et Challenger MT765. Aujourd'hui associé à l'entreprise de travaux agricole robotisée Sabanto, il a remporté seul le AgBot Challenge en 2017. En optimisant le dimensionnement des machines à son exploitation, il réalise aujourd'hui des semis de maïs avec un tracteur de 100 chevaux et un semoir de huit rangs. Un modèle Yanmar de 50 chevaux est également utilisé de manière autonome sur l'exploitation. La réduction de l'investissement de base permet de compenser le surcoût des capteurs IMU et GPS nécessaire à la robotisation des automoteurs. Au sujet de l'évolution du rendement énergétique il communique aisément son scepticisme quant aux solutions robotiques proposées par les industriels : « Je m'interroge lorsque je vois une plateforme de 170ch pour entrainer un groupe hydraulique qui présente de grosses déperditions d'énergies ». Son raisonnement demeure axé sur une configuration tracteur-outil standard : « Si un tracteur autonome est dix fois plus efficace, on peut diviser son coût par dix ».

Méthodologies de dimensionnement énergétique et agronomique.

L'objectif du dimensionnement optimal est d'investir dans une machine qui réalise la totalité du travail sur la période de temps disponible pour le coût d'utilisation le plus faible possible. Ceci ne résulte pas systématiquement vers l'équipement le plus petit puisque le facteur travail doit définir le débit de chantier requis.

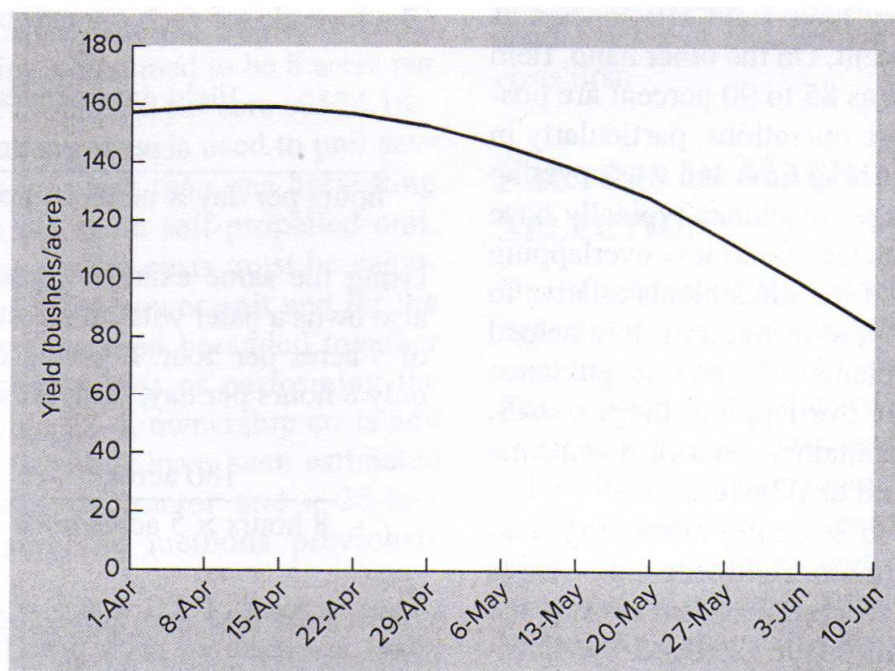
L'investissement sur chacune des fermes de l'entreprise Sentry (UK) se réalise en concertation avec l'ensemble du groupe. L'appel d'offres à l'échelle de l'Angleterre permet de réduire les prix d'achats des plus gros automoteurs. La stratégie de dimensionnement est basée sur une utilisation de 500 h/an pour les tracteurs de faible puissance, alors que le taux d'occupation franchi les 1100 ha sur les tracteurs de tête. Les managers de chaque exploitation analysent l'utilisation des automoteurs avec comme élément de comparaison principal le pourcentage de temps passé à plus de 80% de taux de charge moteur. La télémétrie embarquée sur les tracteurs leur permet d'adapter les puissances au plus juste lors des renouvellements. Les modes de conduite des chauffeurs sont également explorés par la télémétrie pour comparer les consommations et temps morts des ensembles attelés.

Etape 1 : définir l'étendue de la période optimale

Certains travaux n'ont pas besoin d'être réalisés à une date précise. Cependant, plus une tâche est réalisée tardivement plus le potentiel de rendement (ou qualité) s'en trouve réduit. La Figure 7 montre d'ailleurs la relation entre date de semis et potentiel de rendement en maïs grain en Illinois. Dans ce cas, implanter le maïs trop tôt ou trop tard va impacter directement la rentabilité de production. En France, Arvalis présente également ce genre de données et illustre en Figure 8 le délai entre le semis et la levée qui impactera également les pertes dues

au climat et aux ravageurs. L'Université de l'Illinois a d'ailleurs estimé le *Timeliness cost* qui prend en compte la réduction du profit due à l'utilisation d'une machine sous dimensionnée. Bien entendu, cette valeur évolue selon les années et le climat présent durant la période optimale visée. En ce sens, chaque exploitant agricole devra estimer la perte de production engendrée par un dépassement de cette période optimale pour déterminer la plage calendaire qu'il est prêt à tolérer.

FIGURE 7 : ESTIMATION DE RENDEMENT DE MAÏS GRAIN EN FONCTION DE LA DATE DE SEMIS, SUD ILLINOIS



Estimated corn yields as a function of planting date, southern Illinois.

FIGURE 8 : DUREE DE LEVEE EN NOMBRE DE JOUR DEPUIS LE SEMIS POUR LA PERIODE 1992-2011 (8 ANNEES SUR 10).

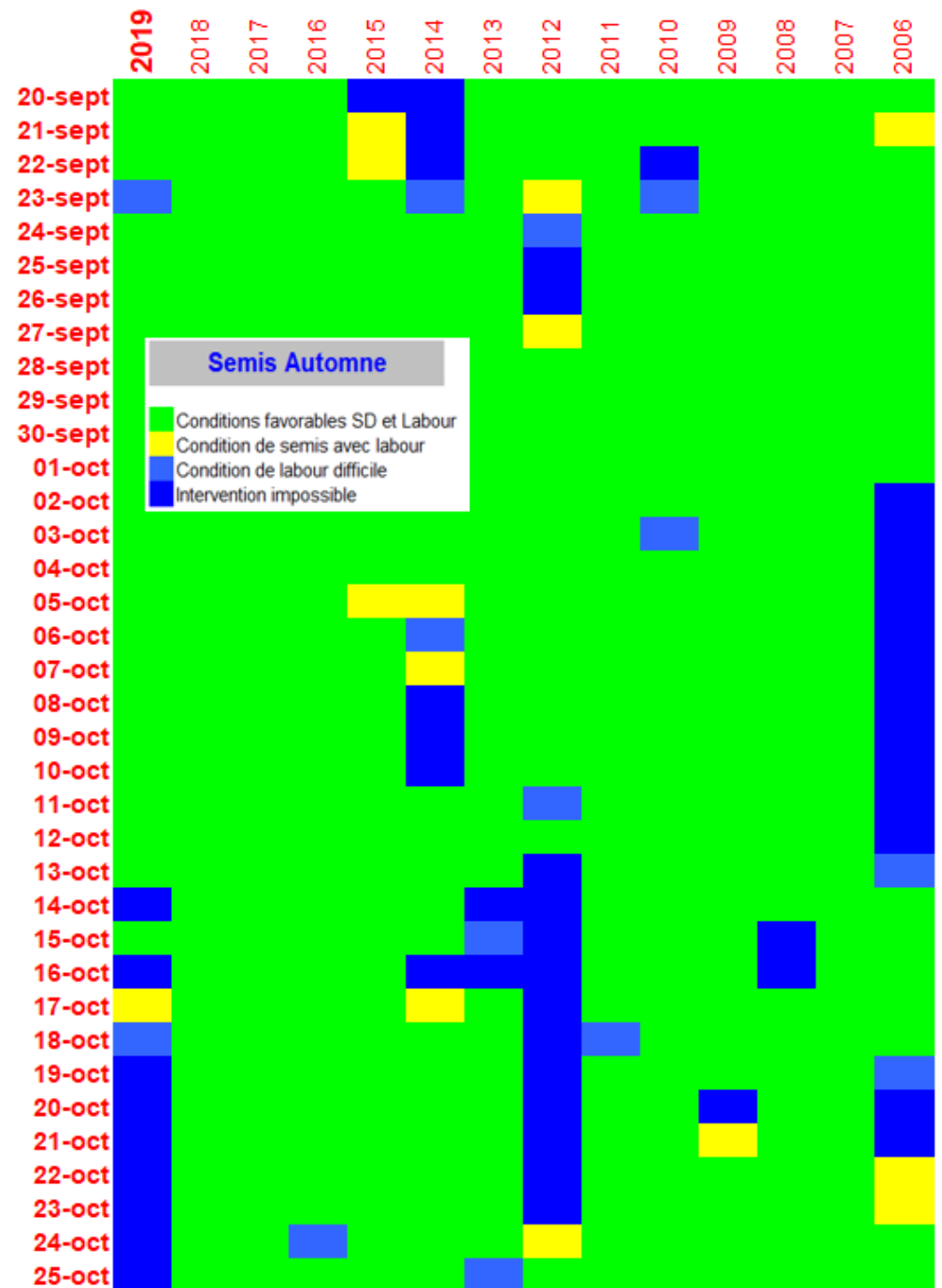
Date semis	Abbeville	Alençon	Quimper	Rennes	Nancy	Colmar	Clermont-F.	Orléans	Angers	Niort	Toulouse	Pau	Lyon	Bordeaux	Etoile
15-mars	38	34	28	26	30	30	27	29	25	26	20	21	24	18	22
25-mars	32	30	26	25	29	29	28	28	25	24	19	18	22	17	21
05-avr	26	25	22	21	22	22	22	23	21	21	17	18	18	16	19
15-avr	20	19	17	15	15	15	16	16	14	16	13	13	14	12	14
25-avr	16	16	15	15	11	11	14	15	14	14	11	12	10	11	10
05-mai	14	13	14	12	11	10	11	12	12	12	10	10	10	10	10
15-mai	11	11	12	10	10	10	10	10	10	10	8	8	8	8	8

Etape 2 : Estimer les JAD

Le dimensionnement d'un investissement doit se réaliser pour assurer les travaux sur les JAD huit années sur dix. En statistique, on constate que la plage de travail disponible est problématique trois années sur 20. De ce fait, il est tout à fait possible de dimensionner un automoteur pour garantir la réalisation des travaux six années sur dix. Gardons à l'esprit que lors d'une année compliquée il est toujours possible de jouer sur l'extension de la période optimale ou la disponibilité quotidienne. A partir des observations de pluviométries quotidiennes sur une antériorité de plus de 10 ans, il est possible de modéliser les JAD année par année afin d'en tirer une moyenne et un écart-type. L'exemple de la figure 9 illustre une estimation de JAD pour des travaux de semis dans la région de Poitiers.

FIGURE 9 : ESTIMATION DES JAD POUR UNE INTERVENTION DE SEMIS A POITIERS

Nombre de jour de travail															
	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	
Date	Conditions de semis favorables en SD et Labour														
20 au 30 .09	10	11	11	11	8	7	11	6	11	9	11	11	11	10	9,9
1 au 10.10	10	10	10	10	9	4	10	10	10	9	10	10	10	1	8,8
11 au 20.10	4	10	10	10	10	8	7	1	9	10	9	8	10	5	7,9
21 au 31.10	3	10	11	10	11	11	9	7	11	10	10	10	10	8	9,4
1 au 15.11	2	11	15	13	14	14	12	7	13	8	11	10	15	15	11,4



Pour les travaux de récolte il est également faisable d'estimer la disponibilité en corrélant l'historique d'hygrométrie toutes les heures avec le niveau de dessiccation du grain à moissonner (figure 10). La figure 11 démontre sur mon exploitation que la période optimale impacte essentiellement l'évolution des JAD pour les semis automnaux. Même en considérant la pluviométrie de 2019 (N14), la disponibilité pour semer augmente (droite de tendance en pointillés bleus) si l'on anticipe les travaux de 15 jours en octobre.

FIGURE 10 : RELATION ENTRE HYGROMETRIE SOUS ABRI ET HUMIDITE DU BLE

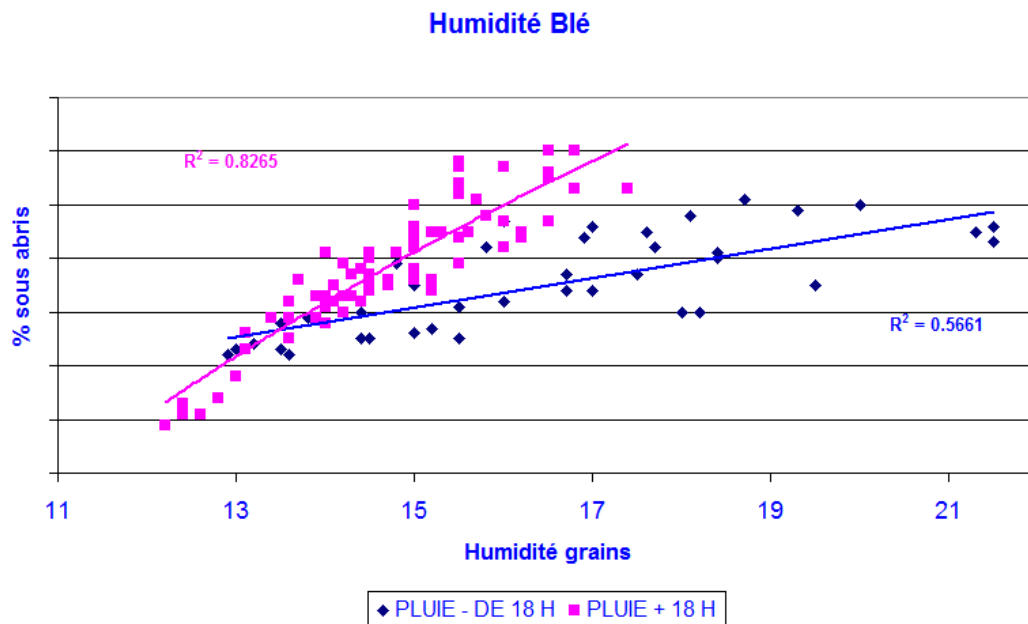
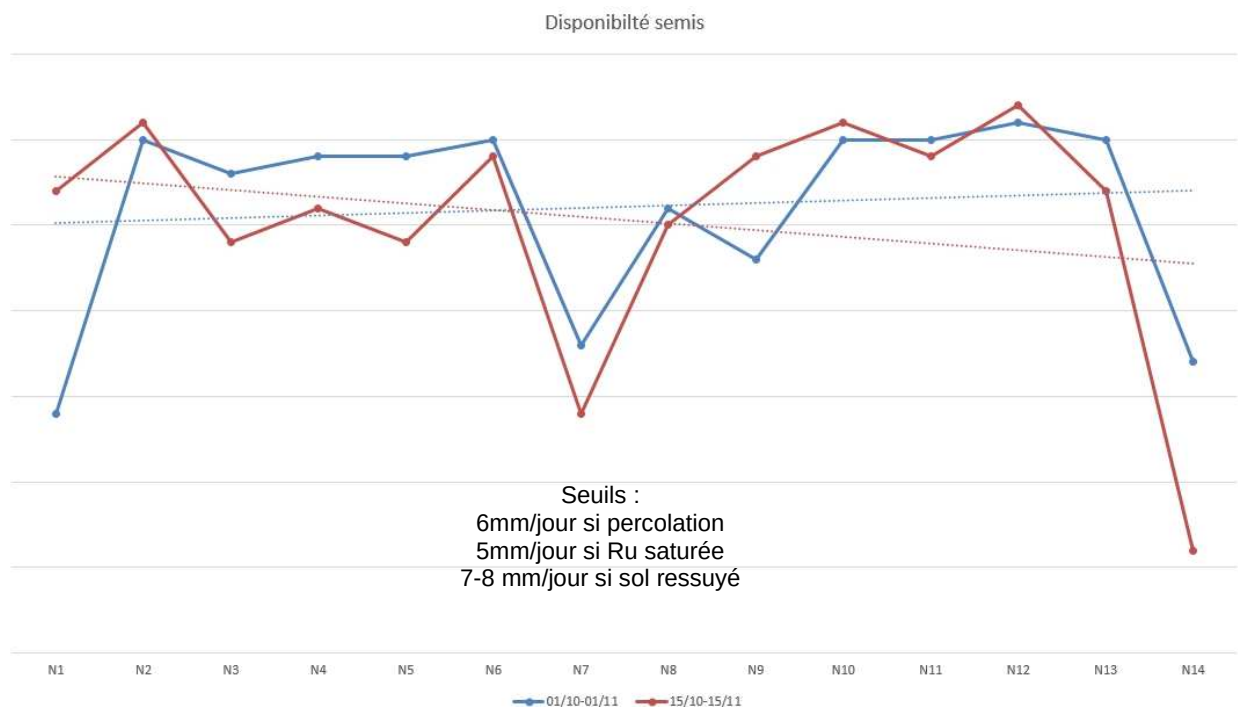


FIGURE 11 : RELATION



Le bureau de la statistique agricole en Iowa a relevé durant 37 années les jours agronomiquement disponibles pour chaque semaine et dans les neuf régions agricoles qui compose cet état. Le tableau (figure 12) relevant les valeurs médianes, il y a donc 50% de chance d'avoir des JAD plus longs ou plus courts. L'économiste américain William M. Edwards

témoigne que dans les états de la Cornbelt (IA, IL, IN, OH) sur 40 jours calendaires pour faire le travail (semis ou récolte), seuls 20 jours sont réellement disponibles. Or, dans la pratique, de nombreux producteurs, y compris sur de grandes surfaces, sont équipés pour réaliser ces travaux en l'espace de 10 jours. Lorsque j'interroge William sur les raisons de ce double dimensionnement il me répond : « Parce qu'il (le producteur, ses parents ou grands-parents) se sont fait avoir une année ». Même s'il faut considérer une marge de sécurité, ce spécialiste conclut que les JAD correspondent souvent à 50% des jours calendaires d'une période optimale.

FIGURE 12 : ESTIMATION DES JAD EN IOWA. VALEUR MEDIANE.

Estimated Number of Days Suitable for Fieldwork in Iowa											
Median Values, by Crop Reporting District											
Week		Northwest	North Central	Northeast	West Central	Central	East Central	Southwest	South Central	Southeast	State
2-Apr to 8-Apr		2.6	1.1	2.0	3.4	3.1	2.6	3.8	2.8	2.5	2.8
9-Apr to 15-Apr		3.3	2.7	3.0	3.8	3.8	3.2	3.8	2.5	2.7	3.3
16-Apr to 22-Apr		4.3	3.7	3.7	4.4	3.9	3.7	4.6	3.2	2.8	3.7
23-Apr to 29-Apr		4.2	3.9	4.2	4.4	4.0	3.9	3.9	3.2	3.5	3.7
30-Apr to 6-May		4.8	4.4	4.7	4.6	4.1	4.4	3.8	3.7	3.9	4.4
7-May to 13-May		4.7	4.2	4.6	4.8	4.1	4.7	4.5	3.9	4.6	4.3
14-May to 20-May		5.0	5.2	5.4	5.3	5.4	5.1	5.5	5.0	5.0	5.2
21-May to 27-May		4.8	4.7	4.9	4.8	4.6	4.8	3.7	3.4	4.2	4.5
28-May to 3-Jun		4.8	4.5	4.6	4.4	4.6	4.8	4.4	3.7	4.2	4.5
4-Jun to 10-Jun		5.5	4.9	5.3	5.5	5.5	5.4	5.6	5.3	5.3	5.2
11-Jun to 17-Jun		5.6	5.3	5.6	5.2	5.3	5.1	5.1	4.8	5.4	5.1
18-Jun to 24-Jun		5.4	5.5	5.6	5.3	5.5	5.3	5.3	5.5	5.1	5.4
25-Jun to 1-Jul		5.5	5.2	5.4	5.9	5.3	5.6	5.8	6.2	5.3	5.6
2-Jul to 8-Jul		5.6	5.8	6.0	5.7	5.5	5.7	5.8	5.5	5.3	5.5
9-Jul to 15-Jul		5.6	5.4	5.4	5.9	5.3	5.2	5.8	5.5	5.6	5.6
16-Jul to 22-Jul		5.5	5.6	5.5	5.9	5.8	5.5	5.8	5.9	5.8	5.6
23-Jul to 29-Jul		6.0	6.0	6.1	6.0	6.2	5.6	6.0	5.9	5.3	6.0
30-Jul to 5-Aug		6.0	5.9	5.9	5.7	5.9	5.5	5.7	5.5	5.7	5.8
6-Aug to 12-Aug		5.7	5.9	5.5	5.9	5.8	5.6	5.8	5.9	5.8	5.7
13-Aug to 19-Aug		5.9	6.1	6.2	6.3	6.1	6.0	6.0	5.9	6.0	6.0
20-Aug to 26-Aug		5.5	5.7	5.8	5.9	5.6	5.9	5.5	5.8	5.6	5.7
27-Aug to 2-Sep		5.8	5.7	5.7	5.6	5.7	5.9	5.9	6.0	5.6	5.7
3-Sep to 9-Sep		5.6	5.6	5.8	5.7	5.7	5.4	5.3	5.6	5.3	5.6
10-Sep to 16-Sep		5.1	5.4	5.5	5.2	5.4	5.5	5.4	5.4	5.5	5.5
17-Sep to 23-Sep		5.2	5.4	5.3	5.4	5.7	5.7	5.6	5.4	5.4	5.4
24-Sep to 30-Sep		5.8	5.8	5.9	6.0	5.7	6.0	6.0	6.2	5.7	5.7
1-Oct to 7-Oct		5.8	5.7	5.5	5.6	5.6	5.4	5.4	5.3	5.3	5.4
8-Oct to 14-Oct		5.6	5.6	5.8	5.6	5.5	6.2	5.8	5.7	5.9	5.7
15-Oct to 21-Oct		5.7	5.8	5.6	5.8	5.6	5.8	5.4	5.4	5.2	5.5
22-Oct to 28-Oct		6.1	6.4	6.1	6.2	6.2	5.9	6.3	5.9	6.0	6.1
Period		Northwest	North Central	Northeast	West Central	Central	East Central	Southwest	South Central	Southeast	State
2-Apr to 3-Jun		38.8	37.3	37.9	37.4	37.1	37.1	36.1	31.2	29.6	35.5
4-Jun to 16-Sep		75.8	74.8	76.1	75.8	74.5	75.2	73.7	72.9	72.8	75.1
17-Sep to 28-Oct		38.1	38.0	37.5	37.4	37.5	38.6	36.8	37.2	37.0	36.9

Etape 3 : Estimer la disponibilité quotidienne sur la période optimale

C'est l'étape la plus maîtrisable en fonction de l'organisation de main d'œuvre de l'exploitation ou de l'entreprise. En plus de la plage horaire de travail quotidienne, il faut considérer une minoration en fonction des travaux culturels qui entrent en concurrence ou les contraintes liées à d'autres activités (élevage, commercialisation, management...). Il ne faut pas oublier que travailler 16 heures quotidiennement pour un chantier au lieu de 8 est un levier équivalent au doublement des JAD sur une période. C'est également un moyen de couvrir deux fois plus de surface à équipement équivalent ou de garantir la réalisation des travaux avec un matériel deux fois moins large (et deux fois moins puissant). Autrement dit, quand le temps est menaçant, le distributeur d'engrais ou le pulvérisateur ne doit pas être sous le hangar dès 19h00.

Etape 4 : Calculer le débit de chantier /unité de largeur de travail

Pour définir la largeur minimale d'un outil il faut connaître sa capacité de débit par unité de largeur. Pour un outil de travail du sol, nous exprimerons le calcul en mètre de largeur de travail alors que le débit d'un semoir monograine pourra par exemple être estimé en débit de chantier par élément semeur (hectare/heure/rang). Deux possibilités existent pour estimer ce débit :

- Connaissance d'un débit d'un outil existant : il suffit de diviser le débit de chantier réel (temps annexes inclus) par largeur de l'outil en mètres ou en rangs.
- Utilisation de la formule suivante : $\text{vitesse de travail (km/h)} \times \text{largeur de travail (m)} \div 10 \times \text{taux d'efficacité (\%)}$

La dernière méthode de calcul intègre un taux d'efficacité qui prend en compte les temps annexes lors du chantier (temps de manœuvres, transport, ravitaillement, nettoyage, réglages et contrôles). Ces valeurs peuvent varier de 50% pour la pulvérisation à plus de 80% lors de travaux du sol, alors que les opérations de semis présentent souvent 70% de temps effectifs. Le tableau suivant (Figure 13) donne quelques valeurs pour les équipements utilisés en Iowa. Les machines les plus larges présentent des taux d'efficacité plus importants en raison du temps de manœuvre réduit et de la dilution des temps annexes sur de plus grandes surfaces (transport et réglages). Des assistances au guidage peuvent augmenter le taux d'efficacité en réduisant les recouvrements entre passages ou en optimisant les temps de manœuvres par des travaux en planches par exemple. Prendre en référence les débits de chantier de matériel existant est un bon moyen d'évaluer ce critère puisqu'il intègre les distances réelles entre parcelles ou les temps de manœuvres spécifiques à leurs formes. Soyez vigilant lors d'un nouveau dimensionnement à bien intégrer l'évolution de vitesse d'avancement. En cas de forte augmentation, cela impactera également le taux d'efficacité qui s'en trouvera réduit si le volume à ravitailler est équivalent à l'outil renouvelé ou si sa largeur de travail reste identique.

FIGURE 13 : VITESSES D'AVANCEMENT MOYENNES ET TAUX D'EFFICACITE DES PRINCIPAUX EQUIPEMENTS (EXTRAIT).

Machine	Size	Speed (mph)	Field Efficiency (%)
Fertilizer Spreader	40'	6	70
	50'	6	70
Manure Spreader	10'	5	63
	15'	5	63
	15'	6	63
	20'	6	63
	30'	6	60
Anhydrous Ammonia Applicator	9 knife	5	65
	13 knife	5	65
	17 knife	5	63
Plow	7-16"	5	85
	8-16"	5	85
	8-18"	5	85
	10-18"	5	83
	12-18"	5	83
Subsoiler	5-24"	5	85
	5-30"	5	85
	7-24"	5	85
	7-30"	5	83
Chisel Plow	11'3"	5.5	85
	13'9"	5.5	85
	16'3"	5.5	83

Etape 5 : Calculer le dimensionnement optimal

Surface (ha) ÷ JAD (jours) ÷ Disponibilité quotidienne (h/jour) ÷ Débit réel (ha/h/m)

Réaliser les travaux dans une période optimale peut être garanti par d'autres leviers que le débit des équipements. Malgré les difficultés à recruter du personnel, l'accroissement de la main d'œuvre disponible sur la ferme augmente la surface travaillée chaque jour sans investir dans davantage de puissance ou de largeur. Simplifier les façons culturales peut offrir davantage de souplesse pour réaliser les implantations de cultures par exemple. Organiser l'assolement en diversifiant les cultures. C'est un moyen de répartir les travaux sur des périodes de l'année moins critiques. Ces choix peuvent parfois être moins coûteux qu'un investissement mécanisé. Attention toutefois à assurer une production de chiffre d'affaire au moins équivalente pour ne pas impacter la rentabilité des productions ou prestations de services.

Le dimensionnement des tracteurs aux Etats-Unis peut être estimé par une formule qui intègre la résistance de l'outil dans le sol, la vitesse d'avancement ainsi qu'un coefficient lié à l'adhérence du type de sol :

$$\frac{\text{width (feet)} \times \text{speed (mph)} \times \text{draft (lb./ft.)} \times \text{soil factor}}{375} = \text{PTO hp}$$

Ce calcul issu de l'Iowa State University utilise les unités anglo-saxonnes et nécessite la connaissance des facteurs 'sols' illustrés ci-dessous :

	<u>2WD</u>	<u>MFD</u>	<u>4WD</u>
firm soil	1.64	1.54	1.52
tilled soil	1.75	1.61	1.56
sandy or soft soil	2.13	1.82	1.67

Le résultat obtenu nous informe de la puissance nécessaire pour réaliser les travaux sans considérer les fortes pentes. Cette puissance en chevaux doit correspondre à celle du tracteur lorsqu'elle est mesurée à la prise de force, selon la norme OCDE. Il est plus aisé outre atlantique d'utiliser cette formule puisque les références de résistance d'outils (lb./ft.) sont déjà communiqués par les organismes agricoles. On retrouve aussi des préconisations directement liées au nombre de rangs de semoirs en Australie avec une valeur médiane de 3 à 4 chevaux de traction nécessaire pour un travail aux alentours de 8 km/h. En France, les références de résistances d'outils sont habituellement situées autour de 40 daN/dm². Cette unité correspond à la force nécessaire pour sectionner un décimètre carré de terre horizontalement. Même s'il existe une variabilité de 20 à 60 daN/dm² selon les types de sols, cette valeur permet d'intégrer la profondeur de travail dans l'équation.

Le lien entre dimensionnement technique et économique optimise le poids des engins et permet en plus d'allonger les fenêtres d'intervention ou les JAD. La robotisation via l'augmentation du temps de travail quotidien peut offrir encore plus de perspectives sur cette optimisation du capital investi et de réduction de la compaction des sols.

3- Mesurer les impacts fiscaux, économiques et organisationnels.

Lorsqu'il s'agit d'étudier les tendances des charges de mécanisation des exploitations françaises, les investigations se heurtent à des analyses très hétérogènes, parfois contradictoires.

L'approche de Kelvin L. Leibold de L'Iowa State University sur la stratégie d'investissement est élémentaire : le renouvellement d'une machine agricole est dictée par le contrôle des coûts de maintenance via les garantis et par la réduction de l'imposition sur le revenu. Après avoir investi dans les infrastructures de stockage et de drainage, le matériel roulant est le levier principal pour amortir fiscalement une charge dont la dépréciation réelle est bien plus lente.

Que se cache-t-il derrière les charges de mécanisation ?

Le site LinkinFarm a comparé les données départementales de l'AS Compta de l'Oise. Les montants dédiés à la mécanisation sont comparés à des prestations d'ETA pour les mêmes assolements et surfaces. Même s'il est tentant de conclure à une économie potentielle de plus de 50€/ha en déléguant les travaux à un entrepreneur de travaux, il faut surtout se pencher sur les valeurs absolues. On remarque une orientation autour de 500 €/ha pour les modèles céréaliers lorsque les élevages s'échelonnent de 460 à 710 €/ha. Avant même d'espérer une économie potentielle il faut une fois de plus s'interroger sur la part des charges de mécanisation par rapport à la totalité des coûts de l'exploitation. Même en considérant une délégation totale des travaux pour moins de 450 €/ha, peut-on continuer de produire des commodités sereinement lorsque l'on sait que les charges de mécanisation représentent un tiers des charges totales ?

Le coût de possession peut représenter 60 à 80 % du coût annuel total d'un outil attelé. En règle générale, ces charges fixes annuelles s'estiment entre 10 et 20 % du coût d'achat de la machine.

Dans une comptabilité l'amortissement consiste dans l'étalement de la perte de valeur du bien sur sa durée probable de détention. Dans ce cas, des durées et taux de dépréciations sont établies d'avance sans réelles variabilités selon le type de machine ou son utilisation. La réalité et la valeur vénale de l'équipement seront parfois bien éloignées de sa valeur nette comptable. Il y a donc fréquemment confusion entre amortissement comptable (intégralité de la valeur d'acquisition) et amortissement réel qui intègre l'usure, l'usage et l'obsolescence technologique. Pour le calcul du TCO d'une machine, quelques organismes (dont l'APCA) propose d'adapter la valeur vénale en fonction du type et de l'intensité d'utilisation des machines (voir exemple lowien de la Figure 14 ci-après).

FIGURE 14 : ESTIMATION DE VALEUR VENALE EN POURCENTAGE DE LA VALEUR D'ACHAT A NEUF

Age of machine in years	Tractor 80–149 hp	Tractor 150 + hp	Combine	Baler	Tillage	Planter
1	68%	67%	69%	56%	61%	65%
2	62	59	58	50	54	60
3	57	54	50	46	49	56
4	53	49	44	42	45	53
5	49	45	39	39	42	50
6	46	42	35	37	39	48
7	44	39	31	34	36	46
8	41	36	28	32	34	44
9	39	34	25	30	31	42
10	37	32	22	28	30	40
11	35	30	20	27	28	39
12	34	28	18	25	26	38
Assumed hours of annual use	400	400	300	—	—	—

Source: Based on ASABE Standards 2013. American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, MI, 2017.

Le fait d'amortir la totalité de la valeur d'un bien est intéressant fiscalement en impactant plus lourdement le résultat sur la durée amortie. En réalité, au moment de la revente de l'équipement, il est possible de récupérer bien plus que la valeur comptable du même bien. Pour limiter cet effet, les entreprises agricoles dont le chiffre d'affaire dépasse 260 k€ sont imposées aux plus-values. Cette imposition peut aller jusqu'à la valeur totale de la revente du bien lorsque le chiffre d'affaire dépasse 350 k€. Dans ce cas, il est primordial d'anticiper la stratégie d'amortissement pour éviter un trop grand décalage entre valeur nette comptable et valeur vénale.

La stratégie d'amortissement est un frein à l'optimisation. Le problème n'est donc pas d'avoir un matériel trop grand, ou trop puissant, mais d'avoir un équipement trop récent. Il est nécessaire de renouveler ce qui évolue technologiquement.

Le reste des charges fixes, englobent les charges liées au financement de l'emprunt. On devra y ajouter les frais d'assurance et de remisage. Ce dernier poste correspond aux charges relatives à l'entreposage sous abris du matériel. Dans le cas d'un stockage sous intempéries, un coût similaire est estimé pour compenser une dépréciation plus rapide du matériel.

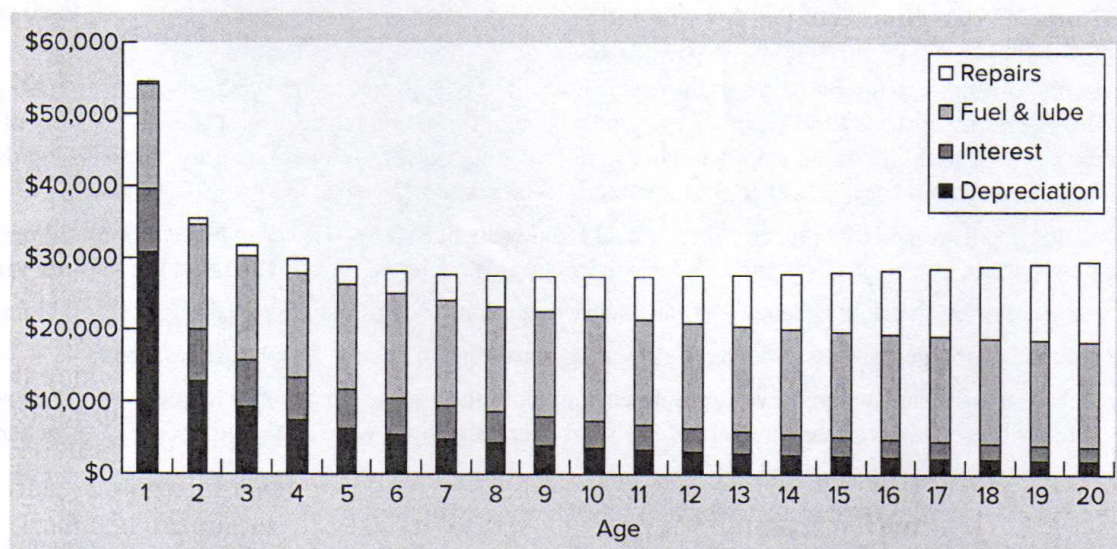
Les charges variables sont composées de toutes les pièces et consommables en lien avec l'utilisation de l'équipement. Même s'il est parfois laborieux d'estimer la consommation ou le coût des lubrifiants d'un automoteur, de nombreuses références nationales sont disponibles pour les anticiper au plus juste. Les charges liées aux pneumatiques et réparations sont bien plus complexes à évaluer en raison des variabilités d'utilisation d'un même outil. L'estimation des charges de réparation est hasardeuse. En effet, ce coût varie avec l'âge de la machine et dépend également de l'intensivité d'utilisation et du programme d'entretien préventif. Certains organismes se réfèrent à un pourcentage du prix d'achat comme illustré dans la figure 15.

FIGURE 15 : ESTIMATION DU COUT DE REPARATION POUR 100 H D'UTILISATION EN POURCENTAGE DE LA VALEUR D'ACHAT A NEUF

Machine	Percent of list price
Two-wheel-drive tractor up to 150 hp	0.84
Two-wheel-drive tractor over 150 hp	1.12
Four-wheel-drive tractor	0.48
Moldboard plow	5.05
Tandem disk	2.92
Chisel plow, subsoiler	3.70
Rotary tiller	5.40
Field cultivator	3.56
Rotary hoe	3.03
Row crop cultivator	3.91
Planter, grain drill	5.00
Mower, cutterbar	7.47
Mower, rotary	8.80
Mower-conditioner	3.12
Windrower, self-propelled	1.80
Rake	2.45
Small square baler	4.00
Large square baler	1.74
Round baler	5.95
Forage harvester, pull type	2.60
Forage harvester, self-propelled	1.20
Cotton picker, self-propelled	2.65
Sugar beet harvester	7.77
Potato harvester	2.74
Combine, self-propelled	1.33
Grain wagon	2.64
Forage wagon	2.43
Boom sprayer	4.63
Sprayer, self-propelled	1.13
Feed grinders and mixers	0.29
Manure-handling equipment	3.09

Le graphique suivant (Figure 16) montre l'évolution du coût de revient d'un tracteur en fonction de son âge. On observe en dépréciation une part importante des charges fixes les premières années. A contrario, les charges variables composées des consommables et des frais de réparations n'augmentent pas proportionnellement. Il est pourtant fréquent de rencontrer la croyance que le coût d'entretien et des pannes dépassera les charges liées à un investissement neuf. Là encore, l'intensité d'utilisation et le mode de maintenance préventive impacteront directement cette tendance.

FIGURE 16 : ESTIMATION DU COUT DE REVIENT D'UN TRACTEUR DE 165 CHEVAUX



Ma participation au Precision Livestock Farming workshop m'a fait prendre conscience qu'il est possible de gérer une population d'animaux où chaque individu est différent alors qu'un industriel fait face à des problèmes de prévisions de pannes sur des véhicules 'identiques'. La clé dans les élevages au travers des données (consommation, poids, température, comportement, respiration, stress...) est de constamment mesurer pour créer des modèles (algorithmes) et ensuite décider ou agir en temps réel. Si on arrive à détecter une infection sur un individu animal trois jours avant le reste de la population, il doit être possible d'anticiper une panne mécanique. Encore une fois, c'est le nombre et la précision des mesures qui détermineront la fiabilité des prévisions. La télémétrie sur les engins agricoles nous offre donc de belles perspectives pour évaluer à l'avance un coût de maintenance. L'échange avec le responsable télémétrie au siège de la concession Burgess en Angleterre a confirmé cette tendance. Ce responsable doit suivre la totalité de la flotte d'automoteurs connectés à distance. Ainsi, il avertit les clients des périodicités d'entretien dépassées ou d'un entretien préventif à effectuer avant une panne plus conséquente. Ce suivi à distance permet également de connaître les régimes et taux de charge des moteurs pour améliorer le conseil lors d'un renouvellement futur.

L'optimisation des charges sociales et fiscales.

La justification d'économie fiscale a longtemps plaidé pour l'investissement en matériel roulant. Attention à ce que la réduction des prélèvements ne prenne pas le pas sur le coût global de détention d'un matériel. C'est bien une estimation du coût de revient global qui détermine la rentabilité d'une 'défiscalisation' technique. Certains sont encore plus catégoriques. C'est le cas de Jean-Marie Lett, du CDER de la Marne qui considère que « La fiscalité n'a pas sa place dans la réflexion d'achat ». Même si ce n'est pas toujours aussi simple, il faut en effet considérer qu'un investissement en année faste, peut se retourner en surcharge

comptable lorsque les prix agricoles ou les aléas climatiques ne jouent pas en notre faveur les années suivantes.

Mes interlocuteurs de l'Iowa State University estiment que le dimensionnement de matériel est réalisé entre 600 et 1500 USD/acre, soit 1300 à 3250 €/ha. Même si l'amortissement comptable suit les mêmes tendances qu'en Europe, les machines sont conservées bien plus longtemps en fonction de leur obsolescence technologique. Ainsi, il n'est pas rare d'amortir un automoteur sur 5 à 7 ans, alors qu'il sera conservé sur l'exploitation plus de 10 à 15 années. Le marché de l'occasion limité aux Etats-Unis explique une partie de cette stratégie qui freine le renouvellement. Aussi, les périodes optimales pour les récoltes et semis dans les états du nord ne permettent parfois qu'une valorisation des machines sur moins de 400 h/an. Cette stratégie d'investissement accentue l'écart entre valeur net comptable et valeur vénale du parc de matériel. C'est l'optimisation fiscale qui doit alors compenser les charges de mécanisation. Pour les outils à forts enjeux, où le risque de dépassement des JAD est important, le renouvellement est plus fréquent et suit le développement des nouvelles technologies. Dans le contexte de la corn belt (IN, IL, IA) le semoir monograine est l'archétype de l'investissement suréquipé et surdimensionné. Les conditions de semis catastrophiques du printemps 2019 n'ont fait que confirmer cette sécurisation d'une étape dont la qualité se répercute jusqu'à la récolte. Kelvin L. Leibold conclut sur cet avertissement : « Il faut défiscaliser sur du matériel qui a besoin d'évolutions technologiques comme le semoir monograine. Le tracteur n'est concerné que par des évolutions d'automatisation ». L'optimisation fiscale a perturbé les investissements en Iowa sur les exercices 2012-2013. L'attrait d'une meilleure fiabilité et de réduction des coûts de maintenance ont fait investir beaucoup d'agriculteurs. Sans le savoir, ils ont également acheté des systèmes de dépollution et des calculateurs qu'ils ont subis.

L'économiste américain William M. Edwards, observe que les investissements de machines chez les agriculteurs sont cycliques, selon la rentabilité de leur ferme, lorsqu'ils ont de bons résultats économiques. Même si vous observez un niveau d'imposition aux Etats-Unis assez proche de ce que l'on connaît en France (Figure 17), les charges sociales oscillent uniquement entre 2,9 et 15,3% pour les travailleurs indépendants (agriculteurs inclus). L'ajout de charges d'amortissement n'est donc pas plus rapidement rentabilisé ailleurs qu'ici, malgré une tendance à rythmer les investissements sur le niveau de revenu.

FIGURE 17 : TRANCHES DE REVENUS IMPOSABLES ET TAUX D'IMPOSITION MARGINAL

Taxable income brackets*		Marginal tax rates
Married filing jointly	Single	2018
\$0–19,050	\$0–9,525	10%
\$19,050–77,400	\$9,525–38,700	12%
\$77,400–165,000	\$38,700–82,500	22%
\$165,000–315,000	\$82,500–157,500	24%
\$315,000–400,000	\$157,500–200,000	32%
\$400,000–600,000	\$200,000–500,000	35%
Over \$600,000	Over \$500,000	37%

En Allemagne il a été possible de sur-amortir 50% de la valeur d'un tracteur acheté dès sa première année. La loi actuelle se base sur des durées de 8 ans pour les automoteurs et 12 ans pour les outils (neufs). Selon LBB, la stratégie du renouvellement de machines récentes pour accroître les amortissements et limiter les charges d'entretien et réparation n'est pas toujours gagnante. Les charges variables ne sont pas inversement proportionnelles aux charges fixes. Cette évolution dépend du taux d'occupation annuel de la machine et de l'intensité des travaux réalisés. Pour savoir si les consommables et réparations font croître dangereusement le TCO d'un matériel, le cabinet de conseil impose de suivre les charges par matériels et d'enregistrer tous les frais de pièces et main d'œuvre qui leurs sont attribués.

Impacts sur l'organisation du travail et optimisation de la main d'œuvre.

L'organisation du travail fut au cœur de mes échanges avec les responsables du cercle d'échanges Ringlink à Laurencekirk en Ecosse. La rencontre avec son président Andrew Moir m'a d'abord fait prendre conscience de la possibilité d'exploiter 365 ha (dont une centaine en prestation de service) en limitant l'investissement en propriété. Cet exploitant cultivant céréales d'hiver et pomme de terre ne possède qu'une moissonneuse batteuse, un tracteur et un distributeur d'engrais sur son parc d'équipement. Le reste des activités est possible par la mise à disposition de machines et de main d'œuvre par le cercle d'échange. Ringlink est le plus grand cercle du Royaume-Uni avec plus de 3000 membres adhérents agriculteurs et entrepreneurs de travaux agricoles. La trentaine de salariés est répartie dans différents bureaux du pays pour gérer la répartition des machines et l'organisation des plannings. L'objectif premier est de satisfaire les adhérents en leur trouvant une solution mécanisée la plus proche ou le plus rapidement possible. Ainsi chaque adhérent reste propriétaire de son matériel, la facturation du service de location étant totalement gérée par Ringlink. Le directeur Greham Peterhood aime à rappeler que vouloir une machine est très différent d'avoir besoin d'une machine. La stratégie de mécanisation des adhérents est donc adaptée en fonction des priorités et des rentabilités des productions de chacun. Ainsi, chaque propriétaire peut réduire le coût de revient des machines majeures en les offrant à la location ou prestation avec chauffeur. La question des périodes optimales d'intervention est vite évincée par Andrew Moir qui argumente par l'importance de l'étendue géographique du cercle, qui devient un avantage en faisant déplacer des machines depuis des secteurs où les travaux sont en décalage dans la saison. Ringlink propose un barème de coût de mise à disposition que les adhérents ne sont pas obligés de suivre. C'est alors l'équilibre en offres et demandes qui oriente l'évolution des tarifs des entrepreneurs de travaux par exemple. Le droit d'entrée est de 150£ par année quelle que soit la taille de l'entreprise. Le cercle prélève quatre pourcent de commission sur les transactions contractualisées entre deux membres. Ce coût est réparti pour moitié entre le prestataire et le client chez qui les travaux ont eu lieu. La fidélisation entre adhérents et la sécurisation de la base de données font la force et la durabilité d'un tel cercle. Toujours dans l'optique d'améliorer la rentabilité des exploitations, Ringlink est également une centrale d'achat pour les intrants comme le carburant ou les engrais. La formation des ouvriers agricoles fait également partie de ses activités phares. En découvrant ce mode de

mécanisation, on réalise qu'il existe une solution de partage de machine alternative à nos CUMA. Comme toute mécanisation partagée, la réduction du coût passe par l'augmentation du taux d'occupation annuel des engins agricoles. Comme ailleurs, nous sommes face à un dilemme de dimensionnement de l'investissement. Il sera encore une fois risqué de sous-dimensionner les performances d'une machine en propriété qui risquera de ne pas être suffisamment présente sur sa propre exploitation. Un outil d'aide à la décision est ici bien utile pour éviter une fois de plus de faire face au syndrome du buffet à volonté (maximisation de l'utilité ou surestimation du besoin). Les cercles d'échanges restent toutefois une solution très intéressante pour faciliter l'organisation des chantiers. Il y a un contrôle parfait des charges engagées malgré le manque de main d'œuvre compétente et disponible ainsi que la saisonnalité des travaux. En résumé, je considère que le choix du mode de mécanisation dépend davantage de l'organisation du travail que des seuls coûts de revient des machines.

Le coût de la main d'œuvre (salariée, familiale ou collaboratrice) est une charge qu'on ne peut réduire sans augmenter le débit de chantier. La vigilance est alors portée sur le fait que l'économie réalisée en équipement peut être perdue en coût de main d'œuvre. Dans les Etats du Midwest américain, la propriété du matériel semble demeurer la règle. Les locations de matériels, neufs ou d'occasions, sont possibles par les concessionnaires mais restent limités en raison d'un manque de souplesse. La mécanisation partagée est rencontrée dans des joint-ventures où le matériel est en copropriété. Cette organisation regroupe le plus souvent 2 ou 3 agriculteurs en raison des contraintes de distance qui séparent les fermes de grandes tailles. Ces formes de partage existent surtout lorsque les prix des céréales sont bas. Les joint-ventures sont par contre très répandues entre fermes de la même famille. Avec un coût de main d'œuvre autour de 15 USD/h (13.20 €/h) les robots ne semblent pas attirer la majorité des agriculteurs pour réduire leurs charges de travail. Les craintes évoquées s'orientent vers le besoin de débit de chantier important qui nécessitera d'automatiser des fortes puissances d'automoteurs. Selon Mark Hanna, Ingénieur en machinisme, le développement de l'automatisation ira plus vite que la diminution de la taille des engins. En conservant des largeurs de travail importantes et des fortes puissances robotisées, il est donc possible de pousser encore plus loin la productivité par unité de travail humain.

Les outils de l'agriculture de précision ne remplacent par l'agriculteur. Il s'agit d'aide aux décisions stratégiques.

Le parallèle entre les capteurs en élevage de précision et l'automatisation des agroéquipements ne s'arrête pas sur la prédiction des infections, chaleurs ou pannes. Il ne faut pas oublier les fondamentaux de la production agricole. L'automatisation est paramétrer pour prendre la décision la moins pire, mais pas forcément la meilleure. Un robot d'alimentation va optimiser la ration, même si cette dernière n'est pas du tout équilibrée. Je peux même témoigner d'un contrôle de semoir monograine avec modulation de densité de semis qui n'atteignait pas le quart de la performance d'une technologie mécanique des années 80. Pour conclure, même si l'automatisme d'une moissonneuse-batteuse modifie ses réglages en temps réel dans une parcelle de blé, elle restera sous exploitée sur le contre-batteur ou les réglages d'alimentations ne sont pas étalonnés par un opérateur.

Les cercles d'échanges sont actifs en Allemagne, mais on observe parfois des limites à ce mode de mécanisation partagée. Si la main d'œuvre est limitante, c'est un moyen d'accéder à des machines efficaces (débit de chantier) et moins dispendieuses qu'un investissement en propriété. Pourtant, bien souvent, un équipement à la puissance ou largeur réduite, avec un

taux d'occupation annuel optimisé offre un coût de revient aussi intéressant. Ce qu'observe le cabinet LBB chez certains adhérents de cercles d'échanges est un surinvestissement dans les matériels de l'exploitation justifié par une mise à disposition en prestation dans le cercle, le besoin est donc surévalué et l'agriculteur subit un cercle vicieux.

Le principal objectif de Kyler Laird (Indiana) pour le printemps 2019 étant de semer 4000 ha de maïs avec un semoir de 12 rangs (9 mètres de largeur) en parcourant les états qui relient le Texas à l'Ontario. Pour Kyler, la robotisation (et son surcoût) permet de cumuler les économies de main d'œuvre et de mécanisation en réduisant le dimensionnement des ensembles tracteur-outils : « Si demain j'ai deux semoirs automatisés dans mes parcelles, je conduirai la remorque pour alimenter en semence et en engrais. Sur un tracteur qui sème, il n'y a rien à faire, alors qu'ailleurs tu peux contrôler le semis ». Lorsqu'on l'interroge sur la place de l'agriculteur au volant il renchérit : « Si ta plus-value d'agriculteur c'est d'être assis dans un fauteuil, c'est qu'il y a un problème dans ton exploitation ». Lorsqu'en effet, un problème se produit sur la machine au travail ou lorsque le tracteur s'embourbe, sa position est de réagir de la même manière que si le tracteur est conduit par un opérateur. Ainsi, sa vision de la robotique n'est pas de libérer du temps pour faire une autre activité mais plutôt d'être sur le chantier afin de travailler « pour de vrai ». Sa position stratégique de la main d'œuvre est très liée au développement de la mécanisation partagée : « Lorsque l'on sème du maïs au Texas, mon semoir est sous un hangar de l'Indiana ». Son argument pour favoriser le transport à travers le pays est appuyé par le fait qu'une machine est large à cause du chauffeur dont la disponibilité est limitée. En réduisant la taille des outils robotisés, on assure de réaliser les travaux dans les JAD définis et de réduire le coût d'investissement par un partage de l'outil sous d'autres latitudes en augmentant le taux d'occupation annuel.

C'est lors d'une visite au salon Indiana Farm Equipment & Technology Expo que Mark Anson a témoigné sur le thème : comment vivre mieux sur une ferme de 8000 ha ? En replaçant la santé de ses sols au centre de ses priorités, ce sont les pratiques de cultures intermédiaires et de semis direct sous couvert qui lui ont permis d'assouplir la tension d'organisation de main d'œuvre durant les semis. Mark illustre la présence par le passé d'un stress global : « Lorsque c'est tendu pour les machines, ça l'est pour les finances, pour l'agriculteur et pour sa famille ». Cet agriculteur témoigne que le travail du sol intensif lui générerait de plus en plus de puissance nécessaire et de plus en plus de peine à réaliser le travail dans une période optimale. La réduction des façons culturales, dans un objectif d'agriculture de conservation lui a permis de simplifier les façons culturales. Une modification du système de culture impacte alors bien souvent le niveau de charge de mécanisation. Attention à ce que le chiffre d'affaire soit à minima conservé.

Bilan et perspectives

« Pourquoi ne fait-on pas ce qu'on sait que l'on doit faire ? » Hubert Defrancq.

Le modèle de dimensionnement en fonction des JAD est permis par des modélisateurs : la limite actuelle n'est pas la data météo ou technique mais les critères de seuils et plafond agronomiques. Alors que tout le monde se focalise sur les datas, je n'ai rencontré qu'un seul expert se souciant d'archiver ses critères de travaillabilité depuis 30 ans. Je crains que la robotisation réponde à des stratégies de communication sur les énergies ou l'agriculture de précision sans franchement améliorer le rendement énergétique ni le coût de revient. Mes modélisations de dimensionnement technico-économiques sont parfaitement applicables à la robotique agricole, la limite demeurant les fondamentaux que l'on a oublié.

Mes travaux et pistes à explorer sur l'optimisation fiscale passeront par la réévaluation des calculs d'amortissements. C'est bien là l'origine de la défiscalisation par le décalage entre valeur comptable et vénale. C'est la peur, appelée sécurisation qui fait investir plus grand. Evidement peu de personnes font le calcul entre surinvestissement et pertes potentielles. Les secteurs à fortes valeurs ajoutées (pédoclimatique, produit fini, industrialisation...) valorisent plus vite l'achat et se justifient davantage par une plus grande marge => qui génère plus de revenu => qui provoque plus d'imposition fiscale et sociale => qui génère plus d'achat pour défiscaliser => vont encore plus loin dans la sécurisation par le surdimensionnement. C'est aujourd'hui la référence de ceux qui réussissent, d'où la conclusion des autres que ce sont les « gros » moyens matériels qui font le succès et la rentabilité. Sans remettre en cause les stratégies en place sur des structures rentables, cela signifie qu'il y a une grande marge de manœuvre sur les exploitations françaises. Le virage de l'automatisation doit permettre de reconfigurer le logiciel : au profit des agriculteurs. La course à la data et robotisation sera un combat des connaissances : attention car la connaissance c'est une accumulation de savoirs lorsque l'expertise est la capacité de s'en servir.

Le travail de conseiller n'est pas seulement le fait d'empiler des arguments logiques et rationnels : La motivation dépasse très souvent la logique pour l'achat. Le langage de la raison a besoin d'être renforcé par des motivations significativement excitantes et désirables. Il faut donc, dans le conseil comme dans la vente, une connexion émotionnelle !

Si la rentabilité d'une entreprise agricole n'est pas une corrélation négative avec le poste de charges de mécanisation et en respectant les règles Maytag, la question bilan sera plutôt : « vos charges de mécanisation ne sont-elles pas trop faibles ? ».

Références

- Synthèse d'étude Strat&co : « Evaluation économique des exploitations agricoles et accompagnement stratégique » ; Agro-Transfert RT ; 2019
- Rencontre personnelle : Pascale Métais ; Ingénieure Arvalis ; Site de Saint Beauzire (63)
- Magazine AgriMutuel n°49 ; novembre 2017 ; Anny Haeffele
- Livre blanc des charges de mécanisation : Terre-net ; Mathilde Carpentier
- Entrepreneur des Territoires Magazine, n°121, Mai-Juin 2019 ; P. Morel
- Magazine Cultivar, Octobre 2018 ; Enquête : Le céréalier Français est-il encore suréquipé ? : Marie-Dominique Guillard
- Reboul C., Maamoun M., Des Brosses B. 'Météorologie et jours disponibles pour les travaux des champs. Résultats statistiques en Ile de France'. INRA Eco. Et Social. Rur., Paris, 176p.
- Farm Management, Ronald D.Kay, William Edward, Patricia Duffy, Mc Graw Hill Education.
- Guide des bonnes pratiques de gestion des Cuma, Edition 2016
- Guide d'achat du matériel agricole à l'usage des conseillers. TRAME BCMA, août 1999.
- Hunt, Donnel. Farm Power and Machinery Management, 9th edition, ISU Press, 1995.
- Bowers, Wendell, Machinery Management, Deere and Company, 1987.

Table des illustrations

FIGURE 1 : Evolution des acquisitions de matériel de 1980 à 2014 ; SSP Agreste ; Enquête sur la structure des exploitations agricoles en 2013 ; <http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/primeur334.pdf>

FIGURE 2 : Source Cerfrance Brocéliande ; publication dans le livre blanc des charges de mécanisation : Terre-net ; Mathilde Carpentier

FIGURE 3 ET 4 : Magazine Cultivar d'Octobre 2018 ; Marie-Dominique Guillard

FIGURE 5 : Cabinet LBB

FIGURE 6 : Hunt, Donnel & Bowers, Wendell.

FIGURE 7 : Planting Decisions Model, Farmdoc, University of Illinois

FIGURE 8 : Arvalis, Institut du Végétal

FIGURE 9 ET 10 : Visio Crop, Luc Lorin, 2019

FIGURE 11 : Conseils Agroéquipements, Julien Hérault, 2019

FIGURE 12 : Iowa Agriculture Statistics Records, 1958-1995

FIGURE 13 : Iowa State University

FIGURE 14 : ASABE Standards 2013, St Joseph, MI, 2017

FIGURE 15: ASABE Standards 2013, St Joseph, MI, 2013

FIGURE 16 : Iowa State University

FIGURE 17 : Ag Decision Maker, William Edwards

Plain English Compendium Summary

Project Title:	Name of project: COMPLETE
Nuffield France Project No.:	(Nuffield to insert)
Scholar:	Julien Hérault
Organisation:	Conseils Agroéquipements 20 La Loge Ligeron 79700 Mauléon FRANCE
Phone:	+33 661 709 334
Email:	heraultjulien-formation@yahoo.fr
Objectives	These must follow the objectives laid out in the report.
Background	NB: If this project is following on from previous work in an earlier project then also include that Project Code and title
Research	
Outcomes	
Implications	
Publications	Indicate where research has been published and if research has been presented at conferences or updates - include details.