

Végéphy – 24^e CONFÉRENCE DU COLUMA
JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
ORLÉANS -3, 4 et 5 DECEMBRE 2019

**EVALUATION DE L'IMPACT ECONOMIQUE ET AGRONOMIQUE DE DIFFERENTES PRATIQUES
CULTURALES EVALUEES DANS DES DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX PLURIANNUELS DANS LE
CONTEXTE « PLATEAU BOURGUIGNON »**

A.KOREKI ⁽¹⁾ V.VACCARI⁽²⁾ C.VERRIER⁽³⁾ P.GAUTIER ⁽³⁾

(1) Corteva agriscience : 1^{bis} avenue du 8 mai 1945 – 78230 Guyancourt France

(2) Dijon céréales (Artémis) : Route Sombornon 21440 Saint Seine l'Abbaye

(3) Syngenta France SAS : 1228 chemin de l'Hobbit - 31790 Saint Sauveur France

RESUME

Artémis, Corteva agriscience et Syngenta France SAS ont chacun mis séparément en place des dispositifs expérimentaux pluriannuels. Les résultats de ces dispositifs ont été mutualisés pour mieux étudier trois grandes thématiques: les rotations, le travail du sol et la gestion des adventices. Dans le contexte pédoclimatique du plateau de Fromenteau en Bourgogne, la rotation courte s'est avérée décevante financièrement, notamment pour les dispositifs soumis à une très forte pression vulpin. La diversification de la rotation classique via la substitution de l'orge d'hiver par l'orge de printemps a démontré des résultats très prometteurs qui méritent d'être approfondis. Malgré le souhait de diversifier les rotations, la rotation classique colza-blé-orge s'est révélée être la plus rentable à Fromenteau. En céréales, la combinaison du labour, du semis décalé et du désherbage mixte a permis de réduire l'utilisation d'herbicides tout en conservant voire augmentant la marge brute. En colza, l'utilisation de techniques culturales simplifiées (TCS) suivis d'un semis standard et d'un désherbage chimique ont amélioré le revenu de l'agriculteur et la gestion du vulpin. Quelle que soit la culture, la non alternance des modes d'actions des herbicides en désherbage a impacté négativement le rendement et la maîtrise du vulpin.

Mots-clés : désherbage, date de semis, rotation, vulpin, résistances

ABSTRACT

Artémis, Corteva Agriscience and Syngenta France SAS have individually set up multi-year experimental systems. All the results have been shared to study three major themes: rotations, tillage and weed management. In the pedoclimatic context of the plateau of Fromenteau in Bourgogne, the short rotation proved to be financially underwhelming, especially for devices subjected to a very strong pressure coming from Black grass. The diversification of the traditional rotation through the replacement of winter barley by spring barley has shown very promising results that deserve to be explored. Finally, regardless of the type of rotation, the traditional rotation proved to be the most profitable, illustrating the difficult diversification in this type of context. In cereals, the combination of tillage, delayed sowing and weed control with both chemical and mechanical technic has reduced the use of herbicides while maintaining or increasing yields. In rapeseed, the use of no-till method followed by standard seedling and chemical weed control improved yield and weed management. Whatever the crop, the constant use of herbicides with the same modes of action had negatively impacted the yield and black grass control.

Keywords: weed control, sowing, rotation, black grass, resistances

INTRODUCTION

En 2017, le département de la Côte d'Or, comptait plus de 4 700 exploitations agricoles réparties sur 469 067 ha de surface agricole utile (SAU) (Boudon, 2018). Environ 35 % de la SAU est occupée par des prairies et 47 % par le colza, le blé et l'orge (101 110 ha de blé, 55 030 ha d'orge et 55 950 ha de colza). Dans le contexte pédoclimatique du plateau de Fromenteau, la diversification des rotations est souhaitée mais difficile. Les rotations colza-blé-orge et colza-blé, uniquement constituées de cultures d'hiver y sont très fréquentes. Néanmoins, l'implantation répétée de cultures d'hiver dans les rotations a tendance à accentuer l'apparition de populations d'adventices résistantes à certaines familles d'herbicides (Fried et Reboud, 2007). En 2014, environ 90 % des cas de résistances étaient dus à cinq familles d'herbicides, les FOPs (HRAC A), les DIMs (HRAC A), les sulfonyles (HRAC B), les triazines (HRAC C1) et les urées (HRAC C2) (Henriet *et al.*, 2014). En France, l'adventice la plus rencontrée est le vulpin des champs (*Alopecurus myosuroides* huds.), une graminée qui présente fréquemment des résistances aux herbicides inhibiteurs de l'acétylcoenzyme A carboxylase (ACCase – HRAC A) et/ou aux inhibiteurs de l'enzyme Acétolactate synthase (ALS – HRAC B) en cultures d'hiver (Menchari, 2007). En rotation courte, l'implantation fréquente de colza induit une baisse de rendement et favorise aussi l'apparition de géranius. De plus, l'utilisation non raisonnée de produits phytosanitaires et les mauvaises pratiques agricoles ont entraîné des pollutions des eaux souterraines et de surface (Rodriguez et Gasquez, 2008). Des changements doivent donc être opérés afin que l'agriculteur puisse produire des aliments de qualité, limiter au maximum son impact sur l'environnement et conserver ses revenus.

Le groupe Artémis a mis en place, dès 2010, onze plateformes en Bourgogne-Franche Comté, dont trois en Côte d'Or, dans le but d'évaluer les avantages et les inconvénients de différentes pratiques culturales. Chaque plateforme est composée de dispositifs expérimentaux pluriannuels étudiant plusieurs thématiques. La plateforme de Fromenteau se situe sur le plateau de Saint-Seine-l'Abbaye à 500 m d'altitude en Côte d'Or. Nous nous sommes intéressés à trois des thématiques qui y sont étudiées: la rotation, le travail du sol et la gestion des adventices en conditions « agriculteurs ». La gestion des adventices comprend la date de semis et le type de désherbage utilisé. Les conditions pédoclimatiques de Fromenteau sont contraignantes. Les solutions agronomiques retenues dans ce contexte, pourront être facilement appliquées dans les exploitations situées à plus basse altitude. Pour donner plus de poids à nos observations, les résultats de cinq dispositifs, tous gérés par le même responsable technique ont été mutualisés : Champfriad, Fontaine Merle, Chaillot, Combe Poissenet et La Forêt. Le dispositif de Champfriad est exploité par la société Corteva agriscience (anciennement Dow Agrosiences) depuis 2012 et Fontaine Merle par la société Syngenta depuis 2014. Les trois autres dispositifs sont exploités par Artémis depuis 2010 pour La Forêt et 2012 pour Combe Poissenet et Chaillot. Dans le dispositif de La Forêt, seuls les résultats relatifs à la rotation courte seront étudiés.

Au travers de cet article, nous avons cherché à mettre en évidence les solutions les plus rentables pour l'agriculteur, y compris en présence de vulpin résistants. Avant d'évaluer les meilleures pratiques agronomiques, trois rotations ont d'abord été comparées:

- La rotation courte à La Forêt et la rotation courte à Champfriad : la pression initiale du vulpin a-t-elle une influence sur le bilan économique de la rotation ?
- La rotation courte à La Forêt et la rotation classique : sans pression initiale, la rotation courte est-elle viable pour l'agriculteur ?
- La rotation diversifiée et la rotation classique : la substitution de l'orge d'hiver par de l'orge de printemps est-elle la solution dans des dispositifs soumis à une très forte pression en vulpin résistants aux herbicides ?

Ensuite, les systèmes de cultures ont été étudiés en se basant sur des pratiques agronomiques classiques comme le labour ou le semis direct, et des pratiques connues pour être à risque comme la non alternance des modes d'action des herbicides. Les données économiques de la récolte 2019 pour

les dispositifs de Combe Poissenet, Champfriand et Fontaine Merle ne sont pas encore disponibles aujourd'hui. Elles seront incluses ultérieurement si possible. Elles nous permettront en outre, de donner plus de robustesse aux résultats déjà présentés.

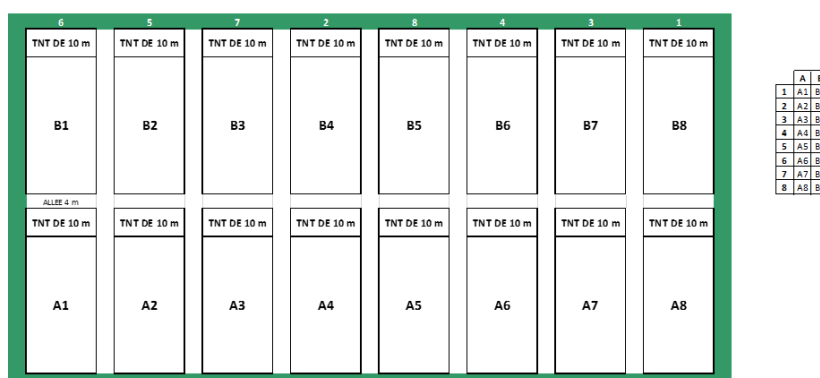
MATERIELS ET METHODE

1. Les dispositifs expérimentaux

Les dispositifs ont été mis en place entre 2010 pour le plus ancien, et 2015 pour le plus récent. Ils sont tous situés à moins de 2 km les uns des autres, ce qui correspond pratiquement à la situation d'une exploitation agricole composée de cinq champs différents. A Fromenteau, la pluviométrie est mal répartie sur l'année (www.infoclimat.fr) et le sol est argilo-calcaire (28-51% d'argile), majoritairement superficiel avec une réserve utile faible.

Un dispositif est composé de 2 x 8 parcelles de grandes tailles (12 x 45-80 m) réparties sur deux blocs (répétition A et B) (Figure 1). Une parcelle comprend une bande témoin de 5 à 10 m et une bande traitée de 40 à 70 m. Toutes les parcelles sont raisonnées selon les pratiques agriculteurs dans des conditions homogènes afin de maintenir les cultures propres et saines en dehors de facteurs étudiés. Les maladies et les ravageurs sont donc traités de la même façon sur toutes les parcelles pour garder un niveau de pression faible sur les cultures. Le sol est également travaillé de la même manière sur toute la parcelle (selon le système de culture étudié) ; seules les bandes traitées sont désherbées chimiquement et/ou mécaniquement.

Figure 1: Exemple de la disposition des parcelles dans un dispositif
(Example of plots disposition into a set)



Dans cette zone géographique, les adventices les plus rencontrées sont le vulpin, le scandix, la pensée, la véronique feuille de lierre, les bromes et le bleuet. Excepté le vulpin, les autres adventices sont présentes en faible quantité (souvent < 10 plantes/m²). La gestion des adventices a donc été logiquement axée sur la maîtrise du vulpin. Les dispositifs présentaient tous des situations de départ différentes :

Tableau 1 : Situation initiale de chaque dispositif
(Initial situation of each set)

Dispositif	Chaillot	Combe Poissenet	La Forêt	Fontaine Merle	Champfriand
1ère récolte	2012	2012	2010	2015	2012
Résistance initiale	R ACCase/R ALS	R ACCase/R ALS	S ACCase/S ALS	R ACCase/R ALS	R ACCase/S ALS
Nbr vulpin/m ² initial	47	133	5	134	168

2. Les thématiques étudiées

Chacune des trois thématiques étudiées présente une référence agriculteur « locale » : une rotation classique colza-blé-orge, l'utilisation de techniques culturales simplifiées (TCS) pour le travail du sol, une date de semis standard et un désherbage chimique avec alternance des modes d'action pour la gestion des adventices.

a. Les rotations

Trois rotations différentes ont été étudiées : la rotation classique colza-blé-orge d'hiver, la rotation courte colza-blé, très répandue dans ce département depuis 1992 et une rotation diversifiée colza-blé-orge de printemps. Trois rotations longues ont été mises en place mais ne seront exploitables qu'avec les données 2019.

b. Le travail du sol

Quatre types de préparation du sol sont étudiés : les techniques culturales simplifiées (TCS), le semis direct (SD), le labour et le pseudo-labour. Les TCS se caractérisent par l'utilisation d'outils à dent ou à disque. Le SD permet une réduction du travail du sol, mais qui en cas de résistances du vulpin, peut s'avérer peu efficace. Le labour correspond à un retournement de la terre sur 15-20 cm de profondeur. A Chaillot, la profondeur du sol ne permet pas de faire un vrai labour d'où la mise en place d'un pseudo-labour. Le pseudo-labour est un labour sur 10-15 cm de profondeur avec une charrue sans retournement du sol.

c. La gestion des adventices

Deux des piliers de la gestion des adventices sont étudiés ici : la date de semis et le type de désherbage.

Date de semis

Dans cette région, le semis standard du colza s'effectue vers le 20 août et le semis des céréales à pailles vers le 25 septembre (ici, Blé Tendre d'Hiver (BTH) et Orge d'Hiver (OH)). Le semis décalé correspond au semis standard retardé de quinze jours. Il a été prouvé que le décalage de la date de semis favorise la gestion des adventices et réduit les coûts du désherbage (Valentin-Morison *et al.* 2008). Il est donc important de valider cette observation dans la situation « plateau Bourguignon » en gardant l'objectif permanent de conserver les revenus de l'agriculteur.

Désherbage

Trois conduites de désherbages sont étudiées : le désherbage chimique et le désherbage mécanique seul ou associé à des herbicides (désherbage mixte). L'alternance ou non des modes d'action des familles d'herbicides est une sous-thématique du désherbage chimique et mixte qui est également étudiée dans le cadre de ce projet pour déterminer son influence sur l'apparition de résistance chez le vulpin. Une pression de sélection est faite sur les groupes HRAC A (inhibiteurs ACCase) et B (inhibiteurs de l'Acétolactate Synthase ou ALS).

Le désherbage mécanique se fait à l'aide d'une herse étrille et/ou d'une bineuse. Le résultat d'un désherbage mécanique dépend fortement des conditions climatiques du moment. Comme l'expérimentateur se place en condition agriculteur, le désherbage mécanique n'est effectué que lorsque les conditions optimales sont réunies. Un passage initialement planifié dans le système de culture peut être modifié, voire annulé une année, si les conditions ne sont pas réunies.

Individuellement, tous ces leviers agronomiques permettent de perturber directement ou indirectement le développement des adventices mais ne limitent pas assez leur germination et leur potentiel reproducteur (Henriet *et al.*, 2014). Il est donc nécessaire de les combiner afin de faciliter la gestion des adventices surtout dans le cas de nos dispositifs où la pression vulpin est très forte.

3. Outils de comparaison utilisés : le pourcentage final d'infestation du vulpin (%) et la marge brute (€/ha)

Les résultats sont exprimés en fonction de l'efficacité du désherbage et la marge brute moyenne ramenée à l'année (MB). L'efficacité du désherbage correspond à l'évolution de la population de vulpin entre le début et la fin de la campagne de désherbage. Elle est exprimée en pourcentage grâce au calcul suivant : $\text{Efficacité} = 100 - \left[\left(\frac{\text{nbr vulpin/m}^2_{\text{final}}}{\text{nbr vulpin/m}^2_{\text{initial}}} \right) \times 100 \right]$. Par exemple,

si à l'issue du désherbage la population de vulpin passe de 10 vulpins/m² à 1, celle-ci aura été réduite de 90%. La marge brute (€/ha/an) correspond à :

Produit brut - charges opérationnelles = (rendement x prix de vente) – charges opérationnelles

Tous les ans, le produit brut et la marge brute sont calculés en fonction de la valeur du prix de vente (€/ha) de chaque culture. Les charges opérationnelles comprennent le prix de la semence (également adapté à l'année), des traitements herbicides, fongicides et insecticides, des adjuvants, de la fertilisation et du désherbage mécanique.

4. Tests statistiques et logiciels utilisés

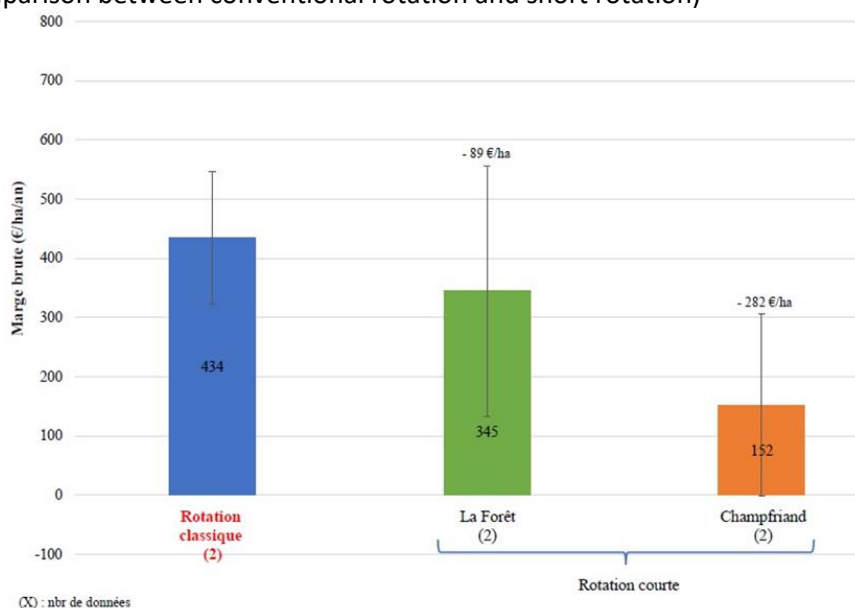
Afin d'appuyer les résultats observés, des analyses statistiques ont été menées avec le logiciel R (version 3.5.3) et son extension RStudio (version 1.1.463). D'abord au sein de chaque dispositif individuellement puis après la mutualisation des résultats de tous les dispositifs. Chaque modalité a été étudiée par Anova suivie d'un test de Tuckey HSD pour valider l'existence de différences significatives au seuil d'erreur de 5%. Les différences observées, n'ont généralement pas pu être confirmées statistiquement avec les outils utilisés. La gestion des résultats mutualisés des cinq plateformes nécessite des outils statistiques plus adaptés.

RESULTATS

1. Choix de la rotation

La rotation classique colza-blé-orge et la rotation courte colza-blé sont les plus répandues en Côte d'Or. Elles ont donc été analysées en premier (Figure 2).

Figure 2 : Comparaison de la rotation classique et de la rotation courte
(Comparison between conventional rotation and short rotation)



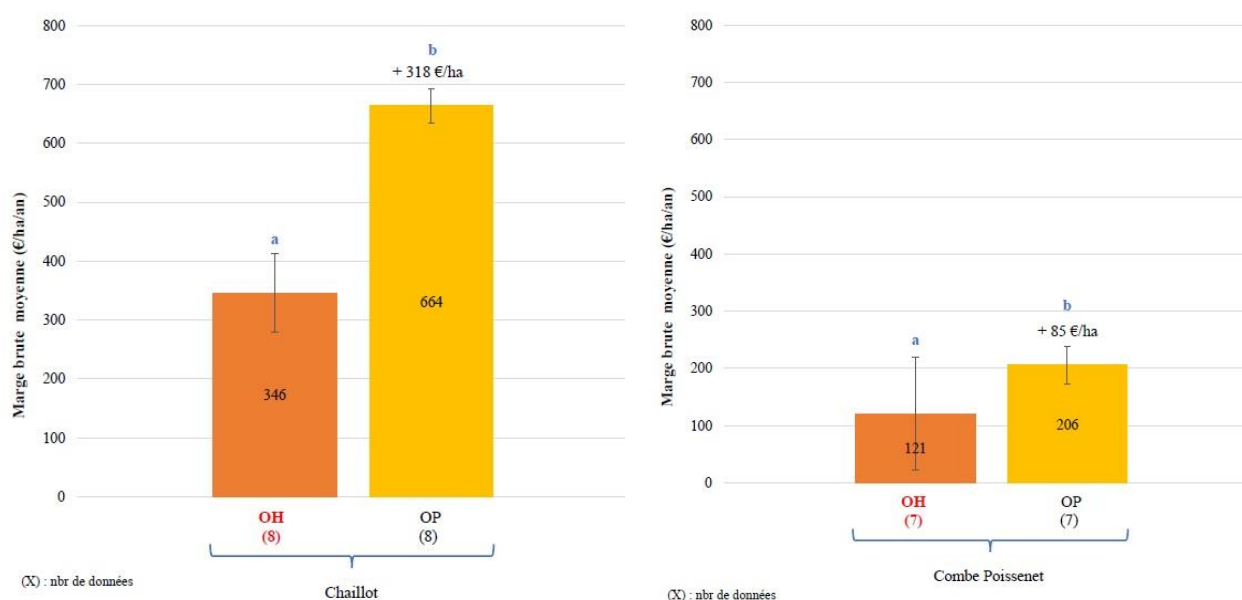
Entre les deux rotations courtes, le dispositif Champfriand est 56 % moins rentable que celui de La Forêt avec une baisse de la marge brute de 193 €/ha. A Champfriand, l'infestation par le vulpin est tellement forte qu'une compétition pour les ressources s'est installée entre la culture et l'adventice. En colza, c'est la teneur du sol en azote qui va conditionner la croissance de la plante (Terre Inovia, 2018). Le manque de ressources minérales ralentit la croissance et diminue le rendement. L'apport extérieur d'azote va également augmenter les charges de l'agriculteur et donc baisser la marge brute. L'incorporation du désherbage mécanique pour pallier aux problèmes de désherbage n'a fait qu'accentuer la baisse de rendement dans ce dispositif.

A charges herbicides égales, la rotation courte à La Forêt subit une baisse de rendement de 10 qx/ha par rapport à la rotation classique, soit une perte financière de 18%. L'implantation trop fréquente du colza est connue pour induire une floraison tardive, diminuer le poids du système racinaire, limiter le développement et engendrer une perte de rendement in fine (Yara.fr). La rotation courte semble aussi avoir favorisé l'apparition de géraniums et l'augmentation de la population de vulpins. En 2017, la perte de 11 qx/ha en culture de blé est essentiellement liée aux graminées. Malgré une pression vulpin initiale très faible, la rotation courte à La Forêt reste décevante financièrement par rapport à la rotation classique.

Le raccourcissement de la rotation classique colza-blé-orge en colza-blé est un choix risqué qui va induire des charges supplémentaires à l'agriculteur pour un rendement plus faible lors de la récolte. Plus la parcelle sera infestée, plus le déficit sera grand. Si la suppression de l'orge d'hiver n'est pas envisageable, la substitution de celle-ci par l'orge de printemps semble être un choix plus judicieux pour l'agriculteur. Grâce à la mutualisation des résultats, la rentabilité de cette culture a pu être comparée entre les dispositifs.

Dans les dispositifs de Chaillot et Combe Poissenet, l'orge de printemps est en moyenne plus rentable que l'orge d'hiver (Figure 3).

Figure 3: Comparaison de la marge brute entre l'orge d'hiver et l'orge de printemps
(Comparison of gross margin between winter barley and spring barley)

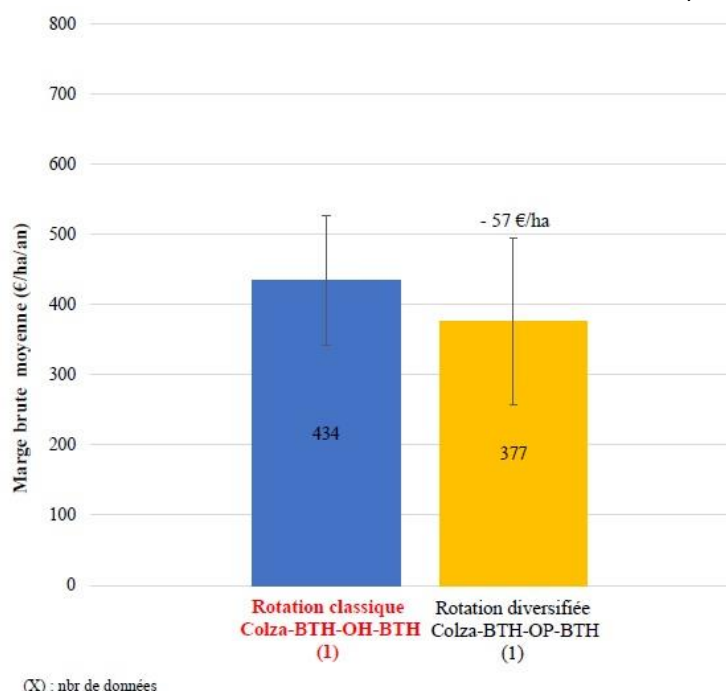


A Chaillot, l'orge de printemps est 48% plus rentable que l'orge d'hiver malgré un rendement et une charge herbicide équivalents. La différence vient principalement du prix de vente des grains : l'orge de printemps s'est vendue 190 €/t en 2018, contre 165 €/t en 2015 pour l'orge d'hiver.

A Combe Poissenet, l'orge de printemps rapporte 41% de plus que l'orge d'hiver. Dans les deux dispositifs, l'orge de printemps est plus rentable que l'orge d'hiver. La variation de la marge brute moyenne entre Chaillot et Combe Poissenet peut s'expliquer par un effet parcelle et/ou année. La typologie du sol et la pression vulpin étant différente entre les deux dispositifs.

A Champfriad, une comparaison stricte entre la rotation classique et la rotation diversifiée a été possible entre 2015 et 2018 (OH/OP implanté en 2016) (Figure 4).

Figure 4 : Comparaison entre la rotation classique et la rotation diversifiée
(Comparison between conventional rotation and diversified rotation)



La rotation diversifiée est 13% moins rentable que la rotation classique malgré une efficacité de désherbage de 100% la quatrième année. La variation vient principalement de la différence de marge brute entre les deux cultures d'orge. En 2016, on observe une différence de 6 qx/ha et de 240 €/ha en faveur de l'orge d'hiver. Dans cette zone géographique, la qualité de l'implantation de l'orge de printemps est conditionnée par la date de semis. Un semis mi-février aura plus de potentiel qu'un semis mi-mars comme ici. Le potentiel de l'orge d'hiver a donc été supérieur à celui de l'orge de printemps malgré une parcelle plus propre.

A Fromenteau, l'orge de printemps est une culture potentiellement très rentable. Si elle est semée de façon précoce, la culture pourra mieux s'enraciner et mieux supporter les stress hydriques de fin de cycle. Elle est d'autant plus intéressante que la meilleure marge brute (758 €/ha) a été obtenue en 2018 dans le dispositif de Chaillot soumis à une forte pression de vulpins résistants aux ALS et ACCases. Il faut cependant accumuler plus de données afin de donner plus de robustesse à ces résultats.

Le tournesol a également été étudié dans deux des cinq dispositifs. Individuellement, les données obtenues sont très variables : la marge brute oscille entre - 55 €/ha et + 482 €/ha. Ces variations peuvent être dues à plusieurs facteurs : dispositif, année, densité de semis, climat, variété... La rotation tournesol-blé-orge de printemps, s'est révélée être 8% plus rentable que la rotation classique, avec une marge brute moyenne annuelle de 378 €/ha. Le tournesol est également une alternative intéressante pour remplacer le colza en tête d'assolement.

En conclusion, dans le contexte pédoclimatique du plateau de Fromenteau, la rotation classique reste la pratique culturale la plus sûre et la plus rentable pour l'agriculteur. La rotation courte est un choix peu avantageux financièrement qu'il vaut mieux éviter. La rotation diversifiée est une piste prometteuse, l'orge de printemps étant souvent plus rentable que l'orge d'hiver.

2. Choix du/des systèmes de culture

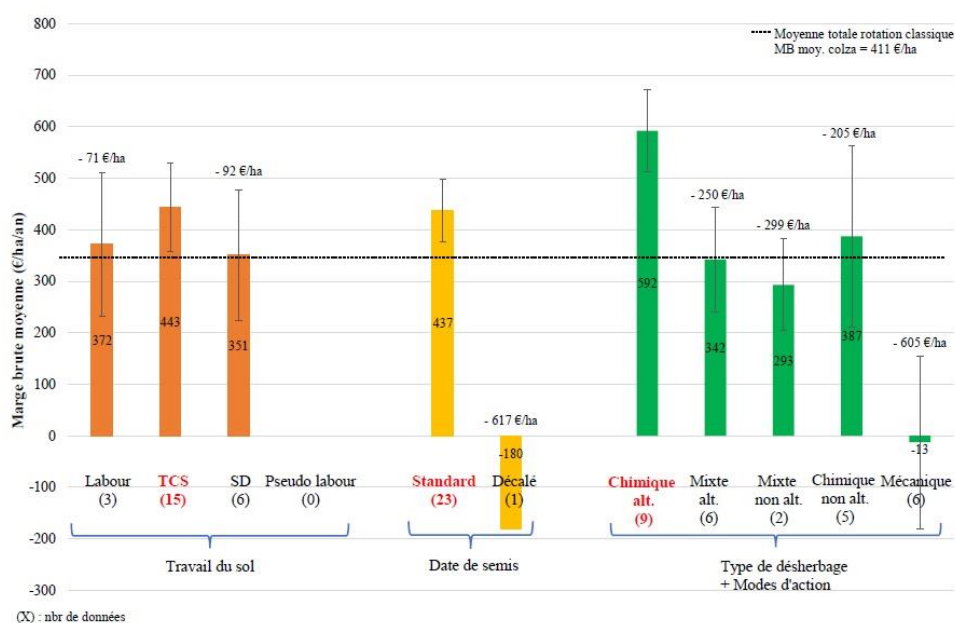
Dans l'attente des données de la récolte 2019 qui seront incorporées courant juillet-août, voici les résultats obtenus jusqu'à présent :

Tous les systèmes ont été comparés dans un même graphique, avec en rouge la référence agriculteur et entre parenthèses le nombre de données disponibles utilisées. Le code couleur entre les graphiques reste le même : le travail du sol en orange, la date de semis en jaune, et le type de désherbage en vert. La marge brute moyenne annuelle de la rotation classique a également été ajoutée via une ligne en pointillé afin de souligner où chaque conduite de culture se situe par rapport à la moyenne globale de la rotation.

Les systèmes de culture ont d'abord été étudiés en colza dans la situation plateau bourguignon (Figure 5).

Figure 5: Comparaison des différents systèmes de culture en colza

(Comparison of different cropping systems for rapeseed)



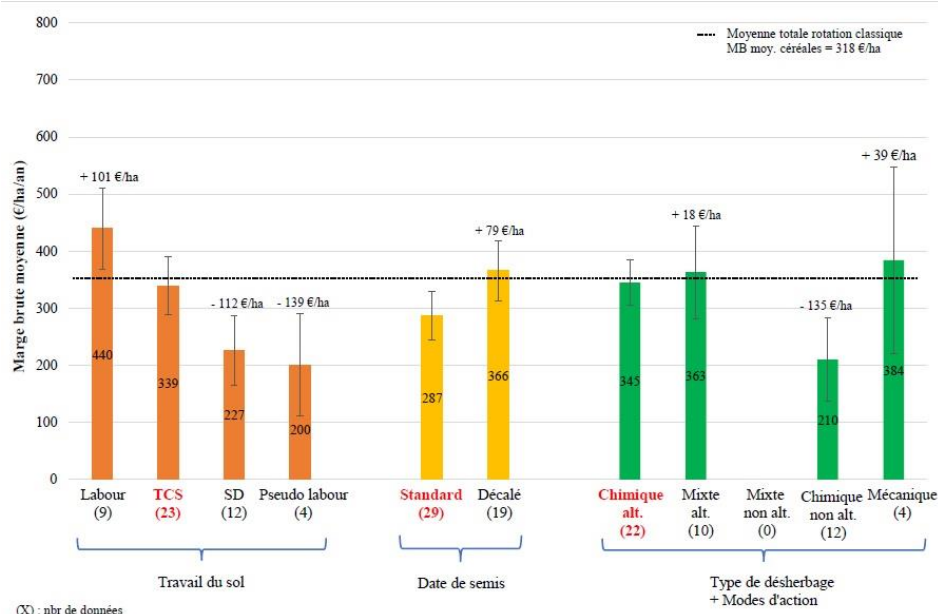
Sans surprise, le retard de la date de semis du colza entraîne un déficit de 180 €/ha, ce qui répond à la pratique agriculteur. Cela est dû à la levée tardive du colza qui, à l'entrée de l'hiver, n'a pas atteint un développement suffisant. En plus d'un semis décalé, un désherbage mécanique a été réalisé pour la seule donnée disponible, endommageant des plants de colza mal implantés et impactant le rendement. Pour cette culture, il vaut mieux semer tôt afin de prévenir les attaques de bio-agresseurs, d'atteindre une biomasse optimale avant le début de l'hiver et d'être plus compétitif vis-à-vis des adventices. Les TCS sont 16 % plus rentables que le labour et permettent de réduire la population de vulpin de 42%. Grâce à l'amélioration de la qualité du sol, les TCS favorisent la croissance du colza et permettent une meilleure implantation. Le semis direct s'avère intéressant en colza car la culture a été implantée grâce à la technique du strip-till qui va améliorer son développement racinaire et limiter la densité des adventices. L'apport précoce d'azote va également accélérer la croissance du colza, ce qui le rend plus robuste en cas de maladie. Par exemple en 2016, le colza a été infesté par la cylindrosporiose. Cette année-là, grâce à un apport précoce d'azote, le semis direct a rapporté en moyenne 193 €/ha quand les TCS ont fait perdre 159 €/ha à l'agriculteur.

Enfin, comme évoqué précédemment, le désherbage mécanique engendre une perte de 605 €/ha sur la marge brute. Le désherbage mixte est aussi à éviter car il n'est ni rentable, ni efficace comparé à un désherbage chimique.

En conclusion, pour l'implantation du colza il vaut mieux privilégier les TCS, semer à une date standard ou précoce et réserver le désherbage mécanique à d'autres cultures. L'alternance des modes d'action est impérative car elle améliore la marge brute et facilite la gestion des vulpins, même déjà résistants. En cas de problèmes liés au désherbage, l'utilisation de plantes compagnes pourrait être

une alternative envisageable en colza (non présentée dans cette étude). Elles limitent les attaques de ravageurs et le développement des adventices et contribuent aux apports azotés du colza (*Terre-net Média*, 2018). Les besoins et les contraintes propres à la culture de colza sont très différents du blé et de l'orge. Nous avons donc comparé les mêmes techniques de travail du sol et de gestion des adventices en céréales (Figure 6).

Figure 6 : Comparaison de la marge brute moyenne des différents systèmes de culture en céréales
(Comparison of the average gross margin of different cropping systems for cereals)



En céréales, le labour allie rentabilité et efficacité avec une augmentation de 33 % de la marge brute et une réduction de 77 % de la population de vulpin. Le semis direct est le travail du sol le moins adapté dans ce contexte car il entraîne une perte de 112 €/ha par rapport au TCS et une augmentation moyenne de 49 % de la population de vulpin. Enfin, bien que le pseudo-labour soit globalement la technique la moins rentable (malgré une efficacité de 84% sur le vulpin), elle présente un intérêt en orge d'hiver. Dans cette culture, le pseudo-labour a permis de gagner 115 €/ha par rapport aux TCS contre une perte de 270 €/ha en blé.

Le décalage de la date de semis est un levier efficace qui permet de gagner 79 €/ha et de réduire la population de vulpin de 43% contrairement au semis standard où le nombre de vulpin augmente de 28 %. Il faut cependant faire attention à ne pas semer trop tard, les chutes de températures avant le tallage étant très préjudiciable pour les céréales.

Enfin, le désherbage mécanique octroie 39 €/ha de plus que le désherbage chimique tout en éliminant 78 % du vulpin ce qui est non négligeable. En blé, il est également possible de compléter le travail mécanique par des herbicides (en alternant les modes d'action) pour gagner 26 €/ha tout en conservant la même efficacité de désherbage.

En conclusion, la meilleure conduite en céréales est de labourer avant un semis décalé puis de faire un désherbage mixte en blé ou mécanique en orge. Bien que le pseudo-labour soit intéressant en orge d'hiver, l'absence de répétition ne nous permet pas de savoir s'il s'agit d'une moyenne haute, basse ou médiane. Le labour constitue une technique efficace seulement s'il est utilisé avec modération tous les 3-4 ans. L'usage intensif du labour pouvant augmenter l'érosion du sol et faire chuter la matière organique du sol.

CONCLUSION

La diversification des rotations se révèle compliquée dans le contexte du plateau de Fromenteau où les conditions pédoclimatiques sont contraignantes. Bien que la rotation classique

colza-blé-orge d'hiver reste la plus rentable, l'introduction de l'orge de printemps est une piste prometteuse surtout en cas de vulpins résistants aux ALS et ACCase. De plus amples études doivent être menées afin d'étudier une rotation longue incluant l'orge de printemps et une autre culture. Le tournesol peut être un bon candidat car il est peu gourmand en intrant, en eau et en azote, et se comporte bien dans des sols superficiels. Le maïs, perçu comme exigeant en eau et en azote peut aussi être une culture intéressante à étudier. De nouvelles variétés, promettent une marge satisfaisante dans les parcelles où le risque de stress hydrique est fort. Le sorgho, une plante adaptée à la sécheresse et aux sols superficiels et qui ne dispose pas encore de bio-agresseurs, pourrait également être testé, à l'instar du soja ou encore de la luzerne, une plante fourragère autrefois cultivée en abondance dans cette région et qui présente un très gros intérêt économique pour les éleveurs et les céréaliers.

Lorsque l'on s'intéresse de plus près aux systèmes de cultures, les meilleures combinaisons varient en fonction de la culture visée. En céréales, le labour tous les 3-4 ans va permettre la réduction du stock semencier du vulpin (dont le taux annuel de décroissance (TAD) est de 85 %) et l'amélioration du désherbage pour les cultures suivantes tout en augmentant le rendement. Le décalage de la date de semis va également faciliter le désherbage et l'implantation de la culture. Enfin, le désherbage chimique peut être complété par un passage de bineuse et/ou de herse étrille sans induire des pertes financières pour l'agriculteur, à condition d'alterner les modes d'action des herbicides. En colza, il est plus intéressant d'utiliser des techniques culturales simplifiées tout en semant à une date standard voire précoce. Le désherbage mécanique pouvant endommager la culture, il est important de privilégier le désherbage chimique avec des herbicides de post ou pré-levée. Dans tous les cas, Il est vital de diversifier les familles chimiques d'herbicides dès l'automne pour une meilleure efficacité. Enfin, la mutualisation des données de cinq dispositifs, a permis d'explorer plus de pistes et d'apporter plus de robustesse à ces résultats.

BIBLIOGRAPHIE

Articles

- Boudon F., 2018. Mémento de la statistique agricole. *Agreste Bourgogne-Franche-Comté*, **52**, 1-44
- Fried G., Reboud X., 2007 - Evolution de la composition des communautés adventices des cultures de colza sous l'influence des systèmes de cultures. *OCL*, **14**, 68-76.
- Henriet F., Jaunard D., Gillemen A., Monty A., Mahy G. et Bodson B., 2014. Lutte contre les mauvaises herbes. *Livre Blanc « céréales »*, **3**, 1-33.
- Menchari Y., 2007. Evolution de la résistance aux herbicides inhibiteurs de l'acétyl-Coenzyme A carboxylase chez le vulpin des champs (*Alopecurus myosuroides* Huds.). *Thèse de doctorat, Université de Bourgogne*, 1-154.
- Rodriguez A. and Gasquez J., 2008. Gestion de la flore adventice en grandes cultures. *Innovations Agronomiques*, **3**, 107-120
- Valantin-Morison M., Guichard L., Jeuffroy M.H., 2008. Comment maîtriser la flore adventice des grandes cultures à travers les éléments de l'itinéraire technique? *Innovations Agronomiques*, **3**, 27-41

Sites internet

- Infos-climat. Climatologie de l'année 2018 à Dijon-Longvic. Consulté en juin 2018
<https://www.infoclimat.fr/climatologie/annee/2018/dijon-longvic/valeurs/07280.html>
- Terre-net Média. Caussade Semences présente des mélanges adaptés au colza. Consulté en juin 2018
<https://www.terre-net.fr/observatoire-technique-culturelle/appros-phytosanitaire/article/caussade-semences-presente-des-melanges-adaptes-au-colza-216-137707.html>
- Terre Inovia. Colza et tournesol : la nuisibilité des adventices en question. Consulté en juin 2018
https://www.terresinovia.fr/fileadmin/cetiom/Cultures/Colza/desherbage/Message_Terres_Inovia_Nuisibilite_adventices_oleos.pdf
- Yara. Augmenter les rendements, l'intérêt du colza. Consulté en juin 2018.
<https://blog.yara.fr/augmenter-les-rendements-colza>