

Travail de fin d'études : Étude et analyse des plantes compagnes associées au colza d'hiver



*Travail de fin d'études présenté par **Marie-Aline DE SMIDT**
En vue de l'obtention du titre de Bachelier en Agronomie,
finalité Techniques et Gestion Agricoles*

Étudiant : Marie-Aline DE SMIDT
Orientation : Techniques et Gestion Agricoles
Promoteur : Monsieur Thibault FIASSE
Lieu de stage : ASBL Greenotec
Maître de stage : Monsieur Simon DIERICKX

Année académique 2018-2019
Session d'août

Étude et analyse des plantes compagnes associées au colza d'hiver

A. Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu, mon maître de stage monsieur Simon Dierickx ainsi que l'équipe Greenotec, messieurs Maxime Merchier et François Dessart qui m'ont accompagné durant ce stage. C'est grâce à leur expérience et leur appui que j'ai pu réaliser ce travail qui clôturera mon cursus en tant que bachelier agronome.

Je remercie également mon promoteur monsieur Thibault Fiasse, directeur à la Haute École de la Province de Namur en agronomie à Ciney, qui m'a aidé et soutenu durant la rédaction de ce travail de fin d'étude.

Je tiens aussi à remercier toutes les personnes extérieures que j'ai pu côtoyer durant mon stage, qui ont pu répondre à mes questions et partager leur expérience. Notamment, les agriculteurs qui ont permis la mise en place des essais et sans qui mon travail n'aurait pas été réalisable ; le CIPF qui a mis leurs étuves à disposition ainsi que le Centre wallon de Recherches agronomiques. Je tiens à remercier le Collège des producteurs pour leur mise à contribution de l'essai pâturage.

Je tiens finalement à remercier ma famille avec une pensée particulière pour ma sœur qui m'a soutenu tout au long de mon stage ainsi que pour la rédaction de ce mémoire.

B. Sommaire

A. REMERCIEMENTS	5
C. LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES, CONVENTIONS ET SYMBOLES	9
1 INTRODUCTION.....	11
A) PRÉSENTATION DE L'ASBL GREENOTEC.....	13
I PARTIE THÉORIQUE	15
1 AVANT-PROPOS.....	17
1.1 Définition de l'agriculture de conservation	17
1.2 L'agro-écologie.....	18
1.3 Résumé.....	19
2 LA CULTURE DE COLZA.....	20
2.1 Importance économique du colza	20
2.2 Le colza dans le monde agricole.....	28
2.3 Résumé.....	46
3 L'ASSOCIATION DES CULTURES	48
3.1 Définition.....	48
3.2 Historique.....	48
3.3 Popularisation des associations de cultures.....	50
3.4 Atouts & inconvénients	51
4 TECHNIQUE DU COLZA ASSOCIÉ.....	53
4.1 Début du colza associé.....	53
4.2 Type d'association.....	54
4.3 Caractéristiques des espèces.....	62
5 ITINÉRAIRE CULTURALE.....	81
5.1 Conditions de l'association de culture en colza d'hiver.....	81
5.2 Implantation.....	83
5.3 Interventions	88
5.4 Récolte.....	91
5.5 Gestion de la parcelle après la récolte	91
6 EFFETS DE L'ASSOCIATION.....	92
6.1 Début du cycle.....	92
6.2 Croissance active.....	93
6.3 Période hivernale	99
6.4 Printemps.....	100
6.5 Récolte.....	104
6.6 Effets sur le long terme	104
6.7 Froments de colza associé.....	105
6.8 Économique.....	105
7 LE PÂTURAGE DES MOUTONS.....	106
7.1 Témoignages.....	106
7.2 Intérêt du pâturage.....	108
8 SYNTHÈSE.....	109
II PARTIE PRATIQUE	110
1 CULTURE DU COLZA 2018-2019	111
1.1 Été 2018	111
1.2 Automne 2018.....	112
1.3 Hiver 2018-2019.....	113
1.4 Printemps 2019	114
1.5 Été 2019	117
2 PARCELLES D'ESSAI.....	118
2.1 Description	118
3 MESURES EFFECTUÉES	122
3.1 Mise en place de des essais.....	122
3.2 Suivi des essais	126
3.3 Comptage morsures d'altises.....	140

3.4	Mesure de la biomasse	140
3.5	Les mesures nitrates dans les sols.....	142
3.6	Comptage des larves d'altises.....	145
3.7	Mesure du rendement et de la qualité technologique du colza	146
3.8	Mesure du rendement du froment après colza associé	147
4	RÉSULTATS, DISCUSSIONS ET INTERPRÉTATIONS.....	149
4.1	Ravageurs	149
4.2	Mesures de biomasses	152
4.3	Mesures des nitrates dans le sol	154
4.4	Comptage de pieds de pois et de colza	155
4.5	Effet pâturage de moutons	155
4.6	Rendements	158
5	PISTE D'AMÉLIORATION.....	165
5.1	Le colza associé	165
5.2	Le colza pâturé	165
2	CONCLUSION.....	166
D.	GLOSSAIRE	167
E.	BIBLIOGRAPHIE	173
F.	TABLE DES FIGURES.....	182
G.	TABLE DES TABLEAUX.....	186
H.	TABLE DES GRAPHIQUES	188
I.	TABLE DES MATIÈRES	191
J.	ANNEXE.....	195
I.	ANNEXE 1 : PLAN ANTHEIT	197
II.	ANNEXE 2 : PLAN BOIS-DE-VILLERS	198
III.	ANNEXE 3 : PLAN GERPINNES.....	200
IV.	ANNEXE 4 : PLAN SAINT-GÉRARD	201
V.	ANNEXE 5 : PLAN OCQUIER	203
VI.	ANNEXE 6 : PLAN VERLAINE	204
VII.	ANNEXE 7 : PLAN CORBAIS	205
VIII.	ANNEXE 8 : PLAN CORBAIS PÂTURAGE.....	206
IX.	ANNEXE 9 : PLAN GREZ-DOICEAU	207
X.	ANNEXE 10 : LES STADES REPÈRES DU COLZA.....	208
K.	ABSTRACT	209

C. Liste des abréviations, sigles, conventions et symboles

*	Renvoi au glossaire page 167
°j	= Degrés-jours
ACS	= Agriculture de Conservation des sols
ASBL	= association sans but lucratif
CETIOM	= Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains
EH	= Entrée d'hiver
ESA	= École Supérieure d'Agricultures
FAO	= Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture)
Fev	= Féverole
GES	= Gaz à Effet de Serre
Greenotec	= Groupement de Recherche sur l'Environnement et d'Étude de Nouvelles Techniques Culturelles
ha	= hectare = 10 000 m ²
N	= Azote
PMG	= Poids de mille grain
q	Quintal = 100 kg
SD	= Semis direct
SDSC	= Semis direct sous couvert végétal
SH	= Sortie d'hiver
TA	= Trèfle d'Alexandrie
TB	= Trèfle blanc
TCS	= Techniques culturales simplifiées ou encore Technique de Conservation des Sols
TCSL	= Techniques culturales sans labour
TSL	= Techniques sans labour
U N	= Unité d'azote

1 Introduction

A l'heure actuelle, le colza est une culture bien répandue en Wallonie ainsi que dans une grande partie du monde. Elle est largement cultivée pour la production d'huile alimentaire et d'agrocarburant. C'est, avec le soja et le palmier, l'une des trois principales sources d'huile végétale alimentaire au monde. Cependant, c'est une culture consommatrice d'intrants, que ce soit en engrais, ou en produits phytosanitaires. L'agriculteur d'aujourd'hui doit continuellement penser à la rentabilité de son exploitation et donc faire attention aux intrants agricoles qu'il utilise. En outre, en raison de l'épuisement des ressources de la planète et des critiques dont les produits phytopharmaceutiques font l'objet, une autre manière de cultiver le colza doit être envisagée, plus responsable d'un point de vue environnemental. En effet, le colza nécessite d'une quantité importante d'azote qui est en moyenne responsable de 90% des émissions de gaz à effet de serre (GES) d'une parcelle de colza. Il serait intéressant de se tourner vers des sources alternatives d'azote, comme le recours à des légumineuses qui captent naturellement l'azote présent dans l'air. La technique du colza associé semble une voie à explorer pour répondre à ces contraintes.

Cette technique consiste à associer des plantes compagnes au colza d'hiver afin d'apporter divers services. Selon le dictionnaire d'agroécologie (Loubes, Brasiles, & Sarthou, 2016), la culture associée est une pratique agricole qui consiste à implanter dans une parcelle au moins deux espèces pendant une période significative de leur croissance. Dans le cas du colza, les plantes compagnes seront en grande majorité des légumineuses. Dans ce travail, nous allons également aborder la technique de pâturage de moutons dans les parcelles de colza associé.

Le cadre de ce travail se limite à la Belgique et en particulier à la Wallonie durant une même année. Les mesures des résultats se font sur 2 années, en analysant la culture de colza associé ainsi que la culture qui suit, qui est dans la majorité des cas un froment. La culture de froment après est également suivie car il a été mis en évidence que les cultures de colza associé et de froment sont liées.

Afin d'observer l'impact des plantes compagnes sur le colza d'hiver, différentes mesures ont été réalisées. À la levée du colza, l'équipe Greenotec a effectué des comptages de morsures d'altises sur le colza. Ensuite, un prélèvement de biomasse a été réalisé dans chaque essai. En février, diverses mesures ont été réalisées sur le comptage de larves d'altise présentes dans les plants de colza ainsi que des prélèvements de terre à différents profils afin de déterminer la quantité de nitrates présents dans le sol après destruction des plantes compagnes par le gel. Un suivi de la culture a été réalisé durant toute la campagne de colza. Étant donné la dispersion des différents essais en Wallonie, le suivi des essais était difficile à faire de manière régulière dans toutes les parcelles. C'est pourquoi certains résultats n'ont pas eu d'explication vis-à-vis du suivi. Enfin le suivi de la récolte a permis d'avoir les données concernant le rendement obtenu.

Nous avons conçu, organisé et construit ce travail pour analyser la technique du colza associé, en Wallonie, avec notamment les avantages et inconvénients en comparaison avec la culture pure. Nous nous sommes posés certaines questions :

- Quels sont les impacts du couvert par rapport aux bio-agresseurs du colza ?
- Est-il possible de diminuer les intrants chimiques sans diminuer le rendement ?
- Est-il techniquement possible pour tous les agriculteurs d'utiliser cette technique ?
- L'incorporation de l'élevage dans les cultures de rente est-elle compatible ?
- Cette technique procure-t-elle un meilleur rendement comparé au colza simple ?
- La marge aussi !

Ce travail débutera par une présentation du colza dans le plan économique et agricole. Ensuite il présentera de manière théorique l'association des cultures dans leur ensemble en énonçant les atouts et les inconvénients de cette technique. puis, nous allons décrire de manière théorique le sujet, où nous expliquerons en quoi consiste la culture de colza associée et quelles pratiques doivent être adaptées ainsi que les bénéfices que la technique procurerait pour l'agriculteur et l'environnement. Nous énoncerons également quelques témoignages d'agriculteurs étrangers qui ont mis en place des moutons dans leur parcelle de colza associé. Dans une seconde partie, nous allons analyser de manière expérimentale la technique du colza associé ainsi que le pâturage de mouton dans l'un des essais de colza associé.

Nous poursuivrons le travail par une partie pratique concernant les mesures réalisées dans les essais et nous terminerons par la présentation des résultats obtenus durant cette saison.

a) Présentation de l'ASBL Greenotec

L'ASBL Greenotec (acronyme de Groupement de Recherche sur l'Environnement et d'Etude de Nouvelles Techniques Culturelles) est une association d'agriculteurs qui a vu le jour officiellement en 2006. Elle a été créée à l'initiative et à l'intention d'agriculteurs motivés par la recherche de solutions concrètes aux problèmes pratiques rencontrés au jour le jour dans l'adoption de Techniques de Conservation des Sols (TCS) sur leurs exploitations. Les compétences de l'association peuvent être divisées en 3 axes de travail :

Tout d'abord, Greenotec étudie le travail de sol (Strip-Till, TCS, SD...), la gestion des couverts végétaux (intercultures courtes, destruction des couverts...), ainsi que l'optimisation des itinéraires techniques en grande culture (colza associé...) via des essais de terrain répétés sur plusieurs années. Les essais se déroulent généralement dans des parcelles d'agriculteurs membres.

Dans un second temps, l'ASBL informe et forme les agriculteurs à la pratique des TCS, au travers de journées et voyages d'études, de conférences avec l'intervention d'experts mais également de newsletters (Greenotélex) et d'un site Internet (<http://www.greenotec.be/>).

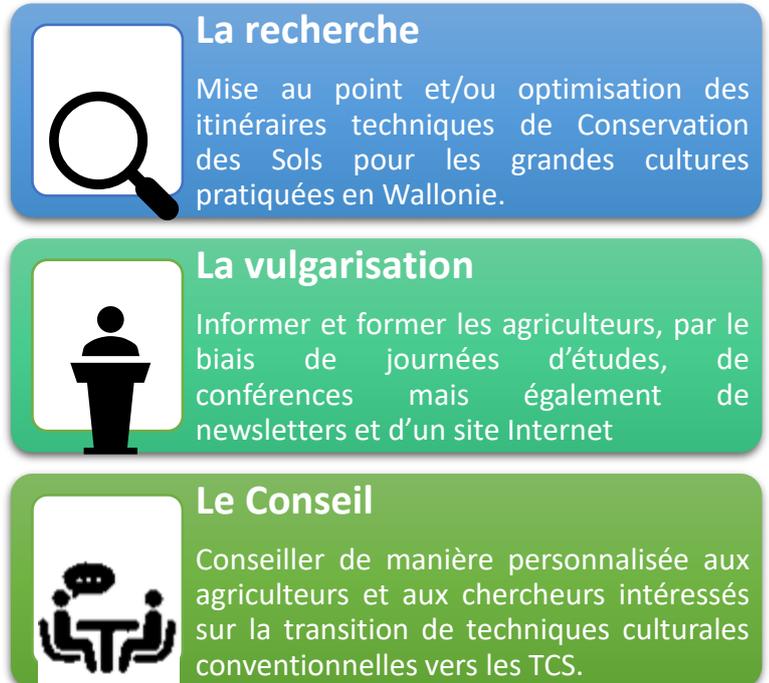
Ensuite l'ASBL joue un rôle relais et donne des conseils de manière personnalisée aux agriculteurs souhaitant se lancer dans l'agriculture de conservation via des visites d'exploitation ou des conseils téléphoniques.



Figure 1 : les différentes études organisées par Greenotec (source : <http://www.greenotec.be/>)

Le groupe d'agriculteurs à la base de la fondation de l'ASBL comptait 10 membres en mars 2006. En 2012, l'association compte dans ses rangs plus de 230 membres dont une très grande majorité d'agriculteurs wallons. Aujourd'hui, la société a atteint un chiffre de 320 membres.

L'association est coordonnée par un ingénieur agronome, Maxime Merchier. Il est secondé par Simon Dierickx et François Dessart qui s'occupent de la recherche et de la mise en place des essais. Son siège social est localisé au Sterpisse, chez le président de l'ASBL. Les bureaux d'études se trouvent à Ghlin.





I Partie théorique

1 Avant-propos

1.1 Définition de l'agriculture de conservation

C'est au cours de XX^e siècle que l'agriculture de conservation s'est développée à cause de problèmes d'érosion éolienne et hydrique aux États-Unis et au Brésil. Les systèmes de culture en agriculture de conservation se développent dans le monde depuis plusieurs décennies, et gagnent du terrain aussi en France. L'agriculture de conservation a été officiellement définie par la FAO¹ en 2001, comme reposant sur trois grands principes : couverture maximale des sols, absence de labour, rotations longues et diversifiées.²

« L'agriculture de conservation est un système cultural qui favorise le maintien d'une couverture permanente du sol, une perturbation mécanique des sols minimale (pas de travail du sol) et la diversification des espèces végétales. Elle accroît la biodiversité et stimule les processus biologiques naturels qui ont lieu au-dessus et en dessous de la surface du sol, ce qui contribue à une utilisation plus efficace de l'eau et des nutriments et permet d'améliorer durablement la production végétale. » (FAO, 2019)

En 2010, la FAO estimait que plus de 100 millions d'hectares étaient cultivés en agriculture de conservation dans le monde, pour seulement 45 millions au début des années 2000.³

1.1.1 Les piliers de l'agriculture de conservation⁴



Une perturbation mécanique des sols minimale :

Pas de travail du sol puisque l'ensemencement et/ou l'épandage d'engrais sont effectués directement.



Une couverture organique des sols permanente⁵ :

Faite de résidus végétaux et/ou de cultures de couverture.



La diversification des espèces cultivées :

Obtenue en cultivant successivement plusieurs espèces (au moins trois) ou en les associant.

¹ FAO = Food and Agriculture Organization : organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, spécialisée dans l'aide au développement et chargée d'améliorer le niveau de vie, l'état nutritionnel et la productivité agricole. Intervient notamment en cas de famine, de crise alimentaire et agricole.

² INRA. (2017, février 26). *L'agriculture de conservation : faut-il labourer le sol?* (P. Mollier, Éd.) Consulté le février 7, 2019, sur <http://www.inra.fr>: <http://www.inra.fr/Chercheurs-etudiants/Agroecologie/Tous-les-dossiers/L-agriculture-de-conservation>

³ Ministère de l'Agriculture. (2013, septembre). *L'agriculture de conservation. Centre d'études et de perspectives* (Analyse n°61). (N. Schaller, Éd.)

⁴ FAO. (2019). *les principes de l'agriculture de conservation*. Consulté le février 7, 2019, sur www.fao.org: <http://www.fao.org/conservation-agriculture/fr/>

⁵ D'au moins 30%

En théorie, ces trois principes doivent être appliqués simultanément. L'absence de labour, la couverture du sol et la diversification des rotations permettent de maîtriser les adventices et de diminuer la pression des ravageurs. L'agriculture de conservation tend donc à réduire le trafic sur le sol et la profondeur de celui-ci afin de préserver son équilibre. On obtient dans l'idéal un agroécosystème dans lequel les régulations écologiques permettent de diminuer *l'artificialisation*⁶ du milieu (intrants, travail du sol). Mais cela présume des changements profonds dans la conduite des itinéraires de culture par rapport à l'agriculture conventionnelle.

Dans cette logique, l'agriculture de conservation se rattache naturellement à la notion d'intensification écologique et à celle, adjacente, d'agro-écologie, où il est question d'utiliser intensivement les processus biologiques et écologiques des écosystèmes, plutôt que les intrants. L'agriculture de conservation impliquerait donc une conception différente de la manière de produire.

1.2 L'agro-écologie

Selon l'ASBL Greenotec, l'agro-écologie permet de maximiser les services écosystémiques sur l'exploitation pour diminuer voire supprimer les engrais chimiques, les pesticides et le travail du sol.

1.2.1 Les principes de l'agro-écologie

Les définitions de l'agro-écologie sont variées mais un certain nombre de principes peuvent être retenus. Ces principes s'appuient au maximum sur les fonctionnalités des écosystèmes, maximisent la biodiversité fonctionnelle et renforcent les régulations biologiques dans les agro-écosystèmes, afin de concilier plus durablement enjeux socio-économiques et enjeux environnementaux. Des exemples des principes de l'agro-écologie selon l'ASBL Greenotec sont énumérés dans le Tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 : Principes de l'Agro-écologie (source : <http://www.greenotec.be/>)

Principes	Exemples
1. Réduire l'utilisation de substances et d'intrants artificiels qui nuisent à l'environnement	<ul style="list-style-type: none"> • Favoriser les intrants "locaux" permettant d'effectuer des interactions biologiques, • Utiliser des plantes captant naturellement de l'azote atmosphérique et le restituant à la culture suivante, • Usage systématique d'engrais verts et d'intercultures, • Rotation des cultures, • Utiliser des associations de plantes pour diminuer les attaques d'insectes, • Diminuer les passages d'outils et donc de consommation de fuel.
2. On augmente la couverture	<ul style="list-style-type: none"> • Pour minimiser l'érosion des sols, • Pour couvrir le sol et diminuer l'implantation des mauvaises herbes, • Pour diminuer la perte d'eau et d'humidité, • Pour éviter de polluer les nappes.
3. Promouvoir une activité biologique des sols, afin que ceux-ci deviennent plus fertiles	<ul style="list-style-type: none"> • Limiter le travail du sol pour un sol vivant, • Nourrir son sol avec de la matière organique pour activer cette activité biologique.
4. Maintenir la richesse des écosystèmes	<ul style="list-style-type: none"> • Association de cultures • Rotation des cultures • Intégration des élevages • Augmenter les habitats (haie, zone refuges, bandes fleuries...)

⁶ Cf. D. Glossaire

1.3 Résumé

Sur le schéma ci-dessous (Figure 2), on peut retrouver les différents systèmes de production agricole. Dans ce schéma, on observe que l'ACS⁷ fait partie de la branche de l'agro-écologie tout comme l'agroforesterie, l'agriculture biologique et l'agriculture intégrée.⁸

Cependant, ce schéma n'est pas exhaustif car il existe de nombreux modèles de production tous différents l'un par rapport aux autres. Il n'est pas non plus représentatif de l'agriculture en générale car celle-ci est bien plus complexe. En effet, ces modèles aussi bien différents l'un par rapport aux autres peuvent néanmoins coexister dans une même exploitation agricole à quelques exceptions près (exemple : l'agriculture biologique⁹ ou l'agriculture intensive et extensive qui sont des antonymes). L'agriculture n'est pas faite de plusieurs modèles distincts des uns des autres, mais plutôt comme une interaction entre les différentes techniques qu'on peut retrouver dans ces divers systèmes de production agricole.

Au cours de l'histoire de l'humanité, la civilisation agricole est passée par différents systèmes de production qui ont évolué au cours du temps et en fonction des régions. En effet, l'agriculture est faite de techniques qui diffèrent d'un continent à l'autre, d'un pays à l'autre, d'une ferme à l'autre et même d'une époque à l'autre. Aujourd'hui, certains modèles ont disparu de nos contrées ou au contraire sont revenus au goût du jour.



Figure 2 : Schéma des différents systèmes de production agricole (source : DE SMIDT Marie-Aline)

L'agriculture de conservation regroupe diverses techniques afin de diminuer l'utilisation de produit phytopharmaceutique et de réduire les charges de mécanisation ce qui permet d'augmenter la fertilité des sols. Dans ces pratiques, on trouve le semis direct, le semis direct sous couvert végétal, le relay-cropping, les techniques culturales simplifiées, les rotations longues et complexes, le strip-till¹⁰, les intercultures et les cultures associées. Dans ce travail, nous allons nous intéresser plus particulièrement à cette dernière technique.

⁷ ACS = agriculture de conservation des sols

⁸ Voir Glossaire p161 pour plus d'information sur les différents système de production

⁹ L'agriculture biologique demande un cahier de charge précis pour obtenir la certification AB.

¹⁰ Le strip till (travail en bande) est une technique venue tout droit de l'Amérique du nord. Ce procédé principalement destiné aux cultures à fort espacement entre rangs (maïs, tournesol, betteraves colza...) consiste à préparer le sol uniquement sur la ligne de semis.

2 La culture de colza

Dans ce chapitre, nous allons examiner l'importance de la culture de colza dans le monde et au niveau européen. Nous allons également aborder quelques chiffres sur sa production en Belgique et parler des débouchés disponibles.

Ensuite, nous allons aborder l'intérêt de la culture d'un point de vue agronomique ainsi que son itinéraire cultural et des problèmes qui peuvent survenir avec cette plante.

2.1 Importance économique du colza

2.1.1 Dans le monde

Cultivé depuis l'Antiquité en Chine, le colza a été introduit en Europe du Nord au 18^{ème} siècle et notamment en Scandinavie, Flandres et Allemagne.

Entre 1975 et 2007, la production mondiale de colza a été multipliée par six. Aujourd'hui, le colza est cultivé pour la nutrition animale, pour produire une huile végétale destinée à la consommation humaine ainsi que du biodiesel.¹¹

Au XIX^e siècle, les graines étaient triturées en huile pour servir de lubrifiant dans les machines à vapeur. Son emploi était alors moins destiné à l'alimentation animale et humaine en raison de sa teneur élevée en glucosinolates qui donnait à l'huile un goût amer. Plus tard, la sélection des cultures a permis de réduire ce composé et de produire une huile au meilleur goût.¹²

Derrière le soja, le colza est la deuxième graine oléagineuse la plus produite dans le monde. Elle est cultivée sur tous les continents, avec environ 60 MT/an de production de graines.¹³

2.1.1.1 Répartition de la production de graines de colza dans le monde

L'Europe se place au premier rang mondial. Cette position résulte surtout de la forte productivité par hectare du colza d'hiver qui y est principalement cultivé, par rapport au colza de printemps étant cultivé sur les autres continents.¹⁴

2.1.1.2 Les échanges de graines de colza

Seuls 1/6 de la production annuelle mondiale, soit 10 MT sont échangés. Ce volume place néanmoins la graine de colza en deuxième position des graines oléagineuses les plus échangées au monde, derrière le soja.¹⁵

En 2017, quatre grands acteurs se démarquent sur ce marché :¹⁶

- ✿ l'UE, premier producteur mondial de graines de colza, et le deuxième importateur mondial ;

¹¹ YARA. (s.d.). *Production mondiale*. Consulté le août 7, 2019, sur [www.yara.fr: https://www.yara.fr/fertilisation/solutions-pour-cultures/colza/production-mondiale-colza/](https://www.yara.fr/fertilisation/solutions-pour-cultures/colza/production-mondiale-colza/)

¹² *Ibid.*

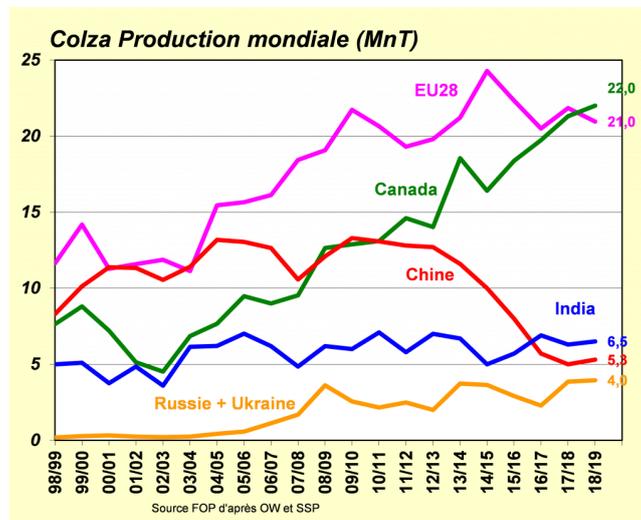
¹³ YARA. (s.d.). *Le colza dans le contexte oléagineux mondial*. Consulté le août 7, 2019, sur [www.yara.fr: https://www.yara.fr/fertilisation/solutions-pour-cultures/colza/colza-dans-contexte-oleagineux-mondial/](https://www.yara.fr/fertilisation/solutions-pour-cultures/colza/colza-dans-contexte-oleagineux-mondial/)

¹⁴ *Ibid.*

¹⁵ *Ibid.*

¹⁶ *Ibid.*

- ✿ le Canada est le deuxième producteur mondial et le premier exportateur mondial. On y cultive essentiellement du colza de printemps, dont 95% de variétés OGM résistantes à différents herbicides à large spectre ;
- ✿ l'Inde se place en troisième position en terme de production mondiale ;
- ✿ la Chine est le quatrième producteur mondial. Les variétés utilisées sont intermédiaires entre du colza de printemps et d'hiver.



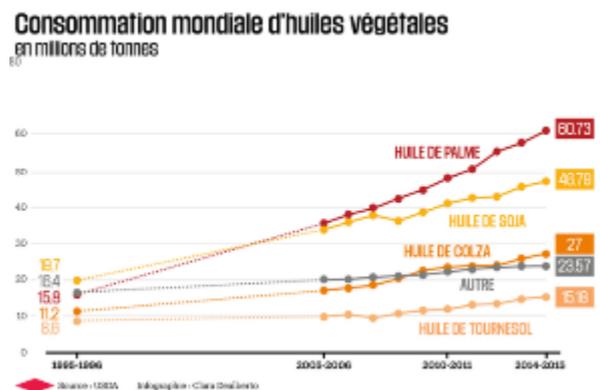
Graphique 1 : Évolution de la production mondiale du colza le 20 juin 2018 (source : <http://www.fopoleopro.com/marche-mondial-des-oleagineux-juin-2018/>)

Le Graphique 1 nous montre la tendance de la production mondiale pour la récolte 2018-2019. Ainsi, le Canada tend à devenir le premier producteur mondial de colza. L'augmentation des surfaces de colza au cours des 15 dernières années est essentiellement due au développement de la production en Europe et au Canada, néanmoins les surfaces restent bien deçà des surfaces dédiées à la culture du soja.¹⁷

2.1.1.3 La consommation mondiale d'huile de colza

L'huile de colza est la troisième huile la plus consommée au monde avec 24 Mt/an, derrière l'huile de palme et l'huile de soja. Les volumes ont été augmentés de 150% au cours de ces 2 dernières décennies, suite à l'évolution mondiale de la consommation d'huiles végétales.¹⁸

À l'échelle mondiale, 25 millions de tonnes d'huile de colza sont consommées chaque année. Les Chinois en sont les 2èmes plus importants consommateurs après les Européens, avec un total de 6,5 millions de tonnes. En Union européenne, pour tous les usages confondus, ce sont 9,5



Graphique 2 : Évolution de la consommation mondiale d'huiles végétales (source : www.liberation.fr)

¹⁷ FOP (Fédération Française des Producteurs d'Oléagineux et de Protéagineux). (2019). *Colza*. (F. F. Protéagineux, Éd.) Consulté le août 7, 2019, sur www.fopoleopro.com: <http://www.fopoleopro.com/la-fop/nos-cultures/colza/>

¹⁸ YARA. (s.d.). *Le colza dans le contexte oléagineux mondial*. Consulté le août 7, 2019, sur www.yara.fr: <https://www.yara.fr/fertilisation/solutions-pour-cultures/colza/colza-dans-contexte-oleagineux-mondial/>

millions de tonnes d'huile de colza qui ont été consommées en 2013 – soit 30% des huiles végétales utilisées au total en Europe.¹⁹

L'huile de colza est une source naturelle importante d'acides gras insaturés, ce qui en fait un aliment très bénéfique à l'équilibre alimentaire. Elle joue par ailleurs un rôle très important dans la chimie verte et dans la création d'énergie renouvelable.²⁰

2.1.1.4 *La compétitivité de l'huile de colza*

L'huile de colza est pour le moment moins compétitive que les huiles de palme et de soja. Le colza a un rendement de production d'huile intermédiaire, mais le coût de sa production est supérieur à celui des huiles de palme et de soja.²¹

Le colza est notamment plus dépendant du coût de l'énergie (gaz naturel), car il consomme plus d'engrais azoté que le palmier. Le soja, étant une légumineuse, ne nécessite pas d'apports azotés.²²

2.1.1.5 *La production mondiale de biodiesel*

L'huile de colza est la deuxième huile la plus transformée en biodiesel derrière l'huile de soja avec près de 6 Mt/an. Cette production est utilisée principalement en Europe.²³

À partir de 2002, le biodiesel connaît un accroissement constant de sa production au sein de l'UE et aux États-Unis, atteignant 6 millions de tonnes en 2006.²⁴

En 2011, plus de 75% des biocarburants utilisés en Europe étaient du biodiesel, étant donnée la forte diésélisation du parc automobile. Mais la consommation y étant supérieure à la production, le déficit a été compensé par du biodiesel produit aux USA, au Brésil et en Argentine.²⁵

¹⁹ Terres Univia. (s.d.). Colza. Consulté le août 7, 2019, sur www.terresunivia.fr : <http://www.terresunivia.fr/cultures-utilisation/les-especes-cultivees/colza>

²⁰ *Ibid.*

²¹ YARA. (s.d.). *Le colza dans le contexte oléagineux mondial*. Consulté le août 7, 2019, sur www.yara.fr: <https://www.yara.fr/fertilisation/solutions-pour-cultures/colza/colza-dans-contexte-oleagineux-mondial/>

²² *Ibid.*

²³ *Ibid.*

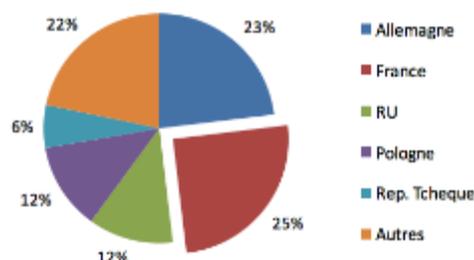
²⁴ YARA. (s.d.). *Production mondiale*. Consulté le août 7, 2019, sur www.yara.fr: <https://www.yara.fr/fertilisation/solutions-pour-cultures/colza/production-mondiale-colza/>

²⁵ YARA. (s.d.). *Le colza dans le contexte oléagineux mondial*. Consulté le août 7, 2019, sur www.yara.fr: <https://www.yara.fr/fertilisation/solutions-pour-cultures/colza/colza-dans-contexte-oleagineux-mondial/>

2.1.2 En Europe

L'Europe est la première zone de consommation d'huile de colza. L'UE se place en première position de la trituration de la graine de colza et de la production d'huile.²⁶

En Europe, l'Allemagne, la France, le Royaume-Uni et la Pologne, qui ont les plus grands potentiels de production de graines, disposent de capacités de trituration également importantes. L'Espagne, les Pays-Bas et la Belgique triturent, en revanche, essentiellement des graines importées.²⁷



Graphique 3 : Production de l'Union européenne en 2015 (source : <http://www.fopoleopro.com/la-fop/nos-cultures/colza/>)

En 2009, l'UE avait imposé une obligation d'incorporation de 10% de biocarburants dans les carburants d'origine fossile à l'échéance 2020. Mais récemment, face aux expertises qui montrent que les cultures de colza destinées aux biocarburants ont un impact négatif sur l'environnement à cause du phénomène de Changement d'Affectation des Sols indirects (CASI), l'UE est revenue sur ce taux pour le baisser à 6 % à cette échéance 2020.²⁸

L'augmentation de la production de graines de colza a entraîné une augmentation des tourteaux de colza disponibles. Ce coproduit se valorise bien en alimentation animale sur le marché intérieur de l'Union européenne. Le tourteau de colza a bénéficié des améliorations des procédés d'extraction de l'huile, notamment en réduisant la teneur en composés soufrés, facilitant ainsi son incorporation dans les rations animales. C'est pourquoi, la production de biodiesel a amélioré l'autonomie protéique de l'Europe.²⁹

2.1.2.1 En Belgique

En Belgique, la culture du colza a pris de plus en plus d'ampleur au cours de ces dernières années. En 2015, 11 980 ha de colza ont été plantés dont 95 % en Wallonie. Les rendements sont assez fluctuants en fonction des régions mais sont généralement compris entre 3,5 et 5,5 tonnes par hectare.³⁰

En Belgique, 33 % de la production de colza est utilisée à des fins alimentaires (l'huile de colza pour l'alimentation humaine et le tourteau de colza pour l'alimentation animale) et 67 % à des fins non-alimentaires (biocarburant, ...).³¹

²⁶ *Ibid.*

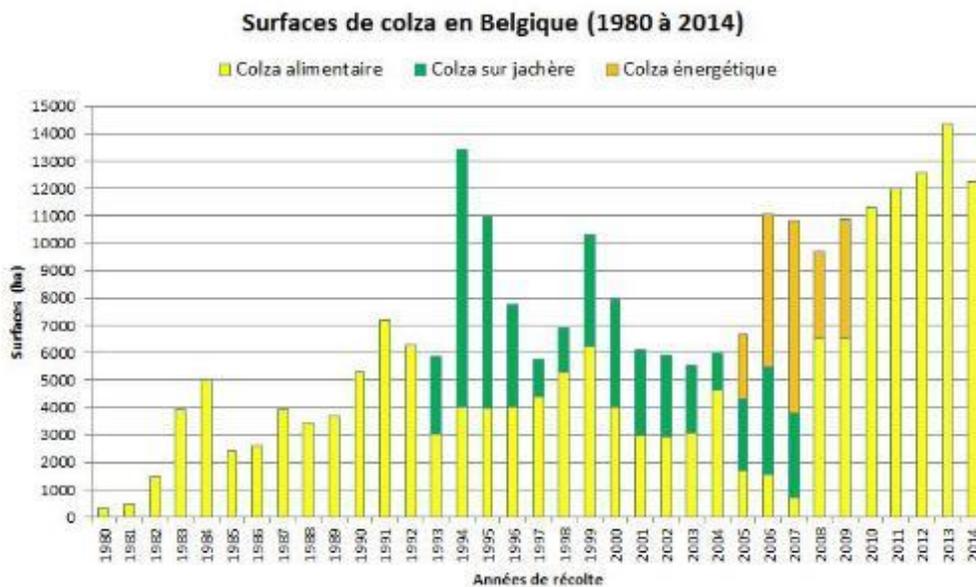
²⁷ *Ibid.*

²⁸ *Ibid.*

²⁹ *Ibid.*

³⁰ PROTECT'eau. (2018, avril). *Fertilisation du colza*. Consulté le janvier 5, 2019, sur [protecteau.be: https://protecteau.be/resources/shared/publications/fiches-techniques/juillet%202018/PE_6.6_FertilisationColza\(1804\).pdf](https://protecteau.be/resources/shared/publications/fiches-techniques/juillet%202018/PE_6.6_FertilisationColza(1804).pdf)

³¹ *Ibid.*



Graphique 4 : Surfaces de colza en Belgique (1980 à 2014) (source : https://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotechnie-temperee/appo/Menu/production_stats/zstats_productionx.html)

En 2013, en Belgique, 85% de la production est concentrée dans 3 régions agricoles : le Condroz, la Région limoneuse et la Famenne. On peut retrouver les différentes proportions de cette production sur la **Erreur ! Source du renvoi introuvable. Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

La capacité de production maximale du colza a été identifiée à près de 7,5 t/ha.³²

Or en Belgique, le rendement moyen en Wallonie est de 3,99 T/ha.³³ Le rendement moyen en 2017 était de 4,27 t/ha.³⁴ Au cours de la campagne de colza 2017-2018, la moisson exceptionnellement précoce avait livré des résultats très variables, avec un niveau moyen de rendement nettement inférieur aux rendements habituels. Récolté très sec, le colza a fourni un rendement moyen situé entre 3 et 3,5 T/ha ; les écarts sont très importants, de 1,5 à 4,5 T/ha.³⁵

LA PRODUCTION DE COLZA EN BELGIQUE

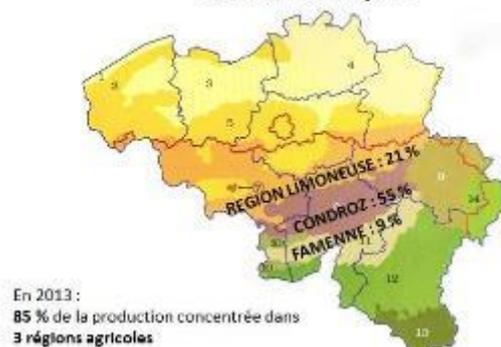


Figure 3 : La production de colza en Belgique (source : https://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotechnie-temperee/appo/Menu/production_stats/zstats_productionx.html)

³² Carette, M. (2017, juillet/août). Rendement et régularité: des marges de manœuvres existent. *Cultivar* (n°700), p. 22.

³³ Briec, Q. (Éd.). (2019). *L'agriculture Wallonne en chiffres* (éd. SPW). Jambes, Belgique. Consulté le mai 9, 2019, sur <https://agriculture.wallonie.be/documents/20182/21858/FR-2015.pdf/591e9fba-0df8-43a3-ac3a-042aeb83714c>

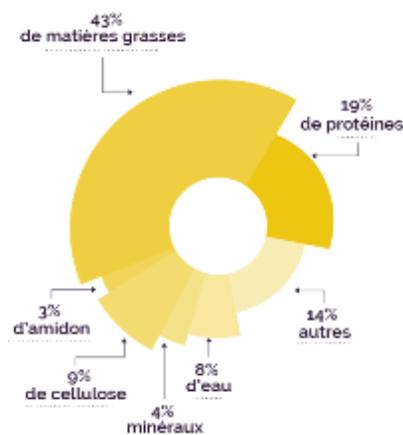
³⁴ *Ibid.*

³⁵ Cartrysse, C. (2018, août 14). Le colza d'hiver en 2017-2018: retour sur l'emprise des «anomalies» climatiques! *le sillon belge*. Consulté le mai 9, 2019, sur <https://www.sillonbelge.be/2925/article/2018-08-14/le-colza-dhiver-en-2017-2018-retour-sur-lemprise-des-anomalies-climatiques>

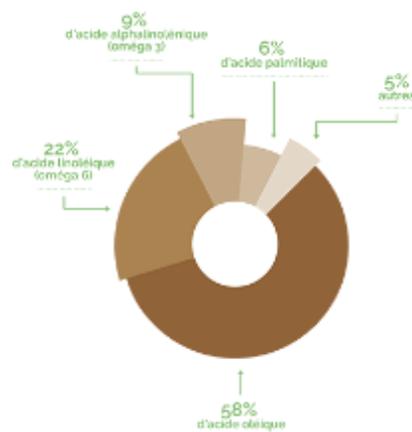
2.1.3 Ses débouchés

Les débouchés de la culture de colza sont multiples. On peut le retrouver dans l'alimentation humaine et animale ou dans les biocarburants. Mais ses dérivés ne s'arrêtent pas là, l'industrie en utilise dans d'autres produits que nous allons décrire par la suite.

Plante aux graines oléoprotéagineuses, elle est cultivée pour donner de l'huile. Dans des huileries, les graines donnent de l'huile brute à raison de 40 à 42 % et du tourteau.³⁶



Graphique 5 : Composition de la graine de colza (source : <http://www.terresunivia.fr/cultures-utilisation/les-especes-cultivees/colza>)



Graphique 6 : Composition de l'huile de colza en acides gras (source : <http://www.terresunivia.fr/cultures-utilisation/les-especes-cultivees/colza>)

2.1.3.1 Alimentation humaine



Dans des huileries, les graines donnent de l'huile brute (40 à 42 %). L'**huile** sert pour l'alimentation humaine, sans cuisson.³⁷



L'huile de colza est riche en acides gras insaturés et offre le meilleur équilibre entre oméga 3 et oméga 6.³⁸

³⁶ Meyer, C. (s.d.). *Dictionnaire des Sciences Animales*. Consulté le août 7, 2019, sur dico-sciences-animales.cirad.fr: <http://dico-sciences-animales.cirad.fr/liste-mots.php?fiche=7016&def=colza>

³⁷ *Ibid.*

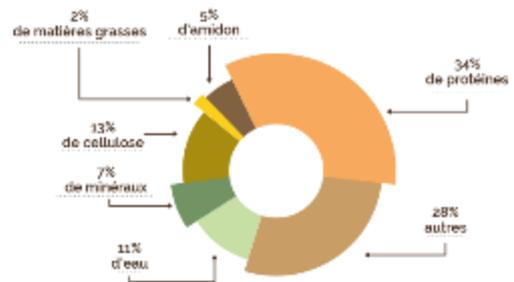
³⁸ FOP (Fédération Française des Producteurs d'Oléagineux et de Protéagineux). (2019). *Colza*. (F. F. Protéagineux, Éd.) Consulté le août 7, 2019, sur www.fopoleopro.com: <http://www.fopoleopro.com/la-fop/nos-cultures/colza/>

2.1.3.2 Alimentation animale

Le tourteau de colza est fabriqué à partir de la matière sèche restante après l'extraction de l'huile des graines. Il contient 35% de protéines et remplace de plus en plus le soja dans l'alimentation des animaux d'élevage (bovins, poulets, porcs).

Le **tourteau** de colza sert en alimentation animale : porcs charcutiers, poulets de chair, vaches laitières. Il contient environ 12 % d'eau, 35 % de protéines, 12 % de cellulose, et 7 % de minéraux.³⁹

Les graines utilisées pour la trituration sont de types « 00 », c'est-à-dire à faibles teneurs en glucosinolates et en acide érucique. Les faibles concentrations en glucosinolates se retrouvant dans les tourteaux ne posent donc en principe pas de problèmes métaboliques chez les animaux. Le tourteau de colza est particulièrement utilisé pour l'alimentation des bovins, en remplacement du tourteau de soja d'importation et en complément de l'herbe et des fourrages.⁴⁰



Graphique 7 : Composition moyenne du tourteau de colza (source : <http://www.terresunivia.fr/produitsdebouches/alimentation-animale/tourteaux-d-oleagineux>)

2.1.3.3 Énergie renouvelable

L'huile de colza brute est transformée en usine (estérification) en biodiesel Diester, dont la matière première est renouvelable à 90%.

2.1.3.4 Chimie du végétal

Il existe nombre d'applications pour l'huile de colza qui entre dans la composition des huiles anti-poussières, des fluxants pour bitume, des biolubrifiants, des adjuvants pour pesticides, des encres végétales, cosmétiques, glycérine végétale, solvants, produits d'entretien, peintures et revêtements, etc.⁴¹

Plante médicinale : adoucissant, cicatrisant, laxatif.⁴²

³⁹ Meyer, C. (s.d.). *Dictionnaire des Sciences Animales*. Consulté le août 7, 2019, sur dico-sciences-animales.cirad.fr: <http://dico-sciences-animales.cirad.fr/liste-mots.php?fiche=7016&def=colza>

⁴⁰ Terres Univia. (s.d.). *Tourteaux d'oléagineux*. Consulté le août 8, 2019, sur www.terresunivia.fr/produitsdebouches/alimentation-animale/tourteaux-d-oleagineux

⁴¹ ValBiom. (s.d.). *Fiche 1 : la culture de colza*. Consulté le août 8, 2019, sur [energie.wallonie.be: https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/?IDR=4832](https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/?IDR=4832)

⁴² Meyer, C. (s.d.). *Dictionnaire des Sciences Animales*. Consulté le août 7, 2019, sur dico-sciences-animales.cirad.fr: <http://dico-sciences-animales.cirad.fr/liste-mots.php?fiche=7016&def=colza>

2.1.3.5 Résumé

Sur le schéma ci-dessous, on retrouve les différentes étapes par lesquelles les graines de colza passent pour être transformées en divers produits. La culture de colza touche divers secteurs tels que l'alimentaire (humaine ou animale), le cosmétique et le biocarburant.

Les étapes de transformation des graines en huile tourteau, Diester et glycerine

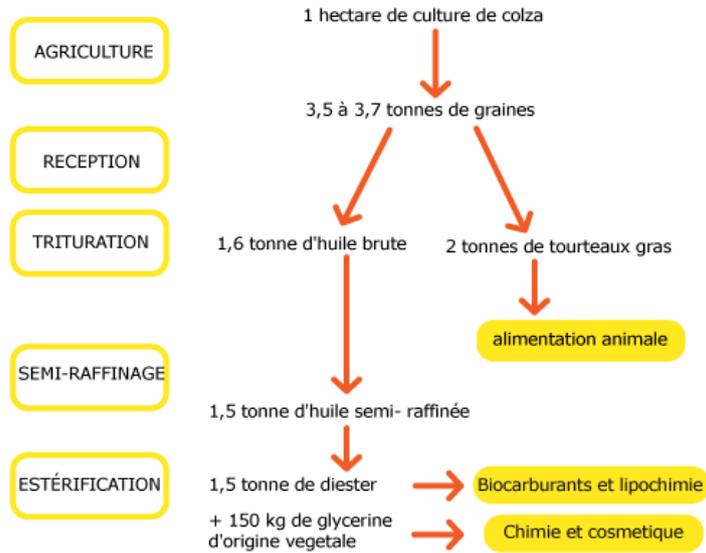


Figure 4 : Étapes de transformation des graines de colza en huile et autres dérivés (source : <http://controverses.sciences-po.fr/archive/biocarburants/images/schema2.png>)

2.2 Le colza dans le monde agricole

Le colza est issu de la famille des crucifères (Brassicacées). Il provient d'un croisement naturel ancien du chou (*Brassica oleracea L.*) et de la navette (*Brassica campestris L.*).⁴³

2.2.1 Intérêt de la culture

D'un point de vue agronomique, le colza est utilisé comme tête de rotation. Placé en premier dans la rotation des cultures, avant les céréales, il permet de réduire la quantité d'intrants (engrais, pesticides) en absorbant l'azote et en rompant le cycle des mauvaises herbes et des maladies.⁴⁴

Le colza stimule le rendement de la prochaine culture de froment. Culture diversifiante dans la rotation, le colza apporte un rendement plus élevé pour les céréales qui suivent comparé à une culture blé sur blé. Un froment de colza est généralement 10% plus productif qu'un blé de blé. Cette différence de rendement peut aller jusqu'à 30%.⁴⁵

Un blé de colza est plus économique à produire. Les coûts de désherbage du blé sont plus faibles après la culture du colza. Les coûts de la protection fongicide peuvent également être réduits. Seule tête d'assolement hivernale, le colza permet des reliquats azotés élevés facilitant la réussite de la culture suivante. Les besoins en fertilisation azotée (-20 à -50 unités) et phosphatée sont moindres.⁴⁶

Le colza valorise les effluents d'élevage. Le colza a de très fortes capacités à valoriser un amendement organique de fin d'été. Il peut absorber plus de 100 kilos d'azote par hectare, s'il est implanté suffisamment tôt.⁴⁷

Le colza stoppe le cycle des maladies des céréales. Le piétin échaudage et la fusariose sont favorisés par des rotations courtes de céréales. Les effets bénéfiques du colza dans la rotation des céréales s'expliquent principalement par la "rupture" avec ces rotations courtes. De plus, la décomposition des résidus colza, riches en glucosinolates, entraîne la production de composés toxiques capables d'inhiber les champignons conservés dans le sol.⁴⁸

L'alternance des cultures facilite le désherbage. L'alternance des cultures permet une meilleure gestion des adventices en combinant différents moyens de contrôle et notamment des familles d'herbicides différentes. En occupant le sol de septembre à juin, le colza permet de limiter le développement des mauvaises herbes annuelles sur une période de plus de 10 mois.⁴⁹

Un autre atout du colza est d'être une plante mellifère très appréciée de nombreux insectes pollinisateurs, dont les abeilles domestiques. L'abondante sécrétion de nectar et la production d'un pollen de qualité en font une ressource alimentaire incontournable pour ces insectes.

⁴³ FOP (Fédération Française des Producteurs d'Oléagineux et de Protéagineux). (2019). *Colza*. (F. F. Protéagineux, Éd.) Consulté le août 7, 2019, sur www.fopoleopro.com: <http://www.fopoleopro.com/la-fop/nos-cultures/colza/>

⁴⁴ *Ibid.*

⁴⁵ DEKALB. (s.d.). Consulté le août 15, 2019, sur www.dekalb.fr: <https://www.dekalb.fr/documents/37663/0/20170531+BENEFIT+GUIDE+TRANSLATED+VF.compressed.pdf/d89a8c2c-1b19-4158-aa0c-d56a18f99652>

⁴⁶ *Ibid.*

⁴⁷ *Ibid.*

⁴⁸ *Ibid.*

⁴⁹ *Ibid.*

Dans de nombreuses régions, la plante est souvent la première ressource florale disponible pour les abeilles domestiques lorsqu'elles sortent d'hibernation.⁵⁰

2.2.2 Problèmes rencontrés

Dans ce point-ci, nous allons présenter les différents problèmes qu'on peut rencontrer en culture de colza d'hiver. Dans un premier temps, nous énoncerons les différentes adventices qui sont particulièrement embarrassantes en culture de colza d'hiver. Par la suite, nous allons décrire les différents ravageurs du colza en fonction de leur apparition par rapport au stade de développement du colza. Par après, nous aborderons les différents symptômes des maladies du colza d'hiver ainsi que leur cycle biologique et leur nuisibilité. Et finalement, un schéma récapitulatif des interventions en culture de colza d'hiver sera présenté.

Les facteurs qui influencent sur le rendement de colza sont les suivants : nombre de plants par unité de surface, nombre de siliques par plant, nombre de graines par silique et poids de chaque graine. Afin d'atteindre le potentiel de rendement de la culture, il est nécessaire de gérer convenablement celle-ci, notamment en suivant un programme de nutrition végétale et en luttant contre les ravageurs et les maladies.

2.2.2.1 Les adventices rencontrées en culture de colza d'hiver

Les adventices poussent spontanément dans une culture et leur présence est plus ou moins nocive à celle-ci. La nuisance des plantes adventices s'explique par des effets de compétition avec la plante cultivée, vis-à-vis de l'eau, de la lumière et des éléments minéraux contenus dans le sol.⁵¹ Concernant le colza, les crucifères comme la ravenelle peuvent être la source d'impuretés à la récolte et de baisse de valeur de l'huile. Les gaillets gênent le passage de la moissonneuse. Enfin, les adventices mal contrôlées dans le colza constituent un stock grainier qui va pénaliser les cultures suivantes.

Parmi les adventices du colza on peut retrouver les *dicotylés** et les *monocotylés** tels que :

Tableau 2 : Les adventices du colza (source : BASF)

Dicotylé		Monocotylé	
Gaillet	Euphorbe réveil-matin	Repousse de céréales	
Matricaire	Géraniums	Vulpin	
Ammi élevé	Ravenelle	Ray-grass	
Capselle	Sanve		

⁵⁰ FOP (Fédération Française des Producteurs d'Oléagineux et de Protéagineux). (2019). *Colza*. (F. F. Protéagineux, Éd.) Consulté le août 7, 2019, sur www.fopoleopro.com: <http://www.fopoleopro.com/la-fop/nos-cultures/colza/>

⁵¹ Larousse. (s.d.). *Adventice*. Consulté le janvier 5, 2019, sur www.larousse.fr: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/adventice/1239>

2.2.2.2 Les ravageurs du colza

a) Limaces (Automne)

Deux espèces de limaces sont particulièrement nuisibles sur la culture du colza : la limace grise (*Deroceras reticulatum*) et la limace noire (*Arion hortensis*), même si d'autres espèces peuvent être localement rencontrées.

L'activité des limaces est essentiellement nocturne. Si les conditions sont favorables (température et humidité), elles sortent et s'activent à la recherche de nourriture. Elles peuvent s'alimenter à proximité ou se déplacer (si le sol est humide en surface), parcourant jusqu'à 3m

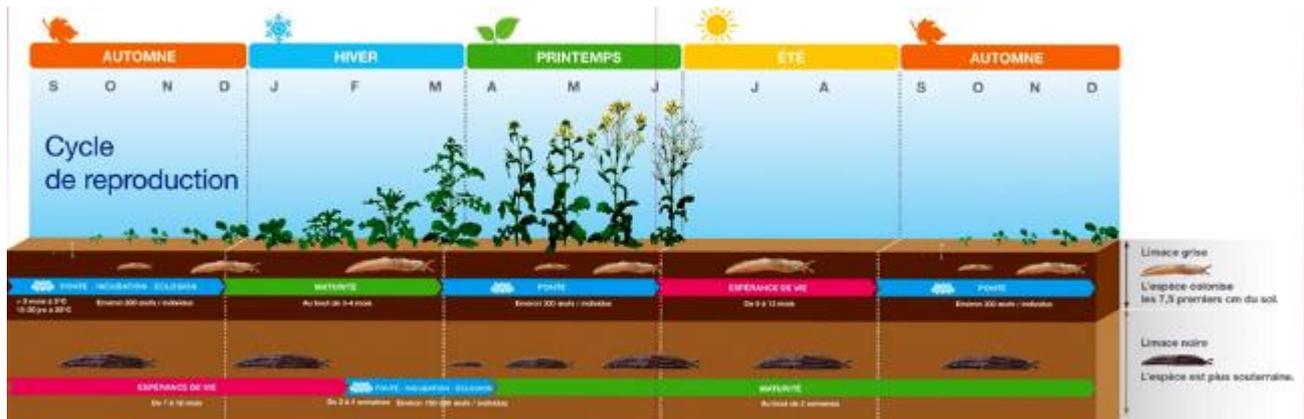


Figure 5 : cycle de reproduction des limaces (sources : <http://tpelimace.e-monsite.com/pages/presentation.html>)

par nuit. Elles sont capables d'ingurgiter l'équivalent de 50% de leur poids en 24h.⁵²

Le colza est le plus vulnérable du semis au stade 3 - 4 feuilles. En effet, à la levée du colza les dégâts occasionnés sont la destruction de la plantule par section de l'hypocotyle. Sur des stades plus avancés, les limaces peuvent affaiblir le pied de colza en s'attaquant fortement à l'appareil foliaire sans pour autant occasionner la perte du pied.⁵³ Le seuil de nuisibilité est à définir selon l'historique parcellaire et les conditions climatiques.⁵⁴

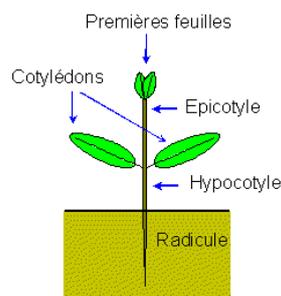


Figure 6 : Image d'un hypocotyle (source : http://idao.cirad.fr/content/adventoi/defs/plantule_fr.gif)

La lutte agronomique dans la rotation se fait avec l'alternance de cultures de printemps et de cultures d'automne, interrompt les cycles de vie des limaces et permet d'abaisser les

⁵² BASF France Agro. (2019). *Maîtrisez les limaces avant les semis de colza*. Consulté le mars 7, 2019, sur www.agro.basf.fr: https://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/fr/cultures/le_colza/opticolza/limaces.html

⁵³ *Ibid.*

⁵⁴ Appo. (s.d.). *Fiche culturale*. Consulté le janvier 5, 2019, sur www.gembloux.ulg.ac.be: http://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotecnie-temperee/appo/Menu/conduite_des_cultures/Colza/ColzaHiver.pdf

populations. Toutes les cultures n'ont pas le même impact sur la présence de limaces. Une succession culturale bien choisie permet de limiter la présence des limaces à long terme.⁵⁵

A l'approche des semis l'objectif va être d'implanter le colza dans les meilleures conditions. Pour cela toute intervention culturale est favorable pour limiter le risque de limace. Pour perturber les limaces, il n'est pas forcément nécessaire de travailler profondément le sol. En effet, des passages répétés en travail du sol superficiel, de préférence par temps secs, seront très efficaces pour la destruction des œufs et des petites limaces par dessiccation. La perturbation du milieu de vie des limaces par le travail du sol entraîne une réduction des refuges constitués par les résidus de pailles, les mottes.⁵⁶

Au semis, si le seuil d'intervention d'1 limace/m² est atteint, une protection anti-limaces appliquée en localisé ou en mélange à la semence avec un produit homologué pour cet usage donne au colza toutes les chances pour lever dans de bonnes conditions.⁵⁷

Après le semis, si la pression limaces reste au-dessus d'1 limace/m², il est encore possible d'utiliser un rouleau pour améliorer le contact terre graine, resserrer les particules de sols et ainsi rendre difficile le déplacement des limaces.⁵⁸ L'application d'un anti-limaces est souvent nécessaire après semis à hauteur de 2 à 4 kg/ha.⁵⁹

Afin d'éviter les dégâts de limaces, il existe des leviers complémentaires tels que le décalage des dates de semis, le semis de colza en cultures associées, l'aménagement paysager pour la présence d'une faune auxiliaire prédatrice des limaces comme les carabes par exemple.⁶⁰ L'ensemble des moyens de lutte préventifs ainsi que ceux permettant une levée rapide de la culture sont la clef d'une lutte efficace contre les limaces.

⁵⁵ BASF France Agro. (2019). *Maîtrisez les limaces avant les semis de colza*. Consulté le mars 7, 2019, sur [www.agro.basf.fr: https://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/fr/cultures/le_colza/opticolza/limaces.html](https://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/fr/cultures/le_colza/opticolza/limaces.html)

⁵⁶ *Ibid.*

⁵⁷ *Ibid.*

⁵⁸ *Ibid.*

⁵⁹ www.semences-de-colza.com. (2015). *Les bioagresseurs du Colza*. Consulté le janvier 5, 2019, sur [www.semences-de-colza.fr: http://www.semences-de-colza.fr/bioagresseurs-colza.html](http://www.semences-de-colza.fr/bioagresseurs-colza.html)

⁶⁰ BASF France Agro. (2019). *Maîtrisez les limaces avant les semis de colza*. Consulté le mars 7, 2019, sur [www.agro.basf.fr: https://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/fr/cultures/le_colza/opticolza/limaces.html](https://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/fr/cultures/le_colza/opticolza/limaces.html)

b) Petites altises (Automne)

La petite altise (*Phyllotreta nemorum*), appelée également altise des crucifères, est un coléoptère de 2 à 3 mm de long, bleu métallique ou noir brillant avec des bandes longitudinales jaunes sur chaque élytre (suivant l'espèce). La larve fait 5 à 6 mm, très étroite, jaune, sauf la tête et les pattes qui sont noires.⁶¹

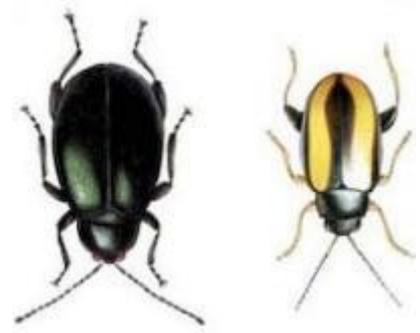


Figure 7 : 2 espèces de petites altises : à gauche : *Phyllotreta atra*, à droite : *Phyllotreta nemorum* (source : https://www.bayer-agri.fr/fileadmin/_processed_/9/2/csm_Petite-altise_01_abe20c7027.jpg)

Les petites altises adultes sont visibles début mai après avoir hiverné dans le sol. Elles s'alimentent de feuilles de crucifères et pondent sur le sol à proximité des collets des plantes. Selon les espèces, les larves s'alimentent de racines secondaires ou migrent dans les feuilles. Après nymphose dans le sol, les adultes émergent en juillet-août. Ils peuvent se maintenir en activité jusqu'en novembre avant de trouver un abri hivernal.⁶²

La destruction de la plantule peut être entraînée par les morsures d'adultes sur les tiges et les cotylédons jusqu'au stade deux feuilles. Elles sont particulièrement nuisibles sur le colza de printemps mais aussi sur les semis précoces d'automne lorsque la nouvelle génération pullule. Leur activité est favorisée par un temps chaud et sec. Les larves sont moins nuisibles que les adultes.⁶³

Il est conseillé de surveiller régulièrement les plantes de la levée jusqu'au stade 3 feuilles. Les semis précoces de colza d'hiver sont plus fréquemment touchés. Il est recommandé d'intervenir si 3 pieds sur 10 sont atteints de la levée au stade 3 feuilles.⁶⁴

c) Grosses altises (Automne)

L'altise d'hiver ou grosse altise (*Psylliodes chrysocephala*) est un coléoptère de 3,5 à 5 mm. Son corps bleu vert à reflets métalliques, tête rousse dorée. Il ne faut pas la confondre avec la petite altise (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** ci-dessous). La larve de la grosse altise mesure de 1,5 à 8 mm suivant les stades. Elle est blanche translucide avec des extrémités noires, brunissant à la fin de son développement ; pattes visibles.⁶⁵



Figure 8 : Grosse altise adulte (source : www.terre-net.fr)



Figure 9 : Larve de grosse altise (source : www.terre-net.fr)

Les altises d'hiver adultes reprennent leur activité début septembre. Dix à quinze jours après, les femelles pondent dans le sol près des plantes. Plus l'automne est doux, plus les pontes sont nombreuses. Les larves se développent durant l'hiver dans les pétioles ou dans les tiges. En

⁶¹ Syngenta. (2019). *Altise des crucifères ou petite altise*. Consulté le mars 7, 2019, sur www.syngenta.fr: <https://www.syngenta.fr/traitements/altise-des-cruciferes-ou-petite-altise>

⁶² *Ibid.*

⁶³ *Ibid.*

⁶⁴ CETIOM. (2005). *Petit guide pratique du CETIOM : Les insectes du colza*. Thiverval-Grignon: CETIOM.

⁶⁵ Syngenta. (2019). *Altise d'hiver ou grosse altise*. Consulté le mars 7, 2019, sur www.syngenta.fr: <https://www.syngenta.fr/traitements/altise-dhiver-ou-grosse-altise>

cas de surpopulation ou de plantes chétives, les larves rejoignent le cœur de la plante, détruisant le bourgeon terminal. À la reprise, les larves ont tendance à passer dans les tiges, ce qui peut provoquer des avortements. Au printemps, les larves s'enfouissent pour se nymphoser dans le sol. Au début de l'été, les jeunes adultes émergent du sol et gagnent des abris ombragés.⁶⁶

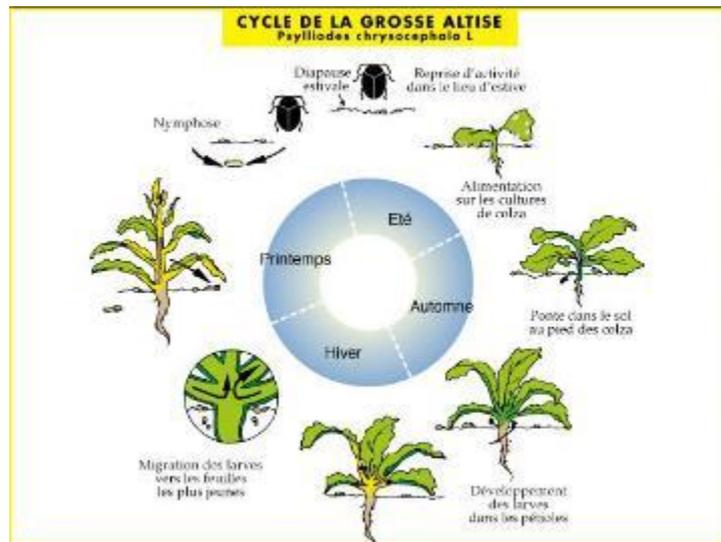


Figure 10 : Cycle biologique de la grosse altise (source : http://www.agriculture-demain.fr/Cultures/COLZA/ravageurs/Grosse_altise/gr_altise_cycle.JPG)

Les adultes attaquent les jeunes plantules dès la germination. À la levée, ils mordillent les jeunes feuilles et les criblent de trous, entraînant un affaiblissement général des plantes rendues plus sensibles au froid. Au stade rosette (début montaison), les larves rongent les pétioles des tiges et le bourgeon terminal ; en fin de développement elles gagnent les tiges. Les risques dépendent du stade de la plante.⁶⁷ Les plantes infestées de larves manifestent un retard de végétation et/ou un port buissonnant ce qui a pour effet que la végétation est moins apte à maximiser le potentiel de rendement.⁶⁸

Il est fréquemment conseillé de surveiller en début de cycle les attaques potentielles d'altises. Le colza est plus sensible aux attaques d'altises de la levée au stade 5-6 feuilles.⁶⁹ Il faut intervenir lorsqu'on observe 30% des pieds avec des morsures entre la levée et le stade 3 feuilles et/ou s'il y a des larves. Observer les larves et les galeries par une coupe longitudinale du pétiole. Intervenir si 7 plantes sur 10 sont porteuses de larves/galeries.⁷⁰

Un semi plus précoce réduit ce risque d'attaque puisque le stade 3 feuilles est atteint avant l'arrivée des altises. Le moyen de lutte le plus utilisé est la cuvette jaune. On installe ces pièges dans les parcelles et on les remplit d'eau savonneuse.⁷¹

⁶⁶ *Ibid.*

⁶⁷ *Ibid.*

⁶⁸ CETIOM. (2005). Petit guide pratique du CETIOM : Les insectes du colza. Thiverval-Grignon: CETIOM.

⁶⁹ www.semences-de-colza.com. (2015). *Les bioagresseurs du Colza*. Consulté le janvier 5, 2019, sur www.semences-de-colza.fr/bioagresseurs-colza.html

⁷⁰ CETIOM. (2005). Petit guide pratique du CETIOM : Les insectes du colza. Thiverval-Grignon: CETIOM.

⁷¹ www.semences-de-colza.com. (2015). *Les bioagresseurs du Colza*. Consulté le janvier 5, 2019, sur www.semences-de-colza.fr/bioagresseurs-colza.html

d) Charançon du bourgeon terminal (Automne)

Les larves du charançon du bourgeon terminal (*Ceutorhynchus piciparsis*) sont avec celles de la grosse altise parmi les plus préjudiciables au colza. Ce coléoptère de 2,4 à 3,7 mm de long, au corps noir et brillant, est caractérisé comme tous les charançons par une trompe qui porte les antennes. On le reconnaît des autres charançons par la présence de taches latérales blanches entre le thorax et l'abdomen et par l'extrémité rousse de ses pattes. La larve blanche, qui mesure de 4 à 5 mm de long, est apode (sans pattes). Sa tête, initialement brun foncé, s'éclaircit progressivement pour devenir jaune clair à la fin de son développement.⁷²



Figure 11 : Charançon du bourgeon terminal adulte (source : www.agrifind.fr)



Figure 12 : Larve de charançon du bourgeon terminal (source : www.terresinovia.fr)

Les charançons du bourgeon terminal arrivent dans les champs de colza vers la mi-septembre. La ponte démarre environ 4 semaines plus tard et peut se prolonger jusqu'à fin mars si les conditions sont douces. Les adultes déposent leurs œufs sur la face supérieure de la base du pétiole. Les larves percent alors un passage jusqu'au cœur de la tige où elles se nourrissent jusqu'au printemps. Le développement larvaire s'achève en mars-avril. Les larves se nymphosent dans le sol et les jeunes adultes apparaissent dès la fin du mois de mai. Après s'être nourris sur le colza et autres crucifères, ils entrent en diapause estivale jusqu'au mois de septembre.⁷³

Au printemps, les pieds du colza attaqués ont jauni, ils ont un aspect rabougri et un port ramifié. Ils peuvent même avoir succombé aux gels de l'hiver. En coupant la tige à sa base, on retrouve très souvent la larve. Plus tard, les plantes présentent un aspect buissonnant lié à la destruction du bourgeon terminal et au développement de ramifications secondaires. La floraison est très irrégulière.⁷⁴

La gravité des attaques dépend du niveau d'infestation et de la précocité des attaques larvaires : moins la plante est développée lors de l'attaque, plus les pertes sont importantes.⁷⁵

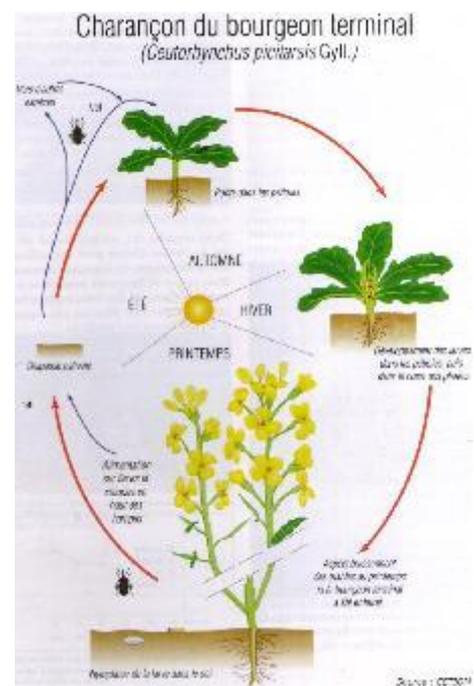


Figure 13 : Cycle du charançon du bourgeon terminal (source : (CETIOM, 2005))

⁷² BASF France Agro. (2019). *Le charançon du bourgeon terminal*. Consulté le mars 7, 2019, sur www.agro.basf.fr:

https://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/fr/cultures/le_colza/les_maladies_ravageurs_adventices1_pgc/les_ravageurs3_pgc/charancon_du_bourgeon_terminal.html

⁷³ *Ibid.*

⁷⁴ *Ibid.*

⁷⁵ CETIOM. (2005). *Petit guide pratique du CETIOM : Les insectes du colza*. Thiverval-Grignon: CETIOM.

La protection passe par le contrôle des adultes pour limiter les pontes. Contrairement aux larves d'altises, une fois dans les plantes les larves du charançon du bourgeon terminal ne sont plus atteintes par les insecticides. Il est conseillé d'intervenir dans les 8 à 10 jours qui suivent les premières captures dans les cuvettes jaunes.⁷⁶

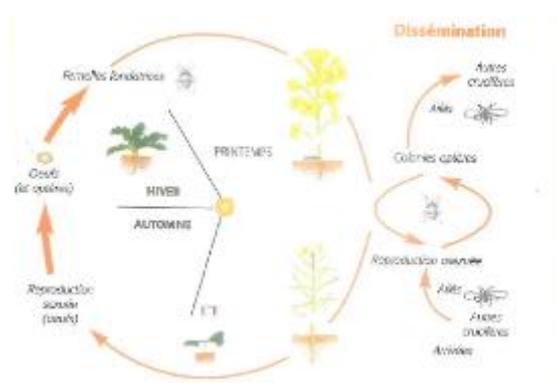
e) Puceron cendré du chou (Automne & Printemps)

Le puceron cendré du chou (*Brevicoryne brassicae*) est ailé ou aptère (sans ailes). Les ailés qui ont les antennes de la longueur du corps, sont souvent en compagnie des individus aptères. Ces derniers mesurent de 2,1 à 2,6 mm, ils sont jaunâtres après la mue puis deviennent gris cendré (sécrétion cireuse). Ces individus se regroupent toujours en colonies serrées.⁷⁷



Figure 14 : Puceron cendré du chou (source : http://static.jardipedia.com/photos_animal/P)

Plusieurs générations de virginipares (aptères ou ailés) se succèdent et colonisent la plante. Le puceron cendré du chou réalise son cycle sur les crucifères (colzas ou choux). Les œufs d'hiver sont pondus à l'automne sur le collet et les feuilles et donnent les fondatrices en février/mars. Les ailés se dispersent, assumant la dissémination de l'espèce. En automne, les sexupares ailés donnent des femelles sexuées qui pondent les œufs d'hiver. Les hivers doux permettent la survie des virginipares qui se multiplient dès février.⁷⁸



À l'**automne**, leur nuisibilité directe est faible, les dégâts observés sont dus aux piqûres réalisées sur les plantes et au miellat qui s'en écoule. On observe alors des déformations de feuilles, rougissements, et/ou décolorations de plantes. Ils peuvent tuer une plante au stade rosette bien développé ou conduire à un retard de croissance. Les attaques sont généralement hétérogènes, mais qui peuvent laisser présager des

ques nocives au printemps suivant.⁷⁹

Figure 15 : Cycle du puceron cendré du chou (source : *atta (CETIOM, 2005)*)

Le puceron cendré est vecteur de virose, mais sa multiplication sous forme de colonies denses ne va pas dans le sens d'une augmentation rapide du taux de plantes infestées. Les pertes par virose peuvent atteindre 5 à 8 q/ha. Le colza requière une observation minutieuse à partir de la levée pour détecter la présence du puceron cendré du chou. Durant les 6 premières semaines de végétation, lorsque 20% des plants sont infestés de pucerons (tous types), la culture nécessite d'être traitée.⁸⁰

Au **printemps**, les prélèvements de nourriture (salive toxique), la multiplication des insectes et l'extension des colonies nuisent à la formation des siliques et au développement des

⁷⁶ BASF France Agro. (2019). *Le charançon du bourgeon terminal*. Consulté le mars 7, 2019, sur www.agro.basf.fr:

https://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/fr/cultures/le_colza/les_maladies_ravageurs_adventices1_pgc/les_ravageurs3_pgc/charancon_du_bourgeon_terminal.html

⁷⁷ Syngenta. (2019). *Puceron cendré du chou*. Consulté le mars 7, 2019, sur www.syngenta.fr: <https://www.syngenta.fr/traitements/puceron-cendre-du-chou>

⁷⁸ *Ibid.*

⁷⁹ CETIOM. (2005). *Petit guide pratique du CETIOM : Les insectes du colza*. Thiverval-Grignon: CETIOM.

⁸⁰ *Ibid.*

hampes florales. Il est possible d'observer des avortements prononcés des inflorescences. Plus l'attaque est tardive, moins elle est pénalisante.⁸¹

Les pucerons progressent principalement depuis le bord des champs. La surveillance consiste donc à observer les bordures de parcelles. L'intervention limitée aux bordures suffit pour limiter la progression de ces ravageurs. Sa nuisance commence de la reprise de végétation au début de maturation. On réagit lorsqu'il y a 2 colonies/m².⁸²

f) Méligèthe (Printemps)

Concernant le méligèthe, il existe 2 espèces qui sont nuisibles au colza. Le méligèthe des crucifères (*Meligethes viridescens* F.) et le méligèthe du colza (*Meligethes aeneus*).

Méligèthe des crucifères (<i>Meligethes viridescens</i> F.)	Méligèthe du colza (<i>Meligethes aeneus</i>)
 <p>Figure 16 : Méligèthe des crucifères (<i>Meligethes viridescens</i> F.) + larve (source : https://www.agrireseau.net/documents/Document_95710.pdf)</p>	 <p>Figure 17 : Méligèthe du colza (<i>Meligethes aeneus</i>) + larves (source : docplayer.fr)</p>
<p>Il mesure 2 à 2,5 mm et se caractérise par des pattes entièrement rousses et le dessus du corps est vert ou bleu, parfois avec des élytres brun rouge.⁸³</p> <p>Ses larves mesurent 4 mm, elles sont blanches grisâtre à tête noire avec 2 petites taches dorsales noires sur chaque segment.⁸⁴</p>	<p>Le méligèthe du colza mesure de 1,5 à 2,5 mm, son corps est noir avec des reflets bleu métallique sur la partie dorsale et ses pattes sont noires.⁸⁵</p> <p>Ses larves mesurent 4 mm et sont allongées et très aplaties. Leur couleur est jaune-blanc et ponctuée de taches brun clair avec la tête et les pattes brunes.⁸⁶</p>
<p>1 génération annuelle, peut-être 2 dans les régions méridionales.</p> <p>Les méligèthes ayant passé l'hiver commencent à émerger du sol dès que les températures ambiantes atteignent environ 10°C. Ils doivent ensuite trouver une source de nourriture à proximité des sites d'hibernation. Les femelles qui en sortent n'ont pas encore les ovaires développés et, pour atteindre la maturité sexuelle, elles doivent se nourrir du pollen d'herbacées et d'arbustes en fleur.⁸⁷</p> <p>Dès que la température atteint les 15°C, les</p>	<p>2 générations par an.</p> <p>L'adulte hiverne en bordure de bois ou dans les sous-bois. Il quitte son abri lorsque la température atteint 11°C et se nourrit du pollen et du nectar de plantes variées.⁹¹</p> <p>Lorsque la température atteint 15°C, il vole vers les crucifères cultivées. La femelle</p>

⁸¹ *Ibid.*

⁸² *Ibid.*

⁸³ INRA. (s.d.). Méligèthe des crucifères. Consulté le mars 11, 2019, sur [inra.fr: https://www7.inra.fr/hyppz/RAVAGEUR/3melvir.htm](https://www7.inra.fr/hyppz/RAVAGEUR/3melvir.htm)

⁸⁴ *Ibid.*

⁸⁵ INRA. (s.d.). Méligèthe du colza. Consulté le mars 11, 2019, sur [inra.fr: https://www7.inra.fr/hyppz/RAVAGEUR/3melaen.htm](https://www7.inra.fr/hyppz/RAVAGEUR/3melaen.htm)

⁸⁶ *Ibid.*

⁸⁷ Gagnon, M.-È. (2017). Caractérisation de la guildes des ennemis naturels du méligèthe des crucifères (*Brassicogethes viridescens*, Coleoptera : Nitidulidae) dans la culture du canola dans la région néartique (éd. Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en biologie). Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec. Consulté le mars 11, 2019, sur <https://archipel.uqam.ca/10774/1/M15243.pdf>

<p>adultes s'envolent à la recherche de plantes crucifères pour l'accouplement. Avant la floraison, ils se nourrissent de boutons floraux et peuvent causer de sérieux dommages. Ensuite, la ponte se fait à l'intérieur de boutons floraux de 2 à 3 mm de diamètre, sur lesquels la femelle mâche une ouverture pour y déposer de 2 à 3 œufs.⁸⁸</p> <p>Les œufs éclosent et le premier stade larvaire se nourrit du pollen à l'intérieur-même du bouton floral. Les larves de 2^{ème} stade larvaire se nourrissent du pollen des fleurs. Ensuite la larve se laisse tomber au sol pour effectuer la nymphose.⁸⁹</p> <p>À l'émergence, les adultes de la 2^{ème} génération se nourrissent du pollen de plusieurs types de crucifères. Au début de l'automne, ils recherchent un site pour hiberner dans le sol ou la litière des bordures des champs de colza.⁹⁰</p>	<p>commence à pondre vers fin mars-début avril, elle perce un trou de 2 à 3 mm de diamètre à la base des boutons floraux et dépose les œufs sur les étamines ou le pistil de la fleur.⁹²</p> <p>La larve reste dans le bouton floral et se nourrit du pollen. Si plus de 5 larves colonisent la fleur, les ovaires sont détériorés. La larve de 2^{ème} stade migre vers d'autres boutons puis tombe sur le sol et se nymphose dans une coque terreuse à 2-3 cm de profondeur.⁹³</p> <p>L'adulte de 2^{ème} génération apparaît fin juin et attaque les inflorescences des crucifères cultivées ou des adventices et s'abrite pour hiberner dès la fin du mois de juillet.⁹⁴</p>
<p>Adultes et larves détruisent un grand nombre de fleurs et de boutons floraux et sont nuisibles aux cultures grainières de crucifères. Ces dégâts sont identiques et s'ajoutent à ceux du Mélégèthe du colza (<i>Meligethes aeneus</i>), qui apparaît 3 ou 4 semaines auparavant.⁹⁵</p>	<p>Les dégâts sont dus aux adultes pollinivores. Avant la floraison, les adultes perforent les boutons pour atteindre les étamines et se nourrir. Le pistil est souvent lésé, d'où stérilité et chute prématurée des fleurs. Lorsque la floraison est commencée, les mélégèthes consomment le pollen libéré par les fleurs épanouies et les dégâts sont négligeables.⁹⁶</p>

Les mélégèthes sont nuisibles à la culture avant que celle-ci ne fleurisse, du stade bouton à début de la floraison. Le colza est le plus sensible du stade boutons accolés au stade boutons séparés. Au moment de la floraison, les mélégèthes ne sont plus considérés comme ravageurs mais comme pollinisateurs.⁹⁷

Il est conseillé d'intervenir si on observe un mélégèthe par pied au stade boutons accolés et trois par pied au stade boutons séparés.⁹⁸

⁹¹ INRA. (s.d.). Mélégèthe du colza. Consulté le mars 11, 2019, sur [inra.fr: https://www7.inra.fr/hyppz/RAVAGEUR/3melaen.htm](https://www7.inra.fr/hyppz/RAVAGEUR/3melaen.htm)

⁸⁸ Gagnon, M.-È. (2017). Caractérisation de la guildes des ennemis naturels du mélégèthe des crucifères (*Brassicogethes viridescens*, Coleoptera : Nitidulidae) dans la culture du canola dans la région néartique (éd. Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en biologie). Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec. Consulté le mars 11, 2019, sur <https://archipel.uqam.ca/10774/1/M15243.pdf>

⁸⁹ *Ibid.*

⁹⁰ *Ibid.*

⁹² *Ibid.*

⁹³ *Ibid.*

⁹⁴ *Ibid.*

⁹⁵ *Ibid.*

⁹⁶ *Ibid.*

⁹⁷ Syngenta. (2019). Mélégèthe du colza. Consulté le mars 11, 2019, sur [www.syngenta.fr: https://www.syngenta.fr/traitements/meligethe-du-colza](https://www.syngenta.fr/traitements/meligethe-du-colza)

⁹⁸ *Ibid.*

g) Charançon de la tige du colza

Le charançon de la tige du colza (*Ceutorhynchus napi*) est un coléoptère de 3 à 4 mm de long, noir mais qui paraît gris cendré du fait de sa pilosité. Il se caractérise comme tous les charançons, par une trompe qui porte les antennes. On le distingue des autres charançons par la coloration noire de ses pattes. La larve d'un blanc jaunâtre et qui mesure environ 7 mm de long, est apode (pas de pattes). Sa tête, initialement brun foncé, devient brun jaune en fin de développement.⁹⁹



Figure 18 : charançon de la tige du chou et charançon de la tige de colza (source : ardennes.chambre-agriculture.fr)



Figure 19 : Cycle du charançon de la tige (source : www.agriculture-de-demain.fr)

Les charançons de la tige émergent dès les premiers réchauffements en janvier-février et volent vers les cultures à partir de 12 - 13°C. Les femelles pondent, une à deux semaines après leurs premiers vols, à l'intérieur des jeunes tiges en montaison. Les larves provoquent alors des dégâts en se nourrissant de la moelle et peuvent alors causer des déformations voire un éclatement de la tige. Cela a pour conséquence un affaiblissement général de la plante, un risque accru de dessèchement, de verse, d'attaque par d'autres parasites ou encore d'avortement des boutons floraux. La jeune larve se développe dans la tige qu'elle perce à maturité pour aller dans le sol. Elle se nymphose en mai-juin dans une coque où l'adulte reste jusqu'à sa reprise d'activité l'hiver suivant.¹⁰⁰

Les attaques de charançons des tiges se reconnaissent d'abord à la présence de trous dans la tige de 1 mm de diamètre environ, baveux puis bordés de blanc, souvent situés à la base des ramifications. Ces trous s'étirent ensuite et provoquent des renflements, des torsions de la tige et dans certains cas des éclatements. Des champignons s'installent ensuite dans les blessures et provoquent des pourritures et un dessèchement prématuré. La plante réagit par la production de ramifications secondaires à la floraison tardive.¹⁰¹

La nuisibilité élevée de ce ravageur est aggravée par des conditions sèches¹⁰² et lorsque l'attaque a lieu à la reprise de végétation (tiges de 2 à 20 cm). Les dégâts sont d'autant plus importants que les œufs ont été pondus dans des colzas jeunes.¹⁰³

La sensibilité du colza est maximum à la reprise de végétation, de la sortie d'hiver à la tige haute de 20 cm. Si l'insecte est détecté avant la reprise de végétation, il faut intervenir avant le début de l'élongation. Il est conseillé de surveiller les parcelles dès janvier, au moyen de

⁹⁹ *Ibid.*.

¹⁰⁰ BASF France Agro. (2019). *Le charançon des tiges*. Consulté le mars 7, 2019, sur www.agro.basf.fr: https://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/fr/cultures/le_colza/opticolza/charancon_des_tiges_1.html

¹⁰¹ *Ibid.*.

¹⁰² Les pertes peuvent atteindre 70% du rendement en années sèches.

¹⁰³ *Ibid.*.

cuvettes jaunes placées au-dessus de la végétation et d'intervenir dans les 8 jours qui suivent les premières captures. Un second traitement peut être nécessaire 15 jours après le premier.¹⁰⁴

¹⁰⁴ CETIOM. (2005). Petit guide pratique du CETIOM : Les insectes du colza. Thiverval-Grignon: CETIOM.

h) Charançon des siliques (printemps)

Le charançon des siliques (*Ceutorhynchus assimilis*) est un coléoptère noir de 2,5 à 3 mm de long, qui paraît gris du fait de sa pilosité, se caractérise comme tous les charançons par une trompe qui porte ses antennes. On le reconnaît des autres charançons par ses élytres (ailes rigides) aux stries et interstries d'égale largeur. La larve blanche et apode (sans pattes) à la tête brune mesure de 4 à 6 mm de long.¹⁰⁵



Figure 20 : Charançon des siliques (source : www.agro.basf.fr)

Les adultes quittent leur abri hivernal au printemps pour les parcelles de colza lorsque la température atteint 13°C. Les femelles pondent leurs œufs dans les jeunes siliques, en général un seul œuf par silique. Après 8 ou 10 jours, les jeunes larves sont libérées et se nourrissent des graines dans la silique qu'elles quittent au bout de 1 à 4 semaines. Elles sortent en forant un petit trou rond dans la silique et s'enterrent. Elles muent en adultes l'été puis gagnent des abris où ils restent immobiles jusqu'au printemps.¹⁰⁶

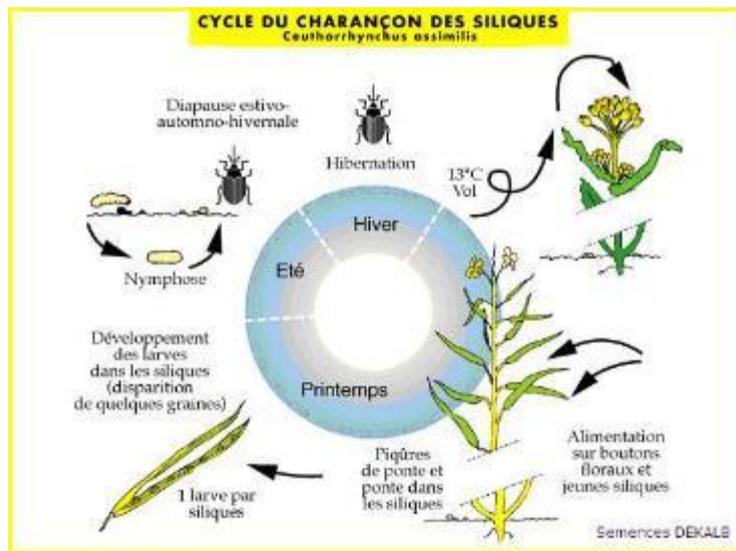


Figure 21 : Cycle du charançon des siliques (source : www.agriculture-de-demain.fr)

Les adultes provoquent sur les siliques des blessures qui favorisent les pontes de cécidomyies et les maladies cryptogamiques. De l'extérieur, les dégâts ne sont visibles que lorsque la larve perce une ouverture d'environ 1 mm de long pour sortir de la silique. Lorsqu'elle sort, elle a déjà consommé 4 à 6 graines. Le préjudice le plus important n'est cependant pas dû aux larves de charançons mais aux attaques de cécidomyies qui profitent de leur activité pour pondre dans les siliques dont les larves engendrent la destruction de la silique entière.¹⁰⁷

Le colza est sensible au charançon des siliques du début de la floraison au stade siliques mesurant moins de 4 cm. Il se peut qu'en début d'infestation, seules les bordures de parcelle nécessitent une intervention. Intervenir en présence de plus de 1 charançon pour 2 pieds en moyenne jusqu'au stade 10 siliques bosselées.¹⁰⁸

¹⁰⁵ BASF France Agro. (2019). *Le charançon des siliques*. Consulté le mars 8, 2019, sur www.agro.basf.fr: https://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/fr/cultures/le_colza/les_maladies_ravageurs_adventices1_pgc/les_ravageurs3_pgc/charancon_des_siliques_1.html

¹⁰⁶ *Ibid.*

¹⁰⁷ *Ibid.*

¹⁰⁸ CETIOM. (2005). *Petit guide pratique du CETIOM : Les insectes du colza*. Thiverval-Grignon: CETIOM.

i) Cécidomyie des siliques (Printemps)

La cécidomyie des siliques des crucifères (*Dasineura brassicae* Winnertz) est un insecte volant de type moucheron de 1.5 mm ; thorax noir et abdomen jaune brunâtre. Ses larves mesurent de 0,5 à 1,5 mm ; blanc de plus en plus laiteux.¹⁰⁹



Figure 22 : Cécidomyie des siliques (source : Syngenta)



Figure 23 : Larves de cécidomyie des siliques (source : Syngenta)

Il y a une ou deux générations par an sur le colza d'hiver. La larve fait sa diapause durant l'automne et l'hiver dans le sol. La nymphose se produit vers mars. Les reprises d'activité sont échelonnées en avril. L'apparition des premiers adultes correspond avec celle des premières siliques où les femelles pondent dans des trous éventuellement laissés par les charançons. Les larves éclosent trois jours plus tard et se nourrissent des parois. A la fin de leur développement, elles tombent sur le sol et s'enfouissent. Une partie d'entre elles entre en diapause directement. Les autres donnent une deuxième génération un mois après les premières sorties. Les adultes ne vivent que quelques jours.¹¹⁰

Ils sont essentiellement dus à la deuxième génération. Les larves provoquent des déformations. On observe des boursofflures des parois des siliques qui jaunissent puis éclatent. Les dégâts des cécidomyies font suite aux piqûres (ponte et nutrition) du charançon des siliques.¹¹¹ Les pertes de rendement sont proportionnelles aux pertes de siliques. L'éclatement trop tardif des siliques développées ne permet pas à la plante de compenser.¹¹²

Les adultes sont peu visibles sauf lorsque les femelles sont à la recherche des siliques pour pondre. On capture les cécidomyies grâce au bassin jaune. En pratique, il n'y a pas de lutte directe, la lutte préventive vise le charançon des siliques pour limiter les pontes de cécidomyies dans les siliques.¹¹³

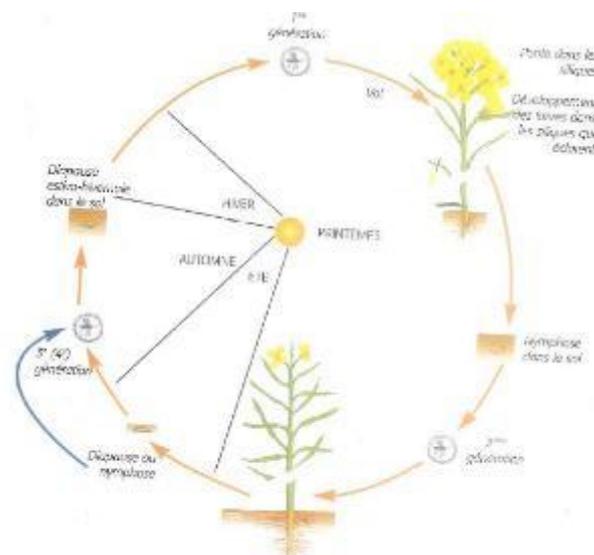


Figure 24 : Cycle de la cécidomyie des siliques

¹⁰⁹ Syngenta. (2019). *Cécidomyie des siliques des crucifères*. Consulté le mars 7, 2019, sur www.syngenta.fr: <https://www.syngenta.fr/traitements/cecidomyie-des-siliques-des-cruciferes>

¹¹⁰ *Ibid.*

¹¹¹ voir h) Charançon des siliques (printemps) p.39

¹¹² CETIOM. (2005). *Petit guide pratique du CETIOM : Les insectes du colza*. Thiverval-Grignon: CETIOM.

¹¹³ *Ibid.*

j) Oiseaux

Parmi les ravageurs du colza, on compte également les oiseaux. En automne et hiver 2013, des attaques particulièrement fortes de pigeons ont été observées sur plusieurs régions en France. Les pigeons sont représentés par deux espèces : le pigeon ramier (*Columba palumbus*) et le pigeon biset féral (*Columba livia*) ou plus communément appelé le « pigeon des villes ». Dans quelques cas, des attaques de corbeaux (corbeau freux ou corneille noire) ont également été signalées en culture de colza.¹¹⁴



Pigeon ramier



Pigeon biset



Corbeau

Sur colza, les surfaces attaquées concernent dans la majorité des cas signalés moins de 25% de la surface cultivée. Dans quelques cas, les dégâts peuvent être importants, avec des surfaces attaquées supérieures à 50%. À la fin de l'automne et pendant l'hiver, lors du repos végétatif, le colza d'hiver est au stade rosette (développement de huit à dix feuilles). Les pigeons attaquent alors les limbes des feuilles et touchent parfois le bourgeon terminal. Dans le meilleur des cas, seules les ramifications secondaires seront capables de se développer à la sortie de l'hiver, entraînant un retard de maturation.¹¹⁵

Il existe à l'heure actuelle peu de solutions de lutttes faciles à mettre en place. Parmi les différents moyens, on peut retrouver l'effarouchement (optique ou acoustique), il est conseillé de déplacer les cerfs-volants régulièrement et d'en placer minimum 1 par hectare ; la chasse est une solution si les espèces concernées ne sont pas des espèces protégées.¹¹⁶

k) Autres ravageurs

Cette liste n'étant pas exhaustive, elle regroupe les ravageurs causant des dégâts majeurs en culture de colza d'hiver. On peut trouver dans la Figure 25 ci-dessous des ravageurs du colza d'hiver qui ont une faible nuisance vis-à-vis de celui-ci. Leur nuisibilité est faible mais est potentiellement importante compte tenu de leur niveau d'infestation et du stade du colza.

Charançon gallicole du chou	Puceron vert du pêcher	Tenthrede de la rave	Baris des crucifères	Charançon de la tige du chou	Aleurodes
Amara	Chenille défoliatrices	Mineuses	Noctuelles terricoles	Taupins	Teigne des crucifères
		Thrips	Blaniule		

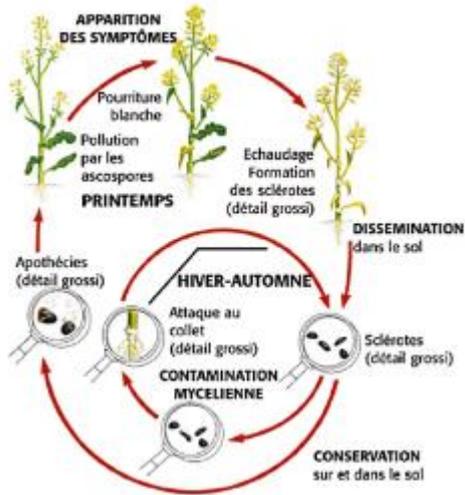
Figure 25 : Les ravageurs mineurs du colza (source : CETIOM. (2005). *Petit guide pratique du CETIOM : Les insectes du colza*. Thiverval-Grignon: CETIOM.)

¹¹⁴ Terres Inovia. (s.d.). *Attaques d'oiseaux sur colza*. Consulté le mars 11, 2019, sur <http://www.terresinovia.fr>: <http://www.terresinovia.fr/colza/cultiver-du-colza/ravageurs/oiseaux/>

¹¹⁵ *Ibid.*

¹¹⁶ *Ibid.*

2.2.2.3.1 Sclérotinia



Le sclérotinia est une maladie causée par un champignon *sclerotinia sclerotiorum*. C'est une maladie importante des cultures de colza et de tournesol.

Au printemps, la météo humide et les températures douces suffisent à déclencher le cycle du champignon. Les scléroties, organes de conservation du champignon, se développent dans les tiges et peuvent se conserver 6 à 10 ans dans le sol.¹¹⁷

Les pertes peuvent atteindre 20 q/ha.

Moyen de lutte

Figure 27 : Cycle du sclérotinia (source : CETIOM)

Agronomique : Il est important de respecter une rotation d'un minimum de 3 ans pour minimiser les risques d'apparition de maladies et de ravageurs.

Chimique : Il est indispensable d'alterner et d'associer les différentes familles de produits chimiques pour éviter



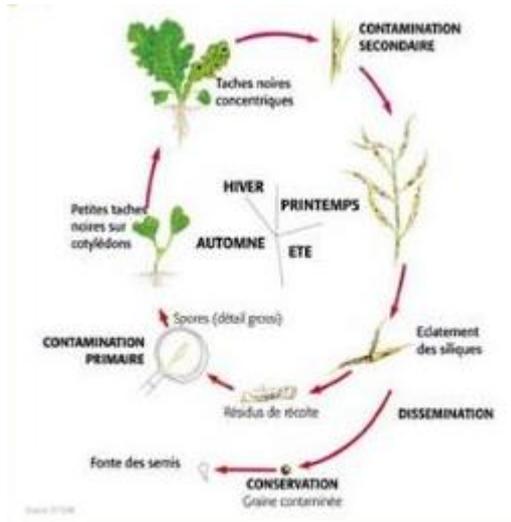
Figure 26 : Colza atteint du sclérotinia (source : BASF)

¹¹⁷ www.semences-de-colza.fr. (2015). *Les bioagresseurs du Colza*. Consulté le janvier 5, 2019, sur www.semences-de-colza.com: <http://www.semences-de-colza.fr/bioagresseurs-colza.html>

les phénomènes de résistance. Une seule application à base de boscalid ou de fluopyram par exemple suffit pour limiter l'apparition de la maladie.

En situation à risque, il est nécessaire d'intervenir dès la chute des premiers pétales.

2.2.2.3.2 Cylindrosporiose



Cette maladie apparaît principalement lors d'automne et de printemps pluvieux.

La maladie se caractérise par les décolorations vertes claires avec des points blancs sur les feuilles puis des aspects de brûlure avec craquellement des tissus.¹¹⁸



Figure 28 : Feuille de colza atteinte par le cylindrosporiose (source : Terres Inovia)

Les pertes peuvent atteindre 6 q/ha.

Il existe des variétés tolérantes à la maladie. Il est aussi conseillé de broyer et enfouir les résidus de cultures.

Figure 29 : Cycle de la cylindrosporiose du colza (source : CETIOM)

¹¹⁸ Ibid.

2.2.2.3.3 Alternaria



L'alternaria, appelée maladie des taches noires en raison des symptômes qu'elle engendre, est susceptible d'infecter toutes les parties aériennes du colza et ce, à n'importe quel stade de la culture. Mais les fortes attaques nuisibles, qui entraînent l'éclatement des siliques, interviennent essentiellement en périodes orageuses, au printemps.

Alternaria brassicae est un champignon dont le développement est favorisé par une succession de périodes pluvieuses et chaudes. La maladie est alors à surveiller par temps orageux. Une intervention avec un fongicide est conseillée

Figure 30 : Cycle d'Alternaria en colza (source : CETIOM)

lorsque les symptômes apparaissent sur siliques.

Sachant qu'un traitement réalisé pour lutter contre le sclérotinia permet généralement de freiner la maladie lorsque des taches sont déjà observées sur les feuilles.

L'échaudage des grains et l'éclatement des siliques avant maturité peuvent engendrer des pertes de rendement allant jusqu'à 6 q/ha.

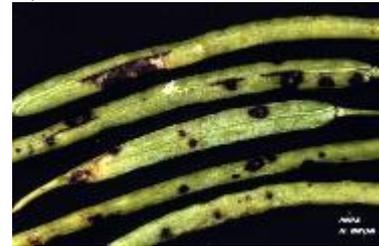
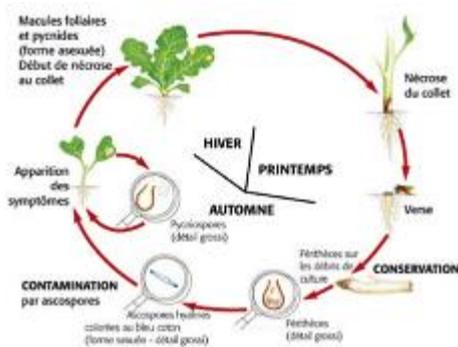


Figure 31 : Symptôme d'alternaria sur colza (source : www.agrifind.fr)

2.2.2.3.4 Phoma



Le phoma est un champignon qui apparaît à l'automne. On le distingue facilement par des macules blanches grisâtres sur les feuilles de colza. Cette maladie peut être importante si elle est mal contrôlée.

Il est important de choisir des variétés peu sensibles en alternant les groupes variétaux.

Pour éviter des contaminations sur des parcelles voisines, il peut être conseillé de broyer puis enfouir les cannes de

colza.

Figure 32 : Cycle du phoma en colza (source : CETIOM)

Intervenir au stade 4-6 feuilles contamination dans les situations à risques.

en période de

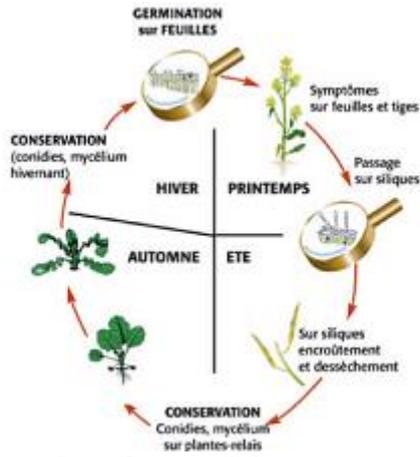
Les pertes de rendement peuvent atteindre jusqu'à 50% à la récolte.

2.2.2.3.5 Oïdium

Les symptômes de l'oïdium sur colza apparaissent d'abord sur feuilles, parfois dès l'automne. Ils sont par la suite également observables sur tiges et siliques.

Ils consistent en un feutrage blanc étoilé de mycélium qui peut recouvrir l'ensemble des organes touchés. Des punctuations noires sont également susceptibles d'apparaître.

Contrairement à la majorité des champignons pathogènes du colza, l'oïdium est favorisé par des températures douces, autour de 20°C, et par un temps



sec. Les fortes pluies, en revanche, défavorables à la progression de la

Figure 33 : Cycle de l'oïdium sur colza (source : CETIOM)

sont maladie.

Outre les pertes de rendement pouvant atteindre 13 q/ha, les attaques sur siliques retardent leur maturation. L'hétérogénéité de maturité ainsi générée perturbe la récolte. D'où l'intérêt d'intervenir avant que la maladie soit déjà bien installée sur les siliques.



Figure 34 : Symptôme d'oïdium sur colza (source : Bayer-agri)

2.3 Résumé

La Figure 35 en page 47 présente les différentes interventions en culture de colza. On y retrouve de manière schématisée les périodes d'attaque des bioagresseurs ainsi que les interventions chimiques apportées à la culture.

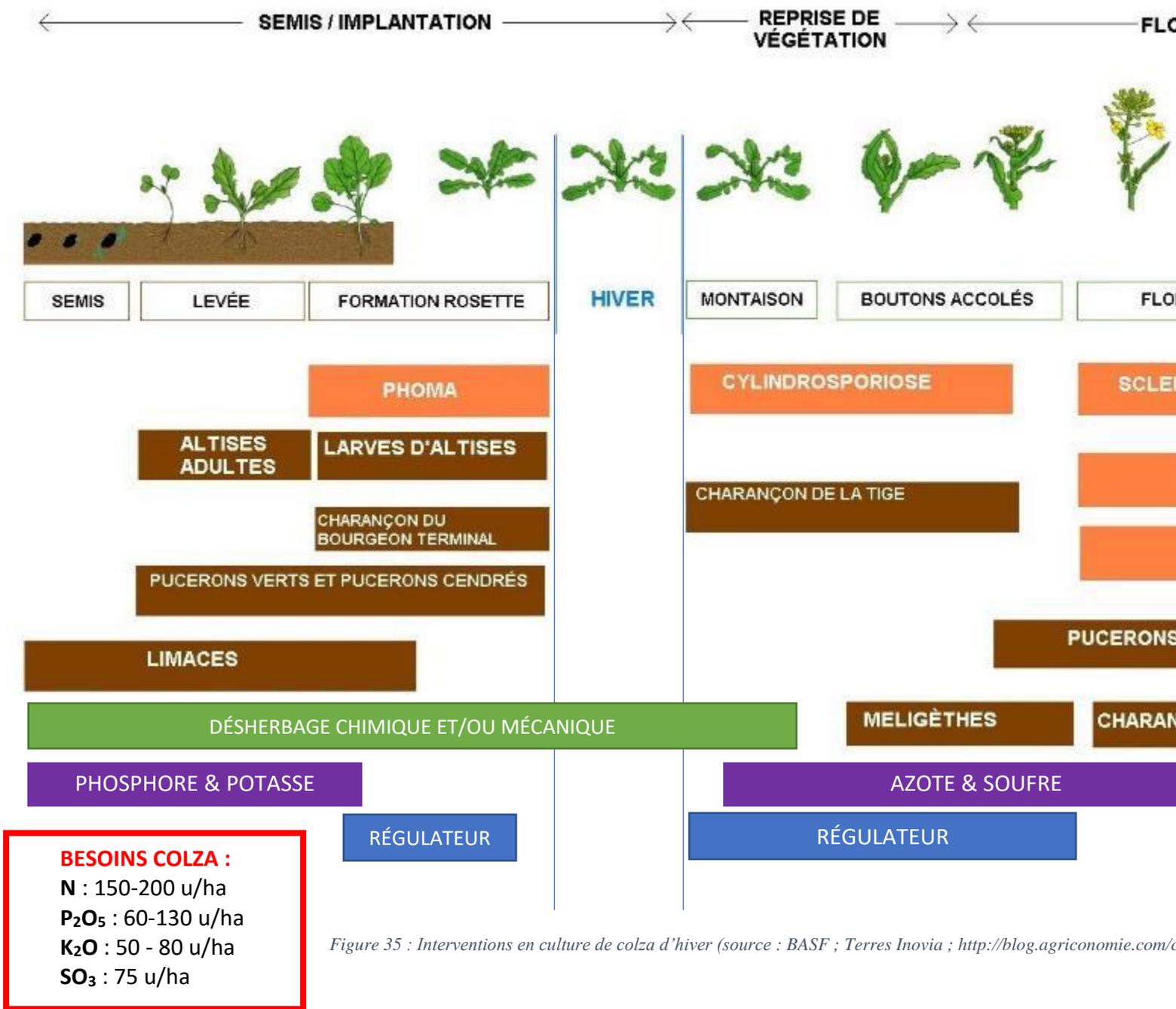


Figure 35 : Interventions en culture de colza d'hiver (source : BASF ; Terres Inovia ; <http://blog.agriconomie.com/>)

3 L'association des cultures

Comme nous l'avons vu dans le point précédent (I1.3 page 19), les systèmes de production agricole sont divers mais font face aux mêmes problématiques telles que l'érosion, la rémunération des producteurs, la gestion durable des exploitations agricoles.

Ce chapitre va aborder la technique du compagnonnage, dit l'association des cultures, afin de mieux identifier ce que cette technique peut apporter dans nos champs agricoles.

3.1 Définition

Tout d'abord, qu'est-ce qu'on entend par « *cultures associées* » ?

Selon le dictionnaire d'agro-écologie (Bedoussac & Journet, 2017), la culture associée est une pratique agricole qui consiste à implanter dans une parcelle au moins deux espèces pendant une période significative de leur croissance. Dans le cas du colza, les plantes compagnes seront en grande majorité des légumineuses qui permettent une meilleure nutrition azotée des autres plantes.

La culture associée vise à utiliser plus efficacement les ressources naturelles disponibles afin de diminuer la quantité d'intrants sur l'exploitation. Le compagnonnage valorise la complémentarité entre les espèces pour augmenter la production et la qualité des produits mais aussi lutter contre les maladies, ravageurs et adventices. Les associations permettent également de fournir des produits variés sur une surface restreinte.

3.2 Historique

L'histoire des cultures associées remonte au temps des *civilisations amérindiennes* avec la technique agricole dite des *trois sœurs*, ou *Milpa*. Cette ancienne méthode culturale représente les trois principales cultures pratiquées traditionnellement par diverses ethnies amérindiennes d'Amérique du Nord et d'Amérique centrale : la courge, le maïs et le haricot grimpant.

Cette association n'est pas anodine, ces plantes s'apportent mutuellement des bénéfices. Les tiges de maïs servent de support aux haricots grimpants, ce qui évite de mettre en place des tuteurs. Il permet également, grâce à son feuillage de donner un peu d'ombre aux haricots qui produiront moins d'amidon et auront ainsi une meilleure qualité gustative. Les haricots, grâce à leurs nodosités racinaires, enrichissent le sol en azote ce qui favorise la croissance des deux autres cultures. Les courges sont des plantes rampantes, dont un seul pied peut recouvrir une grande surface de terrain. Cultivées entre les plants de maïs, les courges permettent de protéger le sol contre l'érosion. En outre, grâce à leurs larges feuilles, elles permettent d'inhiber la croissance des mauvaises herbes. Ce feuillage forme un paillis vivant et crée un microclimat qui permet de conserver l'humidité des sols en le protégeant des rayons du soleil et minimise donc les impacts de la sécheresse. Cela améliore les rendements de maïs et de haricots. Enfin, leurs épines protègent de l'ensemble des herbivores.¹¹⁹

D'un point de vue diététique, les trois sœurs constituent un régime équilibré : le maïs apportant glucides et protéines en masse. Les haricots secs, également très protéiques,



Figure 36 : méthode des « trois sœurs » - Femme semant haricot et courges aux pied du maïs (source : www.ecolopop.info)

¹¹⁹ Heitz, L. (2017, septembre 21). *La Milpa, une association de culture gagnant-gagnant*. Consulté le mars 13, 2019, sur www.alsagarden.com: <https://www.alsagarden.com/blog/la-milpa-une-association-de-culture-gagnant-gagnant/>

complètent les acides aminés manquants à la céréale (la lysine et le tryptophane). La courge, quant à elle, est source de lipides et de vitamines.¹²⁰



Figure 37 : technique de joualle (source : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Joualle>)

La *joualle* est un très ancien système de culture qui remonte au début de l'époque **gallo-romaine**. Elle associe sur une même parcelle de la vigne poussant sur des arbres fruitiers¹²¹ et plusieurs autres cultures intercalaires réalisées entre les rangées d'arbres¹²². Cette méthode culturale a été pratiquée dans plusieurs régions d'Europe, et notamment dans le Sud-Ouest de la France. Au XX^e siècle, ce système cultural intégré a été préservé en Espagne et surtout au Portugal. Mais face aux assauts de l'agriculture intensive, il a disparu temporairement du territoire français.¹²³

Une autre utilisation des vignes en culture associée et qui est fort similaire à la joualle est la culture de la vigne en *hautain*. Cette méthode culturale connue depuis *l'Antiquité* fut particulièrement utilisée par les Grecs, les Scythes et les Romains. Les arbres, qui servaient de tuteur, pouvaient être l'obier, le cornouiller, le charme, l'orme et le saule. Cette façon permettait à la vigne de s'accrocher en hauteur et ainsi de produire des fruits et du fourrage (feuillage).¹²⁴ Les arbres sont régulièrement taillés pour ne pas faire trop d'ombrage à la vigne, ainsi qu'aux cultures également associées. Les arbres protégeaient les cultures et les animaux des intempéries et contribuaient à la production de bois. De nos jours, les hautains de bois vivant ont majoritairement été remplacés par des pieux ou des échelas de bois mort. On trouve néanmoins des derniers vestiges de hautains français en Haute-Savoie, au bord du lac Léman, et dans le piémont pyrénéen. Cette forme de culture se maintient et retrouve même peu à peu ses lettres de noblesse au Portugal, en Italie et en Crète.¹²⁵

Les associations de cultures sont utilisées depuis l'aube de l'agriculture mais elles ont progressivement disparu avec l'intensification des agro-écosystèmes, durant le 20^{ème} siècle, au profit de systèmes fondés sur des peuplements cultivés monospécifiques. Ces systèmes sont actuellement remis en cause avec l'émergence des préoccupations d'économie d'intrants, la nécessité d'améliorer l'efficacité des facteurs de production et de préserver l'environnement et la biodiversité.
(INRA, Arvalis, IRD, PerfCom, ANR, Décembre 2012)

D'après ce constat, fait en 2012 dans le projet PerfCom sur les cultures associées, la technique de l'association de cultures est une pratique ancestrale qui fut oubliée et remplacée par le système monocultural que l'on connaît actuellement. Aujourd'hui, cette technique est beaucoup utilisée dans les potagers afin de rentabiliser au mieux la surface cultivable.

¹²⁰ Bio Jardin Services. (s.d.). *La milpa, mère de toutes les cultures associées*. Consulté le 13 3, 2019, sur Bio Jardin Services: <http://biojardinservices.com/jardinage-bio/articles-jardin/la-milpa-mere-de-toutes-les-cultures-associees.php>

¹²¹ Abricotier, cerisier, prunier, pêcher, ...

¹²² Plantes potagères, céréales (avoine, blé, orge, sarrasin, etc), fourrage, betteraves sucrières, et aussi après le XVII^e siècle des pommes de terre ou du tabac.

¹²³ Boucher, P. (2015, mars 14). *Tentez la Joualle : le compagnonnage des plantes au service de nos jardins*. Consulté le mars 13, 2019, sur ConsoGlobe: <https://www.consoglobe.com/joualle-compagnonnage-plantes-cg>

¹²⁴ Roussel, G. (2009). *Le hautain*. Consulté le mars 25, 2019, sur www.arbre-celtique.com: <http://www.arbre-celtique.com/forum/hautain-7319.htm>

¹²⁵ Wikipédia. (2019, février 26). *Hautain*. Consulté le mars 25, 2019, sur Wikipédia

3.3 Popularisation des associations de cultures

Au niveau des agriculteurs, les cultures associées sont difficiles à adopter car de nombreux obstacles se placent devant eux. En effet, ils ne bénéficient pas d'aides financières pour les cultiver et le produit est peu valorisé notamment les légumineuses. Cette valorisation pourrait être facilitée en circuit court. Aussi, le mélange céréale-légumineuse est intéressant en tant que fourrage pour le bétail. De plus, il existe une certaine dépendance des agriculteurs vis-à-vis des collecteurs. Il existe, par ailleurs à ce jour, un manque de connaissances et de références sur les associations de cultures car trop de facteurs rentrent en jeu.¹²⁶

En aval de la filière, le tri des grains à la récolte de cultures associées est un frein majeur pour la filière alimentation humaine car la présence d'impuretés n'est pas tolérée pour la transformation. Mais, les cultures associées pourraient en revanche permettre de combler le déficit en production protéagineuse et favoriseraient l'autonomie des éleveurs au niveau régional. La gestion du stockage pourrait être repensée par les coopératives, par exemple, en se dotant d'un plus grand nombre de silos : les uns servant de stockage temporaire et les autres recevant la récolte triée.¹²⁷

Concernant l'expansion de cette technique en grandes cultures, des groupements telles que Greenotec tentent de réintégrer ces techniques dans nos modèles d'agriculture actuels afin de diminuer les intrants et d'optimiser l'agroécosystème. C'est pourquoi l'ASBL Greenotec tente de sensibiliser au mieux les agriculteurs et le grand public à ces pratiques agricoles comme nous pouvons voir un exemple de sensibilisation sur la photo ci-dessous.



Figure 38 : Affiche de Greenotec dans les champs d'agriculteur membre (source : <http://www.greenotec.be/>)

¹²⁶ INRA, Arvalis, IRD, PerfCom, ANR. (Décembre 2012). *Les Cultures Associées céréale/légumineuse, en agriculture "bas intrants" dans le Sud de la France*. (P. Hinsinger, Éd.) France. Récupéré sur <http://inra-dam-front-resources-cdn.brainsonic.com/ressources/afile/246508-6e585-resource-article-inra-toulouse-cultures-associees.html>

¹²⁷ *Ibid.*1

3.4 Atouts & inconvénients

Comme on a pu le voir dans le point précédent, avec la technique des Trois Sœurs et la méthode de la joualle, la technique de culture associée n'est pas aussi récente qu'on pourrait le croire mais une tendance tente de remettre ce procédé au goût du jour. Ce point va soumettre les différents bénéfices et inconvénients que cette méthode peut nous apporter.

L'objectif de l'association culturale est de cultiver diverses espèces végétales ensemble. Le but de cette association est de protéger la culture principale, parfois la nourrir et aussi améliorer la qualité des sols. On veille cependant à ce que ces cultures adjacentes ne concurrencent pas la plante destinée à la récolte. Judicieusement associées, les plantes sont capables de résister aux excès du climat et au parasitisme, mais également à utiliser au mieux les potentialités offertes par les sols et l'énergie solaire.¹²⁸

Cette pseudo symbiose entre les plantes est favorisée grâce à la complémentarité de leurs différents besoins nutritionnels, physiologiques et agro-biologiques.

L'association des plantes de manière contrôlée permet une interaction positive entre les différentes espèces. En associant des plantes avec des caractéristiques différentes, l'interaction crée une complémentarité entre les individus et il se forme une diversité biologique. Les principaux bénéfices apportés par ce type de culture sont les suivants : réduction du temps de travail et de la consommation d'énergie fossile par hectare, amélioration de la vie du sol, gestion durable et accroissement du taux de la matière organique du sol, diminution de l'érosion et limitation de l'évaporation des sols.

¹²⁸ bio-enligne.com. (2018, décembre 29). *Cultures associées: Définition, avantages, exemples et effets bénéfiques*. Consulté le avril 1, 2019, sur bio-enligne.com: <https://www.bio-enligne.com/jardin-biologique/289-culture-associee.html>



Meilleure utilisation des ressources du sol, exploitées à diverses profondeurs et à des périodes échelonnées, compte tenu des différences de cycle et de comportement des plantes présentes dans l'association.

Meilleure occupation de l'espace :

- Aérien : bonne valorisation de l'énergie lumineuse et du gaz carbonique en vue d'une amélioration du rendement photosynthétique.
- Souterrain : enracinements de diverses espèces et aux exigences différentes en matière d'eau et d'éléments nutritifs.

Limitation des bio-agresseurs qui se propagent plus aisément en culture pure :

- Meilleure maîtrise des adventices (technique de l'enherbement) et donc diminution ou élimination des herbicides
- La résistance d'une plante A à une maladie limite la prolifération de cette maladie à la plante B
- Permet de repousser les ravageurs et d'attirer des auxiliaires de culture.
- Abris pour les insectes auxiliaires et amélioration de la biodiversité naturelle favorisant l'équilibre entre les ravageurs et leurs antagonistes.

Meilleure protection du sol contre les agents climatiques qui sont particulièrement agressifs en culture pure.

L'impact du vent sur les cultures est limité (exemple : moins de problématique de verses dans le cas de l'agroforesterie)

Possibilité de profiter de complémentarités entre cultures :

- L'association d'une fabacée (légumineuse) permet d'apporter l'azote à l'autre culture ou à la culture suivante
- Plantes servant de tuteur à d'autres
- Limitation de l'évapotranspiration et restitution d'éléments nutritifs tels que le potassium ou le phosphore (exemple : fixation du phosphore par les mycorhizes de certaines plantes de l'association, l'agroforesterie ou l'association arbres/culture annuelle ou bisannuelle)

Possibilité de produire tout en enrichissant et/ou structurant le sol :

- Enrichissement en humus
- Protection contre l'érosion et le lessivage.

Dans un potager, l'association de culture permet de gagner de la place

Peut améliorer le goût de certaines plantes

Rendement global plus élevé et plus stable qu'en monoculture

Réduction du temps de travail et de la consommation d'énergie fossile par hectare

Inadaptation de certaines espèces qui craignent le manque de lumière ou qui ont leurs besoins nutritionnels au même moment que d'autres davantage capables de capter les ressources du sol.

Restrictions dans la construction de la rotation culturale :

- Les mélanges d'espèces ont l'inconvénient de maintenir les parasites de toutes les espèces de plantes présentes là où la rotation culturale a, en partie, pour but de limiter ce phénomène.

- Il est souvent impossible de désherber chimiquement. Les herbicides n'étant pas sélectifs, au moins une plante en souffrirait.
- Risques d'allélopathie qui ne peuvent être évités sans une connaissance fine des plantes que l'on peut ou non associer

Les semis en plein champ peuvent demander un passage par graine selon la taille de la graine (problème de taille de trémie).

Dans le cas où on récolte tout en une fois, il y a des coûts supplémentaires pour le tri des graines après récolte.

L'apport de fertilisants tels que l'azote, peut être utile pour certaines plantes mais inutile, voire néfaste aux légumineuses.

La culture associée est très souvent incompatible avec la mécanisation.

Gestion complexe de la prise en compte des besoins de chaque plante (eau, fertilisation et besoins en espace)

Pour certaines associations, possibilité de diminution du taux protéique

Diminution des rendements individuels

Techniques encore souvent empiriques

Tableau 3: atouts et inconvénients de l'association culturale (source : (Labreuche & Carton, *Les couverts et cultures: des complémentarités à optimiser*, 2015) ; (Le Quemener, 2018))

Dans le chapitre qui suit nous allons particulièrement nous intéresser à l'association culturale colza d'hiver.

4 Technique du colza associé

Dans ce chapitre, nous allons aborder la technique du colza associé depuis ses début jusqu'à l'élaboration des différentes associations qui en découlent ainsi que les différentes espèces végétales qui y sont répertoriées.

4.1 Début du colza associé

Depuis 2007, de nombreux retours d'expériences d'agriculteurs français qui cultivent simultanément le colza d'hiver avec une ou plusieurs espèces végétales (appelées dès lors « couverts associés ») se manifestent régulièrement dans la revue agricole « TCS » spécialisée dans les techniques culturales simplifiées, les couverts végétaux et le semis direct.

Depuis 2008, en France, les associations temporaires d'espèces avec le colza sont étudiées à la fois par le CETIOM, de nombreuses chambres d'agriculture, des coopératives, des semenciers, et l'INRA.

Suite aux essais menés par des agriculteurs et des organismes en France, l'ASBL Greenotec décide de tester la technique du colza associé dans nos régions avec pour objectif final d'apporter des éléments de réponse sur la faisabilité de ces pratiques dans les conditions pédoclimatiques de Wallonie. En 2010, l'ASBL Greenotec met en place une première plate-forme à Antheit (Wanze, Condroz liégeois) comparant seize associations de couverts végétaux avec du colza d'hiver. Il faut préciser que l'objectif de cette première plate-forme qui ne constitue pas un essai agronomique était de cerner sommairement les potentialités d'un grand nombre de couverts mais surtout de détecter ceux qui s'avèrent peu adaptés pour gagner en efficacité dans des essais ultérieurs qui devraient se dérouler sur plusieurs années.

À partir de 2011, l'ASBL Greenotec teste l'association de différentes espèces de couverts végétaux en culture de colza. Ces essais ont pour objectif d'optimiser la culture de colza. Les améliorations recherchées se situent à différents niveaux : la couverture du sol, la biomasse produite, l'effet sur le rendement du colza (tant qualitatif que quantitatif) et le résultat économique obtenu.¹²⁹

Aujourd'hui, cela fait 9 ans que Greenotec effectue des essais de couverts associés en culture de colza d'hiver.

¹²⁹ Institut Phytofar. (2015, novembre 5). *La technique du colza et couverts associés : optimiser la culture du colza en lui associant d'autres espèces végétales*. Bruxelles: Institut Phytofar Instituut.

4.2 Type d'association

La technique du colza associé consiste à implanter un colza d'hiver avec une ou plusieurs espèces de plantes. Ces plantes accompagnent le colza durant une partie de son cycle voire même tout au long de son cycle.

Selon l'objectif qu'on veut atteindre de cette association, il existe 3 types d'association en culture de colza d'hiver : soit une association avec des plantes gélives uniquement soit avec des espèces permanentes qui seront récoltées ou bien qui ne seront pas récoltées.

Ces différents types d'associations vont être décrits plus en détail dans les points suivants.

4.2.1 Couvert temporaire à l'automne

Cette technique vise à implanter des plantes de services gélives destinées à accompagner le colza d'hiver durant l'automne, pendant la première partie de son cycle végétatif, afin de rendre des services à la culture de colza d'hiver. Le couvert est détruit pendant l'hiver par le gel et le colza poursuit son cycle seul au printemps. Le couvert de légumineuses gélives est le type d'association le plus employé en colza associé.

Les plantes qu'on va retrouver généralement dans cette association sont des espèces gélives, c'est-à-dire qu'elles vont être détruites durant l'hiver grâce au gel.

Ce type de couverts pourrait en premier lieu fournir au colza de l'azote sous une forme plus naturelle : à l'automne par rhizo-déposition ou enrichissement de la rhizosphère, et au printemps par minéralisation des résidus de couvert. Cette association permet de diminuer la fertilisation azotée de 30 unités N/ha.

Dans un deuxième temps, le couvert peut permettre de lutter les mauvaises herbes (compétition ou allélopathie) au début de l'automne, donc de réduire les utilisations d'herbicides.

La troisième hypothèse envisageable avec ce type d'association est de perturber le vol, la ponte ou l'alimentation des insectes d'automne (altises et charançons du bourgeon terminal) et ainsi réduire les dégâts par effet de camouflage/perturbation visuelle et/ou olfactive.

Cette association permet d'avoir une structuration du sol et amélioration de l'enracinement du colza par complémentarité des systèmes racinaires (colza/plantes de services).

D'un point de vue économique, cette technique permet d'avoir un moindre investissement financier pour l'agriculteur en début de cycle du colza d'hiver (diminution d'herbicides, d'insecticides) et des possibilités accrues d'alternatives en cas de destruction de la culture de colza ou de non-développement.

Cependant, si le couvert est composé de légumineuses, il faudra limiter les doses d'azote en début de cycle afin de ne pas trop pénaliser le développement des légumineuses. Si elles ne se développent pas assez, il sera nécessaire d'avoir recours au désherbage si le couvert n'a pas été détruit par le gel et qu'il pourrait être nuisible à la culture.

En revanche, si le couvert a bien été détruit durant l'hiver, le colza redémarre son cycle seul au printemps, laissant les mauvaises herbes prendre la place du couvert qui a été détruit.

Un des inconvénients de l'association est l'ajout supplémentaire de semences lors du semis. Ce qui entraîne un coût supplémentaire lors de l'implantation.



- Amélioration du système racinaire
- Amélioration de la structure du sol (20 premier cm)
- Lutte contre l'érosion
- Contrôle des bio-agresseurs d'automne
- Améliorer la nutrition azotée et le fonctionnement du colza
- Contribuer à la fertilité des sols
- Accroître la concurrence de la culture vis-à-vis des adventice
- Amélioration de la production
- Réduction des intrants (herbicides, insecticides, azote)
- stabilisation et augmentation des rendements



- Nécessité d'un désherbage si couvert non détruit
- Limiter les doses d'azote
- Coût supplémentaire des semences lors du semis
- Contraintes de manipulations supplémentaires lors du semis (mélange colza/légumineuses) ou double semis
- Le colza redémarre seul au printemps : développement d'adventice
- Nécessité d'adapter son itinéraire technique par rapport à un colza seul (date de semis, mode d'implantation dans certaines situations, programme de désherbage, fertilisation, etc.)

Tableau 4 : Avantages et inconvénients d'un couvert gélif (source : Greenotec ; (Moureaux & Sauzet, 2016))

4.2.2 Couvert permanent

Un couvert permanent est un couvert à cycle long qui cohabite avec une culture de rente. Dans ce type de couvert on retrouve des espèces pérennes qui vont rester après la récolte. Le couvert permanent permet dès la récolte de peupler la parcelle et ainsi évite de laisser le sol nu. Cette association est appelée CDI ou couvert à durée indéterminée. Parmi les différentes espèces utilisées, on a notamment le trèfle blanc, le trèfle violet, la luzerne, le **lotier corniculé**.

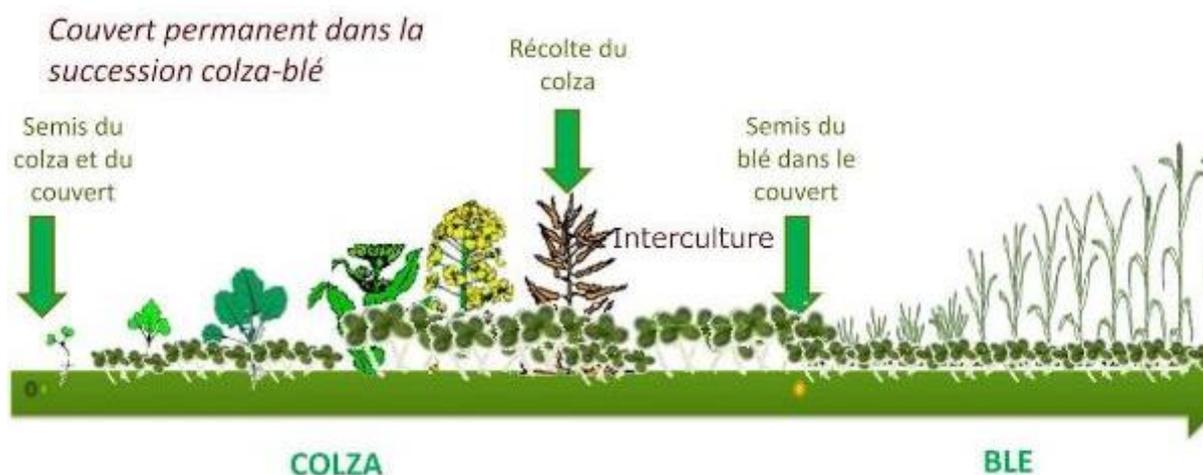


Figure 39 : Colza associé à des légumineuse pérennes (source : (Sauzet, Agriculture de Conservation, Colza Associé, Couvert Permanent et Semis Direct, 2019))

4.2.2.1 Implantation

D'après Terre Inovia, le colza supporte difficilement un semis dans un couvert vivant qui accentue l'assèchement du sol. En revanche, débuter le cycle du couvert par un colza présente des avantages avérés. L'implantation d'une luzerne ou d'un trèfle peut se faire au même moment que celle du colza. Les espèces pérennes persistent durant l'hiver grâce à leur résistance au gel.¹³⁰ La croissance de la légumineuse va débuter à la fin du cycle du colza et s'exprimer à l'interculture suivante.¹³¹

Dans la mise en place d'un couvert permanent on retrouve également le développement des **semis sous couvert**.¹³² De cette manière, le couvert est semé lorsque le colza est bien implanté dans la parcelle. Cette technique est destinée à réduire, voire à supprimer, les périodes où le sol est nu. À terme, le fait de couvrir son sol et de ne quasiment plus laisser son sol nu permettrait d'améliorer la fertilité des sols ; de limiter l'érosion, mais aussi de mieux contrôler les adventices, cela en réduisant le travail du sol et, de fait, les charges de mécanisation.

L'adaptation au type de sol est le critère le plus important pour choisir l'espèce de couvert à planter. Cette condition est indispensable pour assurer sa pérennité et obtenir un couvert au développement suffisant pour répondre à des objectifs comme la couverture des sols en interculture ou la fixation d'azote. Comme on peut l'observer sur le Tableau 5, ci-dessous, la

¹³⁰ Cf. Tableau 12 p.66

¹³¹ Moureaux, B. (2016, septembre). Valoriser les avantages agronomiques du colza associé. *Perspectives agricoles* (n°436), p. 63.

¹³² Il s'agit d'une technique agricole qui consiste à planter une culture directement dans un couvert végétal sans avoir préalablement travaillé le sol. On en distingue deux types :

- 1) le cas où le couvert est détruit (mécaniquement, naturellement et en dernier recours chimiquement) et dont la biomasse est conservée à la surface du sol et
- 2) le cas où le couvert est conservé vivant et dans ce cas on parle de semis-direct sous couvert végétal vivant. Dans les deux cas, l'agriculteur utilise un semoir particulier dit « direct » équipé de disques ou de dents capables de positionner la graine au contact du sol en découpant la végétation.

luzerne ou le sainfoin sont particulièrement adaptés aux sols sains et calcaires. En cas de sols acides et humides, on se dirigera à l'inverse vers des trèfles.

Étant donné que le couvert permanent n'est généralement pas récolté, il est donc impératif de modérer la compétition du couvert sur la culture. Le système de culture doit être conçu de manière que les espèces soient complémentaires sur le plan des besoins en azote, des périodes de croissance, des profondeurs d'enracinements, etc.¹³³

Tableau 5 : Caractéristiques des principales espèces de couverts permanents (source : (Labreuche, Edeline, & Sauzet, Implantation d'un couvert permanent : le colza, une culture bien adaptée, 2017))

Noms français	Adaptation au type de sol					Système racinaire	Densité de semis (couvert permanent)	Dynamique de croissance			
	Sol sain et profond	Sol hydromorphe et séchant	Sol hydro-morphe	Sol séchant acide	Sol séchant calcaire			Hiver	Printemps	Été	Au-tomme
Luzerne-flamande	Forte	Faible	Faible	Moyenne	Forte	Pivot puissant	6-8 kg/ha	dormant			
Trèfle blanc		Forte				Fasciculé plutôt superficiel	2-3 kg/ha			sensible au sec	
Trèfle violet						Pivot profond, racines latérales	3-5 kg/ha				
Sainfoin cultivé		Faible	Faible		Forte	Pivot	50 kg/ha (en cosses)				
Lotier corniculé				Forte		Pivot, extensions latérales	6-8 kg/ha	dormant			

■ Forte ■ Moyenne ■ Faible

Le trèfle, peu poussant, a une croissance plus active après la floraison du colza. Il est donc préférable de choisir une variété naine. La luzerne, quant à elle, est bien adaptée aux sols calcaires séchants grâce à son enracinement plus profond.¹³⁴

En 2011, le CETIOM a engagé des études avec du trèfle blanc nain ou de la luzerne, plus rarement avec du sainfoin et du lotier. Il convient d'être prudent avec les trèfles violet et incarnat semés en même temps que le colza, car ils sont potentiellement très envahissants au printemps. En revanche, un trèfle violet semé début mars se révèle beaucoup moins concurrentiel. Un colza très concurrentiel, comme certaines variétés hybrides, peut même mettre à mal le trèfle qui va manquer de lumière alors qu'il n'est pas encore bien installé. Dans la mesure où il est resté sous le colza, le couvert ne perturbe pas la récolte et sa croissance devient dynamique après.¹³⁵

4.2.2.1 Gestion du couvert

La couverture permanente du sol devrait limiter les levées d'adventices. Le couvert impose par ailleurs d'adapter les stratégies de désherbage. Il doit dans certains cas être régulé mécaniquement ou chimiquement afin de limiter la compétition sur la culture.¹³⁶ Cependant, un couvert bien installé à la récolte du colza promet une interculture propre durant l'été et la possibilité de se passer de déchaumage ou l'utilisation de glyphosate.¹³⁷

Étant donné le spectre des produits utilisables, les désherbages tardifs de rattrapage sont destructifs des légumineuses, ou applicables à très faibles doses mais avec des efficacités parfois insuffisantes. Concernant le désherbage, il est préférable d'implanter les légumineuses

¹³³ Labreuche, J., & Carton, N. (2015, avril). Les couverts et cultures: des complémentarités à optimiser. *Perspectives agricoles*(n°421), p. 66.

¹³⁴ Moureaux, B. (2016, septembre). Valoriser les avantages agronomiques du colza associé. *Perspectives agricoles* (n°436), p. 63.

¹³⁵ Labreuche, J., Légère, R., Sauzet, G., Bouet, S., & Deneufbourg, F. (2015, avril). Les légumineuses pérennes profitent à couvert. *Perspectives agricoles* (n°421), 66.

¹³⁶ Labreuche, J., & Carton, N. (2015, avril). Les couverts et cultures: des complémentarités à optimiser. *Perspectives agricoles*(n°421), p. 66.

¹³⁷ Milou, C. (2016, mai/juin). Semis sous couvert, Couvrez ce sol que je ne saurais voir ! *Cultivar*(n°67), p. 50.

dans une parcelle peu infestée par les dicotylédones. Les désherbages précoces de post-levée sont alors conseillés.¹³⁸

L'inconvénient de ce type d'association est qu'il faut contrôler la pousse du couvert au sein de la culture. Prenons l'exemple du trèfle. Afin d'éviter que le trèfle concurrence la culture, il est conseillé d'implanter une dose modérée du trèfle semé en association (3 kg/ha) puis par une régulation dans le colza.¹³⁹

Le trèfle blanc nain est assez neutre pour le colza dans la mesure où il est rarement perturbant mais apporte peu d'effets bénéfiques. En revanche, il aura un effet plus tard dans la rotation. En aucun cas, dans les essais entrepris par le CETIOM, le trèfle blanc nain n'a perturbé le colza et justifié l'emploi d'un herbicide pour limiter sa croissance. Il est toutefois nécessaire de surveiller l'état des légumineuses annuelles associées. En effet, des excès de croissance au printemps peuvent concurrencer le colza et perturber la récolte. Une intervention chimique (Lontrel SG à faible dose : 20 g/ha maximum) peut alors réguler le développement de légumineuses n'ayant pas subi les effets du gel et potentiellement gênantes au printemps tout en faisant perdurer le couvert pérenne. À titre préventif, les couverts annuels peuvent être choisis afin d'être peu envahissants même s'ils ne gèlent pas.¹⁴⁰

Une fois bien implanté, le trèfle développe des stolons et sa croissance va exploser dès que le colza sera moissonné. Il va ainsi couvrir toute la surface disponible et étouffer les repousses de colza. Il faut alors le réguler à l'aide de 350 g/ha de glyphosate.¹⁴¹

D'après une enquête fait par Arvalis (résultats exposés dans le Cultivar de janvier 2017) auprès d'agriculteurs introduisant un CDI dans leur rotation, 70% des témoignages révèlent que le couvert est bien présent, correctement développé et régulier après la première culture de colza. Ce qui confirme que la technique marche particulièrement bien en démarrant dans un colza. De plus, 44% des enquêtés n'ont pas constaté d'effet (positif ou négatif) sur le rendement de la présence d'une couverture végétale pérenne. 21% ont remarqué un effet positif sur le rendement et 7% plutôt moins de rendement.¹⁴²

Le couvert n'est bien développé et homogène que dans 40% des cas à l'issue de sa seconde année derrière une céréale à paille.¹⁴³ Les couverts permanents ont donc une durée limitée dans le temps (cf. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Les couverts semés en même temps qu'un colza ont une durée de vie souvent comprises entre 18 et 30 mois.¹⁴⁴

Noms français	Caractéristiques		
	Densité de semis (couvert permanent)	Pérennité	Rapidité d'installation
Luzerne flamande	7 kg/ha	3 à 5 ans	Assez rapide
Sainfoin cultivé	50 kg/ha (en cosses)	2 à 4 ans	Moyen
Lotier corniculé	8 kg/ha	2 à 3 ans	Assez rapide
Méililot officinal	7 kg/ha	1 an (se resème)	Moyen
Minette	15 kg/ha	1 an (se resème)	Rapide
Trèfle violet	8 kg/ha	2 à 3 ans	Assez rapide
Trèfle hybride	8 kg/ha	1 à 4 ans	Assez rapide
Trèfle blanc	3 kg/ha	4 à 5 ans	Moyen (selon type)

Tableau 6 : Pérennité du couvert selon le type de sol (source : ARVALIS – Institut du végétal)

¹³⁸ Moureaux, B. (2016, septembre). Valoriser les avantages agronomiques du colza associé. *Perspectives agricoles* (n°436), p. 63.

¹³⁹ Milou, C. (2016, mai/juin). Semis sous couvert, Couvrez ce sol que je ne saurais voir ! *Cultivar*(n°67), p. 50.

¹⁴⁰ Labreuche, J., Légère, R., Sauzet, G., Bouet, S., & Deneufbourg, F. (2015, avril). Les légumineuses pérennes profitent à couvert. *Perspectives agricoles* (n°421), 66.

¹⁴¹ Lambert, A. (2018, juillet/août). Couverture permanent: Le couvert ne solutionne pas le salissement. *Cultivar* (n°709), p. 22.

¹⁴² Waligora, C. (2017, janvier). Couvert à durée indéterminée, Arvalis mène l'enquête... *Cultivar*(n°72), p. 52.

¹⁴³ Affaiblissement des légumineuses par manque de lumière, phytotoxicité de certains herbicides...

¹⁴⁴ Labreuche, J., Edeline, P., & Sauzet, G. (2017, avril). Implantation d'un couvert permanent : le colza, une culture bien adaptée. *Perspectives agricoles* (n°443), 66.f

4.2.2.2 Atouts et inconvénients du CDI

Un CDI, déjà installé au moment de récolter la culture de vente, se développe plus rapidement pendant l'interculture, en évitant les difficultés d'une installation estivale (conditions sèches, lit de semence encombrée de paille, ...). C'est en particulier une solution pour la mise en place d'un couvert de légumineuse avant froment, souvent limitée par la durée de l'interculture. Avec un fort potentiel de croissance pendant l'interculture et une présence sur une longue période, le couvert permanent est susceptible d'avoir un plus fort impact qu'une culture intermédiaire sur le sol et le système de culture.¹⁴⁵

Les bénéfices peuvent être plus importants qu'une culture intermédiaire, sous réserve de gérer la compétition du couvert sur la culture, pour la lumière, l'eau et l'azote.

Bien que cette technique favorise la vie du sol, celle-ci inclut aussi les limaces. Il faut donc utiliser différents leviers pour les limiter. Ces leviers peuvent être le choix de variétés plus vigoureuses à la levée par exemple.¹⁴⁶

Derrière un colza ou d'autres cultures, la présence excessive de campagnols peut cependant remettre en cause ce système : un déchaumage est nécessaire pour perturber le rongeur et détruire son habitat.¹⁴⁷

Ce couvert permanent peut ensuite être récolté comme culture fourragère ou servir de couvert d'interculture.

¹⁴⁵ Labreuche, J., & Carton, N. (2015, avril). Les couverts et cultures: des complémentarités à optimiser. *Perspectives agricoles*(n°421), p. 66.

¹⁴⁶ Milou, C. (2016, mai/juin). Semis sous couvert, Couvrez ce sol que je ne saurais voir ! *Cultivar*(n°67), p. 50.

¹⁴⁷ Labreuche, J., Légère, R., Sauzet, G., Bouet, S., & Deneufbourg, F. (2015, avril). Les légumineuses pérennes profitent à couvert. *Perspectives agricoles* (n°421), 66.



- Couverture végétale déjà présente lors de la récolte
- Limite l'érosion entre la récolte du colza et le semis de la culture suivante
- Apporte plus de bénéfices qu'une interculture
- Gain de temps
- Structuration du sol
- Stimulation de l'activité biologique
- Séquestration du carbone
- Fixation d'azote (cas des légumineuses)
- Limitation de la levée des adventices
- Les micro et méso-faunes du sol sont globalement favorisées
- Augmentation de la stabilité structurale
- Apport de carbone au sol
- Augmentation de la densité racinaire
- Couverture du sol par la légumineuse pendant 1 an ou + → restitution N + élevée
- Effet neutre pour le colza mais bénéfices plus tard dans la rotation
- Possibilité de détruire le couvert de différentes manières (mécanique ou chimique) ou pâturage (fourrage supplémentaire)



- Compétition pour la lumière, les nutriments ou l'eau dans le sol si le couvert est trop développé dans la culture
- Les résidus peuvent constituer une gêne lors du semis, en particulier s'ils sont abondants, lignifiés ou mal répartis
- Le mulch de résidus présent en surface peut servir d'abri à certains ravageurs tel que les limaces et contribuer à favoriser l'inoculum de certaines maladies
- Régulation du couvert pour limiter son effet compétitif
- Prolifération de rongeurs
- Favorise les limaces
- Adaptation du désherbage colza
- Coût de la semence et de l'implantation
- Peu d'effet direct sur le colza

Tableau 7 : Intérêt et inconvénients des couverts permanents (source : (Labreuche & Sauzet, Bénéficiaire à plein de l'effet "couvert", 2016) ; (Moureaux & Sauzet, 2016))

Les couverts pérennes ont peu d'effet direct sur les performances agronomiques du colza. C'est pourquoi on associe généralement des légumineuses gélives qui agissent sur les adventices, les insectes et les apports en azote.¹⁴⁸

¹⁴⁸ Moureaux, B. (2016, septembre). Valoriser les avantages agronomiques du colza associé. *Perspectives agricoles* (n°436), p. 63.

4.2.3 Espèce pérenne récoltée

Cette association permet une rentrée d'argent supplémentaire. Le colza est alors semé avec des espèces d'hiver, tel que du pois d'hiver et de la féverole d'hiver. Toutes les espèces vont se développer simultanément avec l'objectif de tout récolter en même temps. Cependant, cette technique est plus difficile et plus risquée car la maturité de toutes les espèces n'est pas toujours atteinte en même temps, il faut souvent faire un compromis. De plus, toutes les graines sont récoltées ensemble, un triage sera donc nécessaire.

La récolte de féverole, dont les graines sont très coûteuses, peut être utilisée par la suite comme semences fermières.



- Double récolte: la récolte de pois ou féverole s'ajoute au tonnage du colza
- Sécurisation partielle des revenus car plusieurs cultures différentes sur la même parcelle
- Gain de place
- Autoproduction de semence



- Nécessité de trier les graines après la récolte
- Perte de temps lors du triage
- Maturité de toutes les espèces difficilement atteinte au même moment
- Semis en deux passages (graine plus grosse ou date de semis différente)

Tableau 8 : Intérêts et inconvénients des couverts à double récolte

4.3 Caractéristiques des espèces

Cette technique un peu atypique présente quelques particularités en fonction des espèces qui entrent dans cette association. Cette partie va aborder les différentes espèces qu'on peut retrouver dans la technique du colza associé ainsi que leurs caractéristiques.

Les interactions entre les espèces associées, positives (facilitation) ou négatives (compétition), sont complexes et dynamiques dans le temps et l'espace. Il n'est pas exclu qu'un couvert exerce ponctuellement une compétition pour une ressource puis facilite son acquisition par la culture, à une autre période de son cycle, à une autre profondeur dans le sol ou pour la culture suivante. Par l'exploitation de niches écologiques différentes dans le temps et/ou l'espace, un mélange est susceptible d'utiliser les ressources disponibles plus efficacement que les cultures pures (plus forte production de biomasse).¹⁴⁹

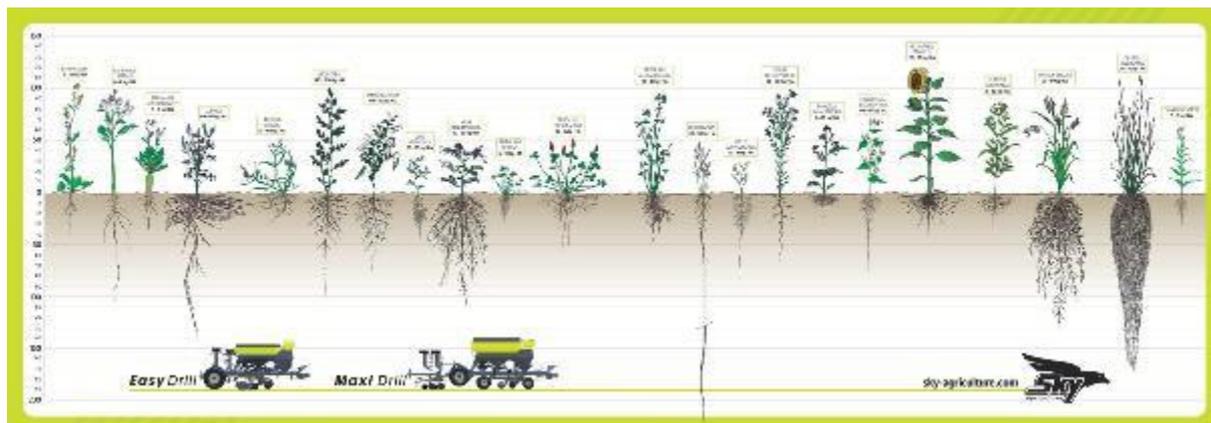


Figure 40 : Les différents systèmes racinaires de plantes compagnes (source : SKY agriculture)

Certains végétaux se favorisent mutuellement par leurs sécrétions racinaires et d'autres se rendent service en repoussant les ennemis du voisin, en n'occupant pas le même espace ou encore en ayant des besoins naturels et nutritionnels différents. Ils peuvent également avoir des effets répulsifs sur des parasites ou échanger des éléments nutritifs.

D'autres plantes, au contraire, adoptent un comportement concurrentiel, voire dans certains cas des attitudes agressives, en favorisant le développement de maladies ou en attirant les insectes prédateurs.

Il est donc primordial de prendre en compte ces avantages et ces défauts lors du choix des parcelles ainsi que du mélange.

4.3.1 Le colza

Le colza est issu de la famille des crucifères (Brassicacées). Il provient d'un croisement naturel ancien du chou (*Brassica oleracea L.*) et de la navette (*Brassica campestris L.*).¹⁵⁰

Le colza a besoin de 80 à 90 degrés-jours pour lever. Dès la levée, le colza est sensible à la concurrence pour l'eau et la lumière jusqu'au stade 4 feuilles. Cette phase est appelée croissance lente car le colza va mettre en place son enracinement et développer 4 feuilles. Durant cette phase, le colza ne va pas faire de croissance (très peu de surface foliaire). C'est pourquoi, le colza doit être dominant et non agressé sur la parcelle jusqu'au stade 4 feuilles.

¹⁴⁹ Labreuche, J., & Carton, N. (2015, avril). Les couverts et cultures: des complémentarités à optimiser. *Perspectives agricoles* (n°421), p. 66.

¹⁵⁰ FOP (Fédération Française des Producteurs d'Oléagineux et de Protéagineux). (2019). *Colza*. (F. F. Protéagineux, Éd.) Consulté le août 7, 2019, sur www.fopoleopro.com: <http://www.fopoleopro.com/la-fop/nos-cultures/colza/>

Cette démarche physiologique est arbitrée par la somme des températures, le rayonnement et la durée du jour. De ce fait, cette phase doit se dérouler lorsque les températures sont élevées.
151

À partir de ce stade (environ 400 degrés-jours), il entre en phase de croissance active et devient potentiellement très compétitif.¹⁵² À ce moment, le colza va placer une feuille tous les 70-80°j. Durant cette phase, le colza a besoin d'élément nutritif pour créer de la biomasse. En parallèle, le colza va développer son pivot verticalement et horizontalement. Au 1^{er} novembre, le pivot mesure entre 15 et 20 cm.¹⁵³

En automne, le colza absorbe l'azote. La formation de la rosette (voir **Figure 41** ci-dessous), permet au colza de rentrer en repos végétatif. Il ne faut absolument pas que le colza commence son élongation avant l'hiver.

La floraison commence généralement au mois d'avril et dure plusieurs semaines, favorisant le butinage des abeilles et la fécondation des fleurs. Une fois fécondées, les fleurs se transforment en de fines gousses (siliques) qui contiennent quinze à trente petites graines sphériques de couleur foncée. La récolte a lieu de juin à juillet.¹⁵⁴

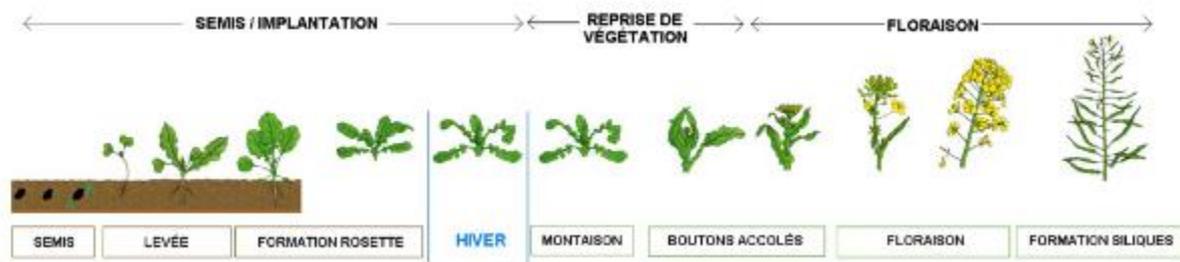


Figure 41 : Stade de végétation du colza (source : (www.semences-de-colza.fr, 2015))

4.3.2 Le couvert associé

4.3.2.1 Légumineuse

La plupart des espèces associées au colza d'hiver sont des légumineuses. En effet, celle-ci ont la particularité de fixer l'azote de l'air. C'est la seule famille de plante qui en est capable grâce à la symbiose entre la légumineuse et des bactéries du sol du genre *Rhizobium*. Au contact des rhizobia, la plante va former de petits organes racinaires, appelés nodules, au sein desquels les bactéries, différenciées en bactéroïdes, vont pouvoir se loger. Les plantes fournissent aux bactéries une niche écologique et des sources de carbone nécessaires à leur développement. En retour les bactéries



Figure 42 : photographie des nodosités d'une féverole (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 27 février 2019 à Corbais)

¹⁵¹ Sauzet, G. (2019). Agriculture de Conservation, Colza Associé, Couvert Permanent et Semis Direct. Assemblée Générale Greenotec 2019. Biesme: Terre Inovia. Consulté le février 14, 2019

¹⁵² Cadoux, S., & Sauzet, G. (2016). *Colza associé à un couvert de légumineuses gélives*. Thiverval-Grignon, France: Terres Inovia.

¹⁵³ Sauzet, G. (2019). Agriculture de Conservation, Colza Associé, Couvert Permanent et Semis Direct. Assemblée Générale Greenotec 2019. Biesme: Terre Inovia. Consulté le février 14, 2019

¹⁵⁴ FOP (Fédération Française des Producteurs d'Oléagineux et de Protéagineux). (s.d.). *Colza*. Consulté le août 7, 2019, sur www.fopoleopro.com: <http://www.fopoleopro.com/la-fop/nos-cultures/colza/>

fixent l'azote atmosphérique et le transfèrent à la plante sous une forme assimilable, l'ammoniac.¹⁵⁵

Les légumineuses n'exercent pas ou très peu de concurrence vis-à-vis du colza à l'automne. En effet, les légumineuses ont très fréquemment une installation plus lente et leur phase de croissance active est retardée par rapport à celle du colza (500 à 700 degrés-jours).¹⁵⁶

Les légumineuses les plus précoces, qui vont lever le plus tôt, vont lever un peu après le colza. Les légumineuses les plus vigoureuses, qui ont le plus de croissance telles que la vesce et la féverole, vont lever 4 à 10 jours après le colza. Dès la levée, le colza a déjà de l'avance.

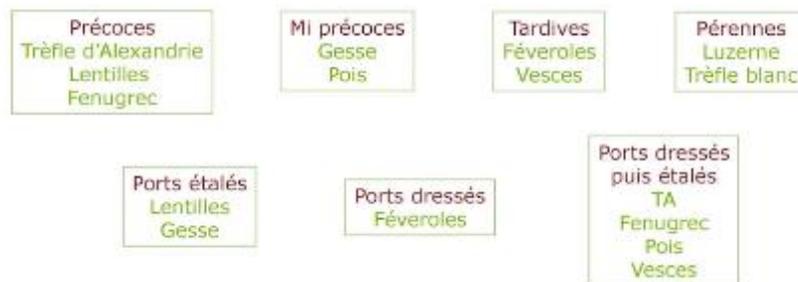


Figure 43 : Précocité et architecture aérienne des légumineuses (source : (Sauzet, Agriculture de Conservation, Colza Associé, Couvert Permanent et Semis Direct, 2019))

La plus précoce des légumineuses, le trèfle d'Alexandrie, commence sa croissance dynamique à 500°j après la levée. Elle commence à fleurir après 700°j, elle est très sensible au gel.

Une vesce, qui a une croissance lente plus longue (700°j) ne risque pas de gêner le colza car celui-ci aura presque fini sa croissance. Mais celle-ci sera très peu sensible au gel et elle risque de redémarrer au printemps. On va donc l'éviter dans un couvert temporaire.

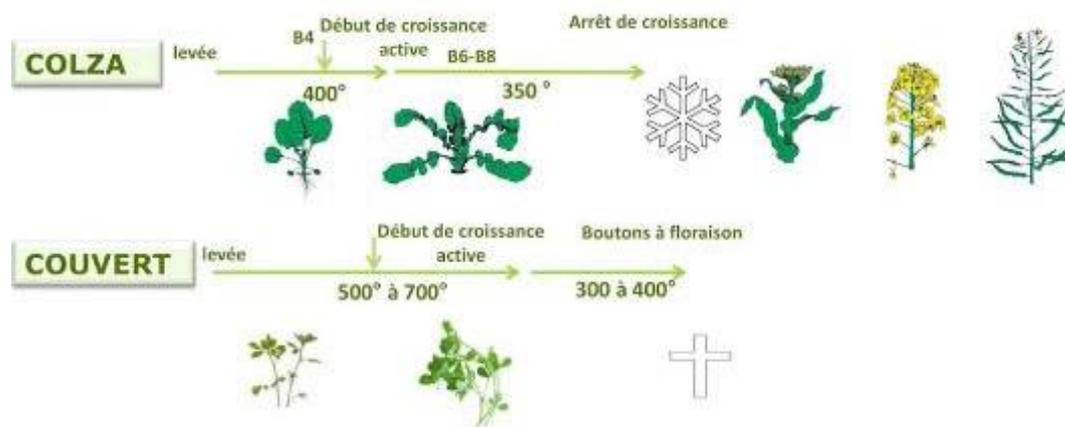


Figure 44 : Développement du colza et du couvert associé en début de cycle (source : (Sauzet, Agriculture de Conservation, Colza Associé, Couvert Permanent et Semis Direct, 2019))

Comme on peut le constater sur la Figure 44 ci-dessus, le colza a une précocité plus élevée que les légumineuses et une croissance lente plus courte. Ce qui permet l'association colza-légumineuse.¹⁵⁷

¹⁵⁵ agriculture-de-conservation.com. (s.d.). *Légumineuse / Bactérie Rhizobium = Symbiose*. Consulté le août 18, 2019, sur agriculture-de-conservation.com: <https://agriculture-de-conservation.com/Legumineuse-Bacterie-Rhizobium-Symbiose.html>

¹⁵⁶ Cadoux, S., & Sauzet, G. (2016). *Colza associé à un couvert de légumineuses gélives*. Thiverval-Grignon, France: Terres Inovia.

¹⁵⁷ *Ibid.*

4.3.2.1.1 Espèces gélives

Pour éviter une concurrence du colza au printemps, les plantes compagnes doivent être détruites pendant l'hiver. On recherche des légumineuses sensibles au gel et/ou qui se dégradent au cours de l'hiver (par sénescence, ou sensibilité à la photopériode), et qui pourront en outre restituer une partie de leur azote au colza. La précocité des légumineuses est un critère important, car l'obtention du stade bouton ou floraison à l'approche de l'hiver permet une sensibilisation au gel.¹⁵⁸

4.3.2.1.2 Espèces pérennes

Diverses expérimentations ont été réalisées avec du trèfle blanc nain, semé à des doses allant de 3 à 5 kg/ha dans la ligne de semis de colza, parfois associé à des légumineuses gélives. Le trèfle blanc doit être positionné à faible profondeur. Sa levée est lente et sa croissance automnale très réduite. Il commence à prendre de l'ampleur durant la floraison du colza et finit par couvrir le sol en fin de cycle de la culture. Après récolte, le trèfle va coloniser l'espace grâce à un réseau de stolons et limiter la présence d'adventices. Un broyage, qui ne lui sera pas préjudiciable, peut éviter la grenaison des adventices. Si le couvert est mal installé, cette opération sera retardée pour éviter de le recouvrir avec un tapis de résidus de colza.¹⁵⁹

4.3.2.2 Non-légumineuse

Pour les espèces non-légumineuses, la production de biomasse et l'absorption d'azote se fait au dépend du colza, elles sont donc à éviter (sauf exception dans les sols très riches en azote où la concurrence du colza n'est pas problématique).¹⁶⁰

En effet, dans différents essais menés par Greenotec, les non-légumineuses ont montré des risques de concurrence avec le colza sans pour autant apporter de supplément décisif concernant la maîtrise des adventices et les dégâts d'insectes.

¹⁵⁸ *Ibid.*

¹⁵⁹ Labreuche, J., Légère, R., Sauzet, G., Bouet, S., & Deneufbourg, F. (2015, avril). Les légumineuses pérennes profitent à couvert. *Perspectives agricoles* (n°421), 66.

¹⁶⁰ Cadoux, S., & Sauzet, G. (2016). *Colza associé à un couvert de légumineuses gélives*. Thiverval-Grignon, France: Terres Inovia.

4.3.3 Choix du couvert associé

Après avoir énoncé les caractéristiques et intérêts des espèces, nous allons analyser plus en détail leurs caractéristiques individuelles. Nous avons vu précédemment qu'il existe différents types d'association selon l'objectif qu'on aimerait atteindre avec ces associations. Nous retrouvons donc différentes plantes classer en catégories :

-  Service écosystémique : plantes gélives : trèfle d'Alexandrie, lentille, féverole de printemps
-  Culture de rente : à grain : pois, féverole, sarrasin
-  Culture pérenne : interculture + service : légumineuse non gélive : trèfle blanc, lotier corniculé

Le choix du couvert dépendra de l'objectif qu'on veut atteindre avec l'association de culture : avoir une double récolte, diminuer ses intrants, avoir un couvert végétal après récolte, favoriser la biodiversité dans la parcelle, restructurer son sol, attirer les auxiliaires et repousser les ravageurs, ...

Étant donné que la technique de colza associé se tourne davantage vers un couvert de légumineuses gélives, le choix des plantes va essentiellement s'orienter vers des espèces :

-  Vigoureuses pour occuper le sol rapidement après le semis en attendant que le colza soit suffisamment couvrant
-  Gélives pour éviter toute intervention de destruction chimique ou mécanique et limiter la compétition avec le colza au printemps. On va privilégier les espèces les plus sensibles au gel, qui se dégradent durant l'hiver même en l'absence de gel.
-  Légumineuses pour fixer l'azote atmosphérique qui sera restitué au sol à la destruction des couverts au bénéfice du colza.

Néanmoins, il est intéressant d'intégrer dans le couvert de légumineuses gélives d'autres espèces qui permettent de combiner les intérêts de chacun. En effet, on peut implanter un trèfle d'Alexandrie, une lentille, un trèfle blanc nain et une féverole d'hiver dans un même mélange. Ainsi on combine les atouts d'un couvert gélif avec celle d'un couvert permanent et celle d'une culture de rente. Cette diversité d'espèce apporte divers bénéfices. Parmi les atouts des espèces combinés, on trouve :

Tableau 9 : Bénéfices apportés (source : (Cadoux & Sauzet, Colza associé à un couvert de légumineuses gélives, 2016))

Bénéfices	Espèces
Production de biomasse et d'azote en entrée hiver	Féverole, vesces
Concurrence vis-à-vis des adventices	Lentille, trèfle d'Alexandrie, vesces
Minéralisation de l'azote au printemps	Vesces, lentille, gesse, trèfle d'Alexandrie
Perturbation des insectes d'automne	Féverole
Structuration du sol, amélioration de la circulation de l'eau en sols hydromorphes, robustesse à la levée permettant de percer une croûte de battance	Féverole
Obtenir une double récolte	Féverole, pois, vesce

Dans les contextes où la destruction du couvert associé par le gel est aléatoire, il faut privilégier les espèces les plus sensibles au gel, ou qui se dégradent pendant l'hiver même en l'absence de gels prononcés : lentille, fenugrec, gesse, variétés mono-coups de trèfle d'Alexandrie. Sous réserve d'une levée précoce et d'un stade avancé en entrée d'hiver, une impasse de destruction chimique peut être réalisée avec ces espèces. La féverole et les vesces sont peu sensibles au gel (surtout la vesce commune, qui nécessite impérativement un choix

des variétés les plus précoces comme Nacre) et susceptibles de repartir au printemps. Les vesces non détruites peuvent exercer une concurrence importante vis-à-vis du colza.¹⁶¹

Le choix d'espèces de couvert est assez vaste, mais le principal critère de choix doit être leur adaptation au type de sol. Il en existe d'autres : comportement hivernal, risque de gêne à la récolte, sensibilité aux herbicides, valorisation fourragère, coût des semences...

Tableau 10 : Adaptation au type de sol (source : (Vinopôle, 2017) ; (Sauzet, Agriculture de Conservation, Colza Associé, Couvert Permanent et Semis Direct, 2019))

	Calcaire	Acide	Humide	Sec	Argileux	Sableux
Fenugrec	Vert	Rouge	Rouge	Jaune	Jaune	Jaune
Féverole	Vert	Jaune	Rouge	Rouge	Jaune	Jaune
Gesse	Jaune	Jaune	Rouge	Vert	Rouge	Jaune
Lentille fourragère	Vert	Rouge	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune
Lotier corniculé	Vert	Vert	Rouge	Vert	Vert	Vert
Luzerne annuelle	Vert	Jaune	Rouge	Vert	Jaune	Jaune
Pois fourrager	Jaune	Rouge	Rouge	Jaune	Jaune	Jaune
Trèfle blanc	Vert	Vert	Jaune	Jaune	Vert	Vert
Trèfle d'Alexandrie	Vert	Vert	Rouge	Jaune	Jaune	Jaune
Trèfle de perse	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert
Trèfle incarnat	Jaune	Vert	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune
Trèfle violet	Vert	Vert	Jaune	Rouge	Vert	Vert
Vesce commune	Vert	Rouge	Rouge	Jaune	Vert	Jaune

	Bien adapté
	Moyennement adapté
	À éviter

Afin de garder les bénéfices des rotations et éviter d'augmenter les risques bioagresseurs, il est préférable d'éviter les espèces qui sont déjà présentes comme culture principale. Si la rotation comprend des légumineuses telles que le pois, la lentille, l'haricot. Il faut être très vigilant à l'utilisation de légumineuse. Il est recommandé de choisir des espèces non-hôtes ou des variétés résistantes à l'aphanomycètes afin de ne pas multiplier l'inoculum. Il existe des légumineuses qui n'augmentent pas le potentiel infectieux du sol en légumineuse comme la féverole, le

Situation	Pouvoir infectieux du sol (aphanomycètes) < 1 ET Pas d'espèce sensible en culture principale dans la rotation	Pouvoir infectieux du sol (aphanomycètes) > 1 OU Espèce sensible en culture principale dans la rotation (pois, lentille, gesse, variétés sensibles de vesces* ou de trèfles*)
Légumineuses possibles (non hôtes)	Pas de restrictions, toutes légumineuses possibles	Féverole Fenugrec Trèfle d'Alexandrie Vesces (variétés résistantes) : Nacre, etc.*
Légumineuses à éviter (hôtes)		Lentille Gesse Variétés sensibles de trèfles et vesces* Pois

*La liste des espèces et variétés sensibles et résistantes est régulièrement mise à jour sur www.maitrisebio.fr (Rubrique Pois/Maladies/Aphanomycètes).

fenugrec, le trèfle d'Alexandrie et quelques vesces. Les espèces à éviter sont la lentille, le pois, la gesse et quelques trèfles et vesces.¹⁶²

Tableau 11 : Couvert de légumineuses et pouvoir infectieux du sol (aphanomycètes) (source : (Cadoux & Sauzet, Colza associé à un couvert de légumineuses gélives, 2016))

Le pathogène *Ditylenchus dispaci gigas*, nématode des tiges de la féverole, peut être introduit par des semences de féverole infestées. Il est recommandé d'utiliser des semences dont la qualité sanitaire est vérifiée, et d'être attentif à ce problème potentiel.

Le Tableau 12 ci-dessous, décrit les différentes espèces qu'on peut retrouver en colza associé. On peut y retrouver des légumineuses ou non. Ce tableau n'est pas exhaustif car il existe une

¹⁶¹ Ibid.

¹⁶² Ibid.

pluralité d'espèces qu'on pourrait associer avec le colza d'hiver. Néanmoins ce tableau reprend les espèces les plus employées en colza associé.

Tableau 12 : Caractéristique des différentes espèces (source : ARVALIS - Institut du végétal, (Frédéric & Archambeaud, 2013), INRA)

Type d'association	Espèce	Architecture aérienne	Sensibilité au gel	Avantage	Inconvénient
Couvert temporaire	Famille	Enracinement			
	Fenugrec (<i>Trigonella foenum-graecum</i>) Fabacées	Port dressé ramifié Pivotant intermédiaire	- 5 à - 7°C	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne capacité à fixer l'azote • Structure bien le sol • Plante odorante repoussant les insectes ravageurs • Résiste bien à la sécheresse 	<ul style="list-style-type: none"> • Semences peu courantes et coûteuses • Craint les sols battants et asphyxiants • Son odeur attire le gibier • Transmission de l'aphanomyces
	Féverole de printemps (<i>Vicia faba</i>) Fabacées	Port dressé plus ou moins ramifié (tallage) Pivotant intermédiaire	- 8 à - 10°C	<ul style="list-style-type: none"> • Forte production de biomasse, bonne capacité à fixer de l'azote • Enracinement très performant, permet une bonne structuration du sol. • Bonne conduite en mélange, sert de tuteur aux autres plantes. • Résistante à l'aphanomyces, elle peut être intégrée dans les rotations qui contiennent du pois 	<ul style="list-style-type: none"> • Grosses graines : semis plus coûteux (matériel adapté et plus de manutention (grosse quantité de semences)) • Coûteux si acheté • Difficulté de germination en condition sèche • Développement lent et peu couvrant au départ • Moyennement gélive, elle peut redémarrer du pied par tallage si elle n'a pas fleuri • Risque de sclérotinia, sensible à l'antracnose

Type d'association	Espèce	Architecture aérienne	Sensibilité au gel	Avantage	Inconvénient
	Famille	Enracinement			
Couvert temporaire	Gesse (<i>Lathyrus sativus</i>) Fabacées	Plante rampante et grimpante Fasciculé intermédiaire	- 5 à - 7°C	<ul style="list-style-type: none"> Bonne capacité à fixer l'azote Supporte tout type de terrain Structure bien le sol 	<ul style="list-style-type: none"> Grosses graines : nécessite du matériel adapté Mélange avec les autres plantes difficile Plante toxique déconseillée en élevage Transmission de l'aphanomyces
	Lentille alimentaire Fabacées	Port semi-dressé Ramifié et superficiel	- 5 à - 7°C	<ul style="list-style-type: none"> Semis facile et levée rapide : installation rapide Structuration correcte du sol Bonne couverture du sol Bonne capacité à fixer l'azote Gélive 	<ul style="list-style-type: none"> Semence difficile à trouver Sensible aux maladies Production de biomasse et d'azote relativement faible Peut être difficile à détruire



Type d'association	Espèce	Architecture aérienne	Sensibilité au gel	Avantage	Inconvénient
	Famille	Enracinement			
Couvert temporaire	Lentille fourragère (<i>Lens nigricans</i>) Fabacées 	Port semi-dressé Ramifié et superficiel	- 7°C	<ul style="list-style-type: none"> • Lentille noire fourragère plus productive et agressive que la lentille alimentaire • Bonne capacité à fixer l'azote • Facile à semer • Bonne couverture du sol • Gélive 	<ul style="list-style-type: none"> • Semence difficile à trouver • Sensible aux maladies • Production de biomasse et d'azote relativement faible • Peut être difficile à détruire • Risque de sclérotinia
	Lin graine (<i>Linum usitatissimum</i>) Linacées 	Port dressé Pivotant profond	0 à - 5°C	<ul style="list-style-type: none"> • Semences peu coûteuses • Supporte les conditions climatiques chaudes et sèches • Peut servir de tuteur aux autres plantes en mélange • Plante agressive et rustique à croissance rapide qui peut contrôler assez efficacement le salissement • Gélive si la végétation est bien développée • Insensible aux limaces mais sensible aux altises (piège à altise dans colza) • Enracinement fin et puissant 	<ul style="list-style-type: none"> • Faible biomasse fortement ligneuse • Peut être difficile à détruire même par le broyage

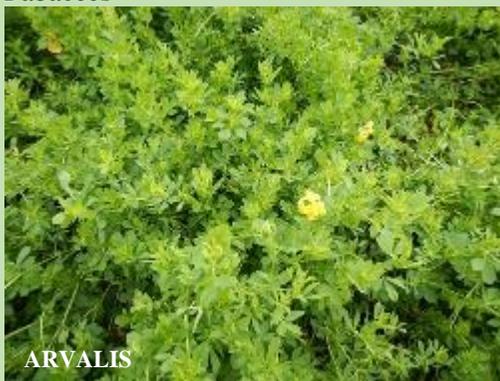
Type d'association	Espèce Famille	Architecture aérienne Enracinement	Sensibilité au gel	Avantage	Inconvénient
Couvert temporaire	<p>Nyger (<i>Guizotia abyssinica</i>)</p> <p>Astéracées</p> 	<p>Port dressé légèrement ramifié Fasciculé et superficiel</p>	<p>0 à - 2°C</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Supporte les conditions climatiques sèches • Couverture du sol efficace • Destruction facile • Pouvoir allélopathique des résidus permettant de garder une parcelle propre jusqu'au printemps • Structuration du sol performante et forte biomasse si semé tôt et dispose de chaleur et d'azote • Peu de risque de montée en graine • Système racinaire abondant et profond 	<ul style="list-style-type: none"> • Plante non adaptée aux sols calcaires • Couverture du sol moyen, faible concurrence avec les adventices • Très sensible au gel, il ne pourra pas rendre beaucoup de services s'il est semé trop tardivement • Sensible aux limaces • Risque de sclérotinia
	<p>Pois fourrager de printemps (<i>Pisum sativum</i>) Pois fourrager d'hiver (<i>Pisum sativum</i>)</p> <p>Fabacées</p> 	<p>Plante grimpante Fasciculé intermédiaire</p> 	<p>- 4 à - 7°C - 10 à - 18°C</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Implantation facile et peu coûteux • Bonne capacité à fixer de l'azote et à le restituer • Système racinaire abondant et profond • Biomasse moyenne mais fortement couvrante et étouffante si associée à des plantes tutrices • Recyclage du phosphore et de la potasse 	<ul style="list-style-type: none"> • Plante agressive qui peut retomber sur le colza et l'étouffer pendant l'hiver • Ne se développe pas dans des conditions trop sèches ou trop humides • Graine de taille moyenne qui demande un semis soigné • Sensible à l'aphanomycès et au sclérotinia

Type d'association	Espèce	Architecture aérienne	Sensibilité au gel	Avantage	Inconvénient
	Famille	Enracinement			
Couvert temporaire	Pois protéagineux de printemps (<i>Pisum sativum</i>) Fabacées 	Plante grimpante Fasciculé intermédiaire	0 à - 4°C	<ul style="list-style-type: none"> • Implantation facile • Forte production de biomasse, bonne capacité à fixer de l'azote et à le restituer • Moins agressive que le pois fourrager 	<ul style="list-style-type: none"> • Plante agressive qui peut retomber sur le colza et l'étouffer pendant l'hiver • Ne se développe pas dans des conditions trop sèches ou trop humides • Sensible à l'aphanomyces et au sclérotinia
	Sarrasin (<i>Fagopyrum esculentum</i>) Polygonacées 		Port dressé peu ramifié Fasciculé superficiel	0 à - 2°C	<ul style="list-style-type: none"> • Plante rustique, résiste aux conditions climatiques sèches • Rapide d'installation, bonne structuration du sol • Plante mellifère attirant les auxiliaires de culture • Permet de mobiliser du phosphore et du calcium • Plante rustique qui pousse malgré le manque de fertilité et d'azote • Sa rapidité d'installation et sa capacité à mobiliser le peu de ressources disponibles en fait une plante nettoyante malgré sa végétation peu étouffante

Type d'association	Espèce Familie	Architecture aérienne Enracinement	Sensibilité au gel	Avantage	Inconvénient
Couvert temporaire	<p>Trèfle d'Alexandrie (<i>Trifolium alexandrinum</i>)</p> <p>Fabacées</p> 	<p>Port dressé plus ou moins étalé</p> <p>Fasciculé intermédiaire</p>	<p>- 5 à - 7°C</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne capacité à fixer l'azote • Implantation facile, bon recouvrement du sol • Excellente plante mellifère : production de nectar et de pollen élevée • Peut être utilisé comme plante fourragère (fourrage appétant) 	<ul style="list-style-type: none"> • Croissance capricieuse, uniquement dans de bonnes conditions (sol frais, ni trop sec ni trop humide et pas acide) • Ne pousse plus en dessous de 6°C • Structuration du sol assez faible • Sensible aux limaces • Sensible à l'aphanomyces
	<p>Vesce commune de printemps (<i>Vicia sativa</i>)</p> <p>Fabacées</p> 	<p>Plante rampante et grimpante</p> <p>Fasciculé superficiel</p>	<p>- 5 à - 10°C</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Semis facile, bonne structuration du sol • Forte production d'azote et d'exsudats racinaires dans la vie du sol • Plante rustique résistante aux maladies et aux insectes • Plante attractive pour les auxiliaires de culture • Production de biomasse importante • Végétation dense qui étouffe les adventives • Système racinaire superficiel favorable à l'activité biologique 	<ul style="list-style-type: none"> • Coût de semence élevé • Nécessité de recouvrir les graines au semis • Très compétitrice pour les éléments minéraux et l'azote • Un peu lente au démarrage (peu concurrentielle dans un premier temps) • Sensible aux limaces grises • Risque d'aphanomyces et de sclérotinia

Type d'association	Espèce	Architecture aérienne	Sensibilité au gel	Avantage	Inconvénient
	Famille	Enracinement			
Couvert temporaire	Vesce pourpre (<i>Vicia bengalensis</i>) Fabacées  <small>lestaxinomes.org</small>	Plante rampante et grimpante Fasciculé et pivotant	- 5 à - 7°C	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne capacité à fixer et à restituer de l'azote • Plante adaptée aux sols pauvres et arides • Plus rapide au démarrage que les vesces communes et velues • Plus gélive que les autres vesces car son cycle est plus rapide 	<ul style="list-style-type: none"> • Plus sensible aux maladies que les autres vesces • Risque d'aphanomyces et de sclérotinia
	Vesce velue de printemps (<i>Vicia villosa</i>) Fabacées  <small>ARVALIS</small>	Plante rampante et grimpante Fasciculé et pivotant	- 12°C	<ul style="list-style-type: none"> • Bon recouvrement du sol • Résistante aux ravageurs (effet allélopathique) • Fixation d'azote atmosphérique important • Espèce adaptée à beaucoup de sols et de conditions climatiques : pousse en sol pauvre ou riche, résistante à la sécheresse et au gel • Structuration du sol efficace • Produit plus de biomasse et d'azote que la vesce commune une fois installée 	<ul style="list-style-type: none"> • Très tolérante au froid • Installation plus lente que la vesce commune • Transmission d'aphanomyces

Type d'association	Espèce	Architecture aérienne	Sensibilité au gel	Avantage	Inconvénient
	Famille	Enracinement			
Couvert permanent	Lotier corniculé (<i>Lotus corniculatus</i>) Fabacées	Plante basse à port semi-dressé Fasciculé superficiel et intermédiaire	- 15°C	<ul style="list-style-type: none"> • Résiste aux conditions climatiques difficiles (froid, sécheresse) • Pas de risque de montée à graines • Peut être utilisé comme fourrage (non météorisant) • Fixation d'azote atmosphérique important • Peu concurrente sur la culture associée • Structure profondément le sol 	<ul style="list-style-type: none"> • Développement lent • Faible couverture du sol (10 à 40 cm de hauteur) • Sensible à l'excès d'eau en hiver • Produit peu de biomasse • Sensible aux piétinements et au trafic • Transmission d'aphanomyces
	Luzerne (<i>Medicago sativa</i>) Fabacées	Port dressé et ramifié Pivotant profond	- 15°C	<ul style="list-style-type: none"> • Semis facile • Forte structuration du sol • Bonne capacité d'azote • Résiste à la chaleur et à la sécheresse 	<ul style="list-style-type: none"> • Semences coûteuses • Plante exigeante en potasse et en calcium • Difficile à détruire • Concurrentielle une fois installée • Ne supporte pas les excès d'eau et le manque d'oxygène dans le sol • Transmission d'aphanomyces



Type d'association	Espèce	Architecture aérienne	Sensibilité au gel	Avantage	Inconvénient
	Famille	Enracinement			
Couvert permanent	Mélilot officinale (<i>Melilotus officinalis</i>) Fabacées	Rosette/ramifié puis port dressé à tiges élevées l'année suivante Pivotant profond 	- 15°C	<ul style="list-style-type: none"> • Système racinaire structurant et profond • Peu exigeant, supporte sol calcaire et acide • Action allélopathique sur les adventices • Plante mellifère avec floraison longue continue • Fixation d'azote atmosphérique important • Action anti-rongeur : les rongeurs stockent le mélilot jaune dans leurs galeries. En se décomposant, il dégage une substance létale pour les rongeurs. 	<ul style="list-style-type: none"> • Destruction délicate • Invasive et étouffante si mal détruite (port arbustif) • Transmission d'aphanomyces
	Trèfle blanc nain (<i>Trifolium repens</i>) Fabacées	Basse rampante Fasciculé superficiel 	- 15°C	<ul style="list-style-type: none"> • Semis et implantation faciles • Adapté aux conditions climatiques chaudes et sèches • Bonne qualité fourragère • Concurrentiel sur le salissement une fois installé • Résistant au trafic, à la fauche et au pâturage 	<ul style="list-style-type: none"> • Plante compétitrice pour l'eau et les éléments minéraux (potassium et calcium notamment) • Grande longévité • Sensible à la compaction des sols et à l'asphyxie • Destruction difficile

Type	on	Espèce	Architecture aérienne	Sensibilité au gel	Avantage	Inconvénient
		Espèce	Architecture aérienne	Sensibilité au gel	Avantage	Inconvénient
		Famille	Enracinement			
Couvert permanent		Trèfle de Perse (<i>Trifolium resupinatum</i>) Fabacées 	Port dressé +/- ramifié Fasciculé intermédiaire	- 15°C	<ul style="list-style-type: none"> • Rustique et résistant, notamment au froid, aux excès d'eau et aux pH élevés • Plante fourragère potentielle • Développement plus rapide que trèfle Incarnat et Alexandrie • Adapté pour la production en dérobée • Assez résistant à la sécheresse • Fixation d'azote atmosphérique important 	<ul style="list-style-type: none"> • Grande variabilité variétale • Recouvrement du sol moyen • Transmission d'aphanomyces
		Trèfle incarnat (<i>Trifolium incarnatum</i>) Fabacées 	Rosette en automne puis port dressé ramifié au printemps Fasciculé et pivotant profond	- 15°C	<ul style="list-style-type: none"> • Mobilise et fixe beaucoup d'azote au printemps • Il se développe en sols pauvres ou acides avec des conditions climatiques difficiles (humidité et froid) • C'est le trèfle le plus résistant aux maladies et aux nématodes • Sa racine pivotante structure bien en surface et en profondeur • Espèce très rustique • Bon recouvrement du sol • Facile à installer • Possibilité de production de fourrage 	<ul style="list-style-type: none"> • Implantation lente en été et en automne, plus rapide au printemps • Résistant au froid et démarrage vigoureux au printemps : il peut concurrencer une culture au démarrage • Préfère un pH neutre et du phosphore pour produire de l'azote correctement • Apprécie moins les sols calcaires • Sensible aux limaces à la levée • Destruction difficile • Sensible à la concurrence sous couvert • Se développe peu quand il fait très froid • Transmission d'aphanomyces

Couvert permanent	Trèfle violet ou trèfle des prés (<i>Trifolium pratense</i>) Fabacées	Rosette puis port dressé plus ou moins ramifié Pivotant et fasciculé profond	- 15°C	<ul style="list-style-type: none"> • Peu coûteux et facile à installer • Adapté à tous les types de sols et résistant au froid (sol humide à tenance hydromorphe) • Peu concurrentiel en début de végétation • Structuration du sol intéressant • Contrôle efficace du salissement une fois installé • Bonne implantation • Peut être utilisé comme plante fourragère • Production de biomasse importante en association et pendant l'interculture • Fixation d'azote atmosphérique importante 	<ul style="list-style-type: none"> • Lent à s'imposer en semis postrécolte. • Sensible à la sécheresse • À la réputation de lever la dormance des rumex
	Féverole d'hiver (<i>Vicia faba</i>) Fabacées	Pivotante intermédiaire Port dressé plus ou moins ramifié (tallage)	- 5 à - 12°C	<ul style="list-style-type: none"> • Forte production de biomasse, bonne capacité à fixer de l'azote • Enracinement très performant, permet une bonne structuration du sol. • Bonne conduite en mélange, sert de tuteur aux autres plantes. • Résistante à l'aphanomyces, elle peut être intégrée dans les rotations qui contiennent du pois 	<ul style="list-style-type: none"> • Grosses graines : semis plus coûteux (matériel adapté et plus de manutention (grosse quantité de semences)). • Coûteux si acheté • Difficulté de germination en condition sèche • Développement lent et peu couvrant au départ • Moyennement gélive, elle peut redémarrer du pied par tallage si elle n'a pas fleuri • Risque de sclérotinia, sensible à l'antracnose
	Pois protéagineux d'hiver (<i>Pisum sativum</i>) Fabacées	Plante grimpante Fasbiomasse, bonne	- 5 à - 15°C	<ul style="list-style-type: none"> • Implantation facile • Forte production de biomasse, bonne capacité à fixer de l'azote et à le restituer • Moins agressive que le pois fourrager 	<ul style="list-style-type: none"> • Plante agressive qui peut retomber sur le colza et l'étouffer pendant l'hiver • Ne se développe pas dans des conditions trop sèches ou trop humides • Sensible à l'aphanomyces et au sclérotinia



5 Itinéraire culturale

Nous avons vu dans le chapitre Type d'association¹⁶³ qu'il existe 3 différentes associations selon l'objectif qu'on a du couvert. Les espèces des couverts divergeant d'un type à l'autre, l'itinéraire technique au cours de la campagne va suivre différents parcours en fonction des espèces choisies.

5.1 Conditions de l'association de culture en colza d'hiver

L'itinéraire technique du colza associé doit être adapté pour valoriser pleinement l'effet des couverts et ainsi rentabiliser le coût des semences de légumineuses. Premièrement, on privilégie les parcelles avec un historique de pression adventices dicotylédones faible. Ensuite, la date de semis doit être avancée, comme la stratégie herbicide pour limiter les phytotoxicités sur les légumineuses et valoriser leur effet de concurrence (généralement insuffisant pour supprimer totalement les herbicides). La fertilisation azotée au printemps doit être réduite. Sans ces adaptations, l'intérêt de la technique est limité et le retour sur investissement non garanti.¹⁶⁴

5.1.1 Historique de la parcelle

Les semences de plantes compagnes restent assez coûteuses, et cette pratique n'est recommandée qu'à des parcelles propres dans des rotations longues. Les parcelles avec des risques élevés de gaillets et de matricaires sont à proscrire pour cette technique. En effet, les herbicides à appliquer détruiront les légumineuses. Afin de diminuer les risques liés aux gaillets et aux matricaires, un semi direct à disques et sans flux de terre peut être plus adapté.¹⁶⁵

Tableau 13 : Adaptation de la technique du colza associé selon le type de travail du sol et le niveau de pression adventices (source : (Cadoux & Sauzet, Colza associé à un couvert de légumineuses gélives, 2016))

	Faible pression adventices dicotylédones	Pression adventices dicotylédones moyenne à forte avec flore tardive (ex. gaillet, coquelicot, matricaire, laiteron...)	Pression adventices dicotylédones moyenne à forte avec flore précoce dominante (ex. géranium)
Labour			
Non labour superficiel ou profond			
Semis direct sans flux de terre			

■ Technique adaptée ■ Technique adaptée sous réserve de désherbage fractionné ■ Technique à proscrire

Les parcelles à risque élevé en adventices dicotylédones précoces sont à proscrire car les légumineuses ne les concurrencent pas assez vite. La conduite du colza (désherbage et fertilisation notamment) doit aussi être adaptée.¹⁶⁶

¹⁶³ Voir page 52

¹⁶⁴ Cadoux, S., & Sauzet, G. (2016). *Colza associé à un couvert de légumineuses gélives*. Thiverval-Grignon, France: Terres Inovia.

¹⁶⁵ Greenotec. (2019). *Les Greenofiches*. (Greenotec, Éd.) Consulté le août 20, 2019, sur www.greenotec.be.

¹⁶⁶ Cadoux, S., & Sauzet, G. (2016, octobre). Colza associé, des bénéfices agronomiques confirmés. *Perspectives agricoles* (n°437), p. 66.

Tableau 14 : Stratégie herbicide en colza associé (source : (Cadoux & Sauzet, Colza associé à un couvert de légumineuses gélives, 2016))

	1	2	3
Situation	Flore tardive (ombellifères, matricaire, gaillet, coquelicot, etc.) et historique de pression faible OU Semis direct ¹⁶⁷ (toute flore) et historique de pression faible à moyenne	Flore tardive et historique de pression moyenne OU Flore précoce (géranium, capselle) et historique de pression faible à moyenne OU Semis direct* (toute flore) et historique de pression forte	Travail du sol ET historique de pression forte et flore précoce
Risque	Très faible	Faible à moyen	Élevé
Stratégie	1 application de post-levée	1 application de prélevée ou de post-levée précoce (rayonnant à 1-2 F), suivie d'1 application de post-levée, si besoin, selon le niveau de pression attendu	Colza associé déconseillé

Il existe également des phytotoxicités de certains herbicides rémanents utilisés dans la culture précédente, tels que les sulfonilurées qui sont utilisées en désherbage céréales. Le trèfle blanc y est très sensible mais d'autres légumineuses peuvent être touchées par ces matières actives, il se peut donc que celles-ci ne lèvent pas.

5.1.2 Semis précoce

En outre, l'intérêt des colzas associés sera lié à la possibilité d'implantation précoce de l'association (dès le début de la période optimale).¹⁶⁸ En effet, la réussite de la technique est tout d'abord conditionnée par une levée homogène et précoce permettant à la fois d'obtenir un colza compétitif et un développement suffisant des légumineuses avant l'hiver ; l'interculture sera alors gérée de façon à maintenir l'humidité du sol et à garantir un état structural favorable et un semis précoce.¹⁶⁹

Une implantation précoce et soignée permet de sécuriser la réussite du colza. Elle favorise également un développement optimal des légumineuses, qui sont plus tardives et ont des besoins en températures plus élevées que le colza. Elle permet donc de valoriser au mieux les services rendus, tout en augmentant leur sensibilité aux gels hivernaux qui dépend du stade atteint. Au contraire, une implantation tardive ou ratée ne permettra qu'un faible développement des légumineuses et valorisera mal le coût des semences.¹⁷⁰

5.1.3 Fertilisation azotée réduite

Le choix des parcelles est également une condition de réussite. Plus les fournitures d'azote à l'automne sont limitées, plus l'effet des légumineuses est valorisé, ce qui se manifeste tout particulièrement sur des parcelles en sol superficiel et/ou pauvre en matière organique, sans apport de produits organiques, etc. Cette technique sera intéressante sur des sols pauvres en azote. Au contraire, la technique n'aura aucun intérêt limité sur sol riche en azote où le colza pourra concurrencer seul les adventices.¹⁷¹

¹⁶⁷ Le semis direct réduit le risque adventice par rapport à un travail du sol (labour ou non labour) s'il est pratiqué avec un outil à disques et à vitesse limitée (≤ 7 km/h) pour éviter tout flux de terre.

¹⁶⁸ Greenotec. (2019). *Les Greenofiches*. (Greenotec, Éd.) Consulté le août 20, 2019, sur www.greenotec.be.

¹⁶⁹ Cadoux, S., & Sauzet, G. (2016, octobre). Colza associé, des bénéfices agronomiques confirmés. *Perspectives agricoles* (n°437), p. 66.

¹⁷⁰ Cadoux, S., & Sauzet, G. (2016). *Colza associé à un couvert de légumineuses gélives*. Thiverval-Grignon, France: Terres Inovia.

¹⁷¹ Greenotec. (2019). *Les Greenofiches*. (Greenotec, Éd.) Consulté le août 20, 2019, sur www.greenotec.be.

5.2 Implantation

Après avoir déterminé un mélange approprié à nos objectifs et après avoir réuni toutes les conditions nécessaires à la réussite de l'association, il faut préparer le semis du couvert associé.

Avant toute chose, il est essentiel d'avertir qu'une association colza-légumineuse n'apportera des bénéfices que si l'implantation du colza est réussie. Il est donc indispensable de porter une attention particulière à la réussite de cette implantation pour bénéficier des services de l'association. Afin d'obtenir une levée homogène et dynamique, le semis doit se dérouler dans les conditions favorables à la levée (lit de semence bien préparé, sol humide, pluie annoncée sur plusieurs jours, ...). Même si on préconise un semis précoce, il vaut mieux retarder l'implantation du colza associé si les conditions ne s'y prêtent pas. Une implantation réussie permettra au colza d'exprimer pleinement ses capacités de compensations pendant l'ensemble du cycle cultural. Celles-ci sont particulièrement importantes pour limiter la nuisibilité des méligèthes qui détruisent les boutons floraux : le colza compense les pertes de boutons sur la tige principale en produisant davantage d'inflorescences secondaires et en multipliant le nombre de graines par siliques.¹⁷²

Les objectifs à atteindre en entrée d'hiver, que le colza soit seul ou associé sont les mêmes : levée rapide, bonne structure de peuplement, croissance racinaire de qualité, pour faciliter une croissance aérienne dynamique du colza permettant d'accumuler de l'azote et de mettre en place une compétition vis-à-vis des adventices et une gestion des insectes.¹⁷³

En premier lieu, il est indispensable de connaître à la fois la physiologie du colza et celle des légumineuses. En effet, pour garantir la réussite de la culture de colza, il faut que celui-ci soit dominant sur la parcelle jusqu'au démarrage de sa phase de croissance dynamique. C'est pourquoi, le colza ne doit pas être implanté dans un couvert vivant qui assèche le sol et limite son interception lumineuse.¹⁷⁴ Afin de mettre toutes les chances de son côté pour réussir la levée c'est d'éviter l'emploi de sulfonilurées sur les précédentes céréales pour pouvoir avoir une implantation correcte.¹⁷⁵ Par exemple, des sulfonilurées utilisées au printemps sur blé ou orge peuvent avoir une persistance d'action jusqu'au semis des légumineuses en août.¹⁷⁶

Afin d'éviter une compétition trop forte du couvert, le choix de la plante compagne est un enjeu crucial. En effet, nous devons intégrer dans nos colzas des espèces de légumineuses à croissance relativement rapide et plutôt des espèces estivales et des variétés de printemps. Comme nous l'avons vu précédemment, le cycle des légumineuses est décalé par rapport au cycle du colza ce qui induit des phases de croissances non simultanées. Nous souhaitons une croissance dynamique du couvert associé à l'automne mais l'absence de concurrence vis-à-vis du colza. La compétition est rare dès que l'implantation du colza est réussie.¹⁷⁷

La réussite de l'implantation du colza et de sa structure de peuplement sont indispensables pour que le système donne satisfaction ; il ne faut en aucun cas que la légumineuse intégrée dans le semoir ne nuise à la qualité du semis de colza. De ce fait, la croissance des légumineuses doit s'interrompre avant le printemps pour ne pas concurrencer le colza, d'où le

¹⁷² Robert, C. (2017, février). Colza, diminuer les insecticide c'est possible. *Perspectives agricoles* (n°441), p. 62.

¹⁷³ Sauzet, G. (2016, Janvier/février). Le colza associé avec des légumineuses: gestion de la fertilisation azotée. *TCS* (n°86), pp. 4-9.

¹⁷⁴ Labreuche, J., Légère, R., Sauzet, G., Bouet, S., & Deneufbourg, F. (2015, avril). Les légumineuses pérennes profitent à couvert. *Perspectives agricoles* (n°421), 66.

¹⁷⁵ Lecourtier, M. (2018, juillet/août). Colza associés: les essayer, c'est les adopter. *Cultivar* (n°709), p. 22.

¹⁷⁶ Lambert, A. (2018, juillet/août). Couverture permanent: Le couvert ne solutionne pas le salissement. *Cultivar* (n°709), p. 22.

¹⁷⁷ Cf. I4.3 Caractéristiques des espèces p.60

choix de légumineuses gélives pour éviter le recours à un rattrapage chimique.¹⁷⁸ Les espèces fleurissant avant l'hiver se dégradent ensuite, même en l'absence de gel. Il est très important que le colza soit dominant sur la parcelle au moins jusqu'au stade 4 feuilles. Il faut, pour cela, choisir des légumineuses à installation rapide mais légèrement plus tardive que le colza. Toutes les légumineuses que nous utilisons à ce jour – lentilles, fenugrecs, trèfles d'Alexandrie, gesse, vesce, féverole, etc. – ont des croissances soit un peu plus tardives, soit vraiment plus tardives que le colza.¹⁷⁹

5.2.1 Variété

5.2.1.1 Colza

Actuellement, aucune variété de colza n'a d'aptitude ou de contre-indication particulière pour l'association avec des légumineuses gélives. Si l'information est disponible, il est recommandé de privilégier des variétés vigoureuses à l'installation. Les couverts associés n'ont pas d'effet sur l'élongation des colzas, mais comme les dates d'implantation sont avancées par rapport au colza seul, Terres Inovia recommande l'utilisation de variétés très peu sensibles à l'élongation¹⁸⁰

Au printemps, les méligèthes sont à craindre. Mais le colza a une forte capacité de compensation. Pour un colza vigoureux, doté de fortes capacités de compensation, l'institut Cetiom préconise d'intervenir uniquement au-delà de 6 à 9 méligèthes par plante. En effet, dans le cas d'une attaque précoce, le colza a le temps de compenser les boutons détruits en multipliant le nombre d'inflorescences au niveau des hampes secondaires. Associer une variété haute et très précoce à floraison avancée (ES Alicia par exemple), en mélange à 5-10 %, à la variété d'intérêt peut réduire le niveau d'infestation sur cette dernière et, dans le meilleur des cas, limiter les populations en deçà des seuils d'intervention. Cette variété piège est plus attractive pour les méligèthes ce qui protège l'autre variété aux stades sensibles.¹⁸¹

5.2.1.2 Espèces associées

Nous l'avons vu, le colza associé doit être accompagné essentiellement de légumineuses gélives pour avoir un impact positif direct sur la culture de colza. La féverole et les vesces sont peu sensibles au gel (surtout la vesce commune, qui nécessite impérativement un choix des variétés les plus précoces comme Nacre) et susceptibles de repartir au printemps. Les vesces non détruites peuvent exercer une concurrence importante vis-à-vis du colza. Concernant le trèfle d'Alexandrie, on privilégie une variété mono-coupe (ex : Tabor) car le trèfle d'Alexandrie multi-coupe peut être très envahissant au printemps.¹⁸²

Pour les variétés pérennes, telles que le trèfle blanc, on va se diriger vers des variétés naines peu vigoureuses (ex. Pipolina, Aberace, Aberdal) ou à défaut Haïfa ou Regal (plus vigoureuses). Afin de bénéficier d'effets complémentaires, on se tournera vers des mélanges de légumineuses associées.¹⁸³

¹⁷⁸ Cadoux, S., & Sauzet, G. (2016, octobre). Colza associé, des bénéfices agronomiques confirmés. *Perspectives agricoles* (n°437), p. 66.

¹⁷⁹ Sauzet, G. (2019). Agriculture de Conservation, Colza Associé, Couvert Permanent et Semis Direct. Assemblée Générale Greenotec 2019. Biesme: Terre Inovia. Consulté le février 14, 2019

¹⁸⁰ Cadoux, S., & Sauzet, G. (2016). *Colza associé à un couvert de légumineuses gélives*. Thiverval-Grignon, France: Terres Inovia.f

¹⁸¹ Greenotec. (2019). *Les Greenofiches*. (Greenotec, Éd.) Consulté le août 20, 2019, sur www.greenotec.be

¹⁸² Cadoux, S., & Sauzet, G. (2016). *Colza associé à un couvert de légumineuses gélives*. Thiverval-Grignon, France: Terres Inovia.

¹⁸³ *Ibid.*

5.2.2 Date

La date de semis doit permettre une bonne levée du colza et la levée précoce des légumineuses qui conditionnent la réussite de l'association. On anticipe la date de semis du colza par rapport à un colza pur d'une semaine à 15 jours. On préconise un semis précoce pour plusieurs raisons :

- ✿ Le développement du colza est orchestré par la somme des températures, le rayonnement, la durée du jour. Ces conditions sont donc essentielles pour que le colza atteigne le stade 4 feuilles le plus rapidement possible.
- ✿ Pour que les légumineuses gélives soient détruites durant l'hiver, il faut qu'elles soient à un stade très développé pour que le gel les détruise. C'est pourquoi on préconise un semis précoce.
- ✿ Après une phase froide et humide, aux alentours du 20 septembre, il y a l'arrivée des grosses altises. Il faut donc atteindre le stade de croissance active (stade 4 feuilles) avant leur arrivée. Ensuite arrive le charançon du bourgeon terminal. Plus la pression est forte, plus la contrainte climatique est élevée (atteindre 400°C jour), plus il faut être précoce.¹⁸⁴

Pour cela, il faut un lit de semence fin et appuyé, des semis avant fin août, même dans le sec, avec des variétés proposant une bonne vigueur, et une fertilisation N&P.¹⁸⁵ On conseille de semer durant les phases d'assèchement avant les phases de réhumectations et non pas après une pluie car il s'en suit une phase de déshydratation.¹⁸⁶

Dans les colzas associés, les semis tardifs, semés après le 1^{er} septembre, sont à éviter sinon les bénéfices du couvert sont réduits et leurs chances de réussite sont faibles.¹⁸⁷

5.2.3 Densité

Pour le colza, il faut garder une densité de semis équivalente à la dose en colza pur, c'est-à-dire de 2 à 4 kg soit 35 à 50 graines de colza par m².¹⁸⁸ À cette densité, on y ajoute les espèces associées.

Concernant les légumineuses, on préconise de ne pas les semer trop densément au risque d'avoir un phénomène d'élongation du colza. Pour calculer la densité de semis d'un mélange, on divise le nombre de kg de semis en pur par le nombre d'espèces mélangées dans le couvert.¹⁸⁹

Pour assurer une croissance optimale du colza, il faut obtenir 40 plantes/m² pour avoir une biomasse de 25 g/plante au début du mois d'octobre et 40 g/plante en entrée d'hiver. Ainsi la surface foliaire croît pendant que les larves avancent dans les pétioles.

¹⁸⁴ Sauzet, G. (2019). Agriculture de Conservation, Colza Associé, Couvert Permanent et Semis Direct. Assemblée Générale Greenotec 2019. Biesme: Terre Inovia. Consulté le février 14, 2019

¹⁸⁵ Lévêque, O. (2018, juillet/août). Le colza en bonne compagnie: Des plantes compagnes pour moins de phyto. *Cultivar*, n°709, p. 22.

¹⁸⁶ Sauzet, G. (2019). Agriculture de Conservation, Colza Associé, Couvert Permanent et Semis Direct. Assemblée Générale Greenotec 2019. Biesme: Terre Inovia. Consulté le février 14, 2019

¹⁸⁷ *Ibid.*

¹⁸⁸ Greenotec. (2019). *Les Greenofiches*. (Greenotec, Éd.) Consulté le août 20, 2019, sur www.greenotec.be

¹⁸⁹ *Ibid.*

Tableau 15 : Densité de semis conseillée par rapport à la densité de peuplement souhaitée (source : (Cadoux & Sauzet, Colza associé à un couvert de légumineuses gélives, 2016))

Type de semoir (écartement)	Densité ou dose de semis conseillée (graines/m ² ou kg/ha) selon les pertes à la levée				Densité de peuplement souhaitée
	Faibles (sols non caillouteux)		Moyennes à fortes (sol caillouteux, argileux)		
	graines/m ²	kg/ha*	graines/m ²	kg/ha*	
Céréales (17 cm)	45	1,8 à 2,2	55	2,2 à 2,7	30 à 40 plantes/m ²
Monograine (45 cm)	35	1,4 à 1,7	45	2,8 à 2,2	Moins de 15 plantes/m linéaire
Monograine (55 cm)	30	1,2 à 1,5	40	1,6 à 2	

*pour un PMG de 4 à 5 g

5.2.4 Mode de semis

Le couvert doit être semé en même temps que le colza, pour permettre à celui-ci d'être dominant sur la parcelle et de ne pas être concurrencer par les légumineuses. Comme le semis du couvert se fait avant (2 passages) ou en même temps (1 passage) que l'implantation du colza. On va donc semer le couvert si possible le jour même et à pas plus de 2 jours d'intervalle afin de ne pas assécher le sol avant l'implantation du colza.

5.2.4.1 Type de semoir

Il est possible de faire du colza sans changer de matériel. Le semoir peut être sous différentes formes :¹⁹⁰

- ✿ Un **semoir monograine** : technique peu observée chez nous. L'écartement du colza sera de 45 à 50 cm selon le semoir. Il est conseillé de réaliser le semis du couvert en premier lieu.
- ✿ Un **semoir à céréales** : Les semences de plantes compagnes seront mélangées au colza dans le semoir et semées sur la même ligne. Il permet de favoriser l'interaction entre les espèces et de développer une biomasse adéquate pour avoir un impact positif sur les ravageurs. Cette technique est la plus appropriée afin d'avoir une interaction directe entre les plantes.
- ✿ Au **semoir à deux trémies** : le semis de colza et de plantes compagnes sur deux lignes différentes. Cet outil est moins intéressant du fait que les plantes compagnes sont éloignées du colza. Il n'y a pas d'interaction directe entre les plantes.

Concernant le semis de grosse graine telle que la féverole ou la gesse, le semis devra se faire en deux passages. En premier lieu, les grosses graines sont semées à la volée avec un **semoir centrifuge**. Ensuite, les graines seront enfuies au moment du semis du colza par l'outil de préparation du lit de semence (rotative, disque, ...).¹⁹¹

Tableau 16 : Types de graines et de distribution conseillés selon le semoir et le mode de semis (source : (Cadoux & Sauzet, Colza associé à un couvert de légumineuses gélives, 2016))

	Semoir céréales à trémie unique	Semoir monograine avec microgranulateur	Semoir à double trémie (céréales ou monograine)
Semis colza et légumineuses en 1 seul passage	Toutes graines sauf féverole en mélange avec le colza	Petites graines uniquement (trèfles, lentille, fenugrec) distribuées par le microgranulateur	Toutes graines, y compris féverole, dans une trémie, la seconde trémie étant dédiée au colza
Semis légumineuses puis colza en 2 passages séparés	Toutes graines, y compris féverole, semées lors du premier passage, le second passage étant dédié au colza		Non justifié

¹⁹⁰ Ibid.

¹⁹¹ Ibid.

5.2.4.2 Semis d'un couvert permanent

Le colza s'insère bien dans un système de couvert permanent, mais il convient de privilégier des installations en parcelles peu enherbées (en dicotylédones, en particulier), sur des sols bien rattachés pour lesquels on aura limité l'assèchement du lit de semences autant que possible. Pour cela, on peut recourir à un semis direct afin de limiter les levées d'adventices et de recourir modérément aux herbicides, en particulier aux herbicides de rattrapage peu sélectifs pour les légumineuses.¹⁹²

Si un sol frais justifie un positionnement assez superficiel de la graine de colza, la légumineuse pérenne associée peut être semée en même temps. En revanche, un sol sec incite à semer le colza plus profondément (3 cm au moins), mais le trèfle ou la luzerne risque de mal lever. Soit le semis du colza reste superficiel, avec l'espoir d'être arrosé par une pluie suffisante, soit l'agriculteur pratique deux semis (du couvert et du colza).¹⁹³

Néanmoins, le couvert peut aussi être semé en sortie d'hiver, à la reprise de la végétation. Mais cette technique nécessite de disposer d'un semoir de semis direct à disques, sinon les dégâts sur le colza sont trop importants. De plus, la fenêtre d'intervention est très courte : le sol doit être ressuyé, et le colza doit être entre les stades reprise de végétation et début de l'allongement.¹⁹⁴

5.2.4.2.1 Semis direct sous couvert

Lorsqu'on veut implanter un couvert en sortie d'hiver, il faut faire attention à différents aspects. Premièrement, la qualité de semis ne va pas de pair avec la vitesse. Effectivement, une vitesse excessive au semis nuit à la qualité de la levée et favorise les levées d'adventices provoquées par les projections de terres. L'objectif est de bouger le moins de terre possible. De plus, au-delà de 15 km/h pour les semoirs à disques et de 8 km/h pour les outils à dents, les expérimentateurs ont observé plus de grains restés en surface et davantage d'irrégularités de profondeur et de pertes de pieds ce qui pénalisent finalement la qualité de levée.¹⁹⁵

Entre le choix d'un semoir à disques ou à dents, c'est la masse de résidus de culture et de couvert en place au moment du semis qui établit la différenciation. Le semoir à disques s'en sort mieux lorsque le couvert est très développé et le matelas de résidus important. Si les sillons sont mal refermés, les graines sont exposées aux éléments météorologiques et aux ravageurs. Dans les situations de couvert peu développé la dent donne de très bons résultats grâce à la terre fine qu'elle produit. Mais plus la dent est large et plus la terre fine produite favorise les levées d'adventices. Les pertes de pieds sont moins nombreuses qu'avec les semoirs à disques.¹⁹⁶

5.2.4.2.2 Semis à la volée d'un couvert pérenne

Dans le cadre d'un essai cette année, l'équipe Greenotec a réalisé un semis à la volée d'un couvert pérenne dans un colza déjà implanté. Le semis s'est déroulé en début du mois de mars. Cette technique permet d'avoir un colza qui démarre sans courir le risque d'être concurrencé en automne et au printemps par le couvert pérenne.

¹⁹² Labreuche, J., Edeline, P., & Sauzet, G. (2017, avril). Implantation d'un couvert permanent : le colza, une culture bien adaptée. *Perspectives agricoles* (n°443), 66.

¹⁹³ *Ibid.*

¹⁹⁴ Lambert, A. (2018, juillet/août). Couverture permanente: Le couvert ne solutionne pas le salissement. *Cultivar* (n°709), p. 22.

¹⁹⁵ Milou, C. (2016, septembre). Le semis direct sous couvert: Dent ou disque, un débat sous conditions. *Cultivar* (n°69), p. 23.

¹⁹⁶ *Ibid.*

5.3 Interventions

Dans cette partie, nous allons parler de l'itinéraire technique d'un colza associé. Nous allons confronter de manière théorique les interventions dans un colza associé par rapport à un colza.

5.3.1 Désherbage

L'un des intérêts de l'association est de lutter contre l'enherbement. Les couverts associés au colza limitent le développement des adventices dicotylédones à levée tardive ou échelonnée (ex : matricaires et des gaillets). Leur effet permet de maintenir une bonne maîtrise des adventices, avec des stratégies de désherbage allégées. Les adventices qui lèvent comme le colza, telles que le géranium, ne vont pas être concurrencées. Pour contrer la levée de géranium, il faut chercher des solutions en amont.¹⁹⁷

Les principales causes d'échec de la technique des colzas associés sont liées au désherbage : il s'agit de situations avec un historique de pression adventices élevée ou avec impasse herbicide. Les causes d'échec peuvent également venir de la concurrence du colza par des couverts associés de vesces ou trèfles (trèfle violet, trèfle incarnat, trèfle d'Alexandrie non mono-coupe) non détruits en sortie d'hiver.¹⁹⁸

En semant tôt, on favorise la levée du couvert pour étouffer rapidement les mauvaises herbes. Grâce à leur capacité à couvrir le sol, les plantes compagnes permettent la suppression d'un herbicide au semis. Une économie de 90 à 95€/ha, et en comptant la semence des plantes compagnes de 50€/ha, on obtient une économie de 45€ en supprimant l'herbicide. Cependant, si le gel n'est pas suffisant durant l'hiver, un désherbage sélectif est toujours possible pour maîtriser les plantes compagnes. Ce désherbage coûte 40-50€, soit un gain économique nul au final, mais pas négatif.¹⁹⁹

5.3.1.1 Anti-dicotylédones

Le désherbage de la culture de colza à l'automne reste possible malgré la présence des légumineuses. Cependant, les programmes classiques conduisent généralement à des phytotoxicités sur les légumineuses, qui impactent fortement leur développement et limitent leur intérêt. Les doses et stades d'application des produits diffèrent d'un colza seul. Les applications de présemis (napropamide, triallate) sont déconseillées, et celles de prélevée sont à éviter si possible, car elles sont moins sélectives que les applications de post-levée. De manière générale, plus un herbicide est appliqué tôt, moins il sera sélectif vis-à-vis des légumineuses. C'est pourquoi il est préférable d'intervenir en post-levée du colza et des légumineuses pour éviter de perturber la germination de ces dernières.²⁰⁰

La sélectivité est meilleure et le fractionnement du produit permet de conserver une bonne efficacité sans perturber la légumineuse. En milieu sensible aux gaillets, par exemple, deux applications de Butisan® sont conseillées : au stade rayonnant (1 l/ha) puis, à la même dose, à l'apparition de nouvelles levées, plus tardives. L'association de colza à des légumineuses est

¹⁹⁷ Cadoux, S., & Sauzet, G. (2016). *Colza associé à un couvert de légumineuses gélives*. Thiverval-Grignon, France: Terres Inovia.

¹⁹⁸ *Ibid.*

¹⁹⁹ Lévêque, O. (2018, juillet/août). Le colza en bonne compagnie: Des plantes compagnes pour moins de phyto. *Cultivar*, n°709, p. 22.

²⁰⁰ Cadoux, S., & Sauzet, G. (2016). *Colza associé à un couvert de légumineuses gélives*. Thiverval-Grignon, France: Terres Inovia.

plus délicate en milieu très enherbé qui nécessite des interventions précoces aux doses homologuées.²⁰¹

Les lentilles et les trèfles sont les légumineuses les plus sensibles et les vesces et féveroles les moins sensibles. Dans tous les cas, plus les applications sont précoces, plus elles sont efficaces vis-à-vis des adventices mais moins elles sont sélectives des légumineuses associées, et vice-versa. Des essais font par ailleurs état de phytotoxicités avec des doses élevées de clomazone, et même à doses moyennes (60 g) sur trèfle.²⁰²

Cependant, l'efficacité des herbicides sera dépendante des conditions climatiques post-traitement. En effet, s'il fait sec, peu de dommages seront observés sur les légumineuses alors qu'au contraire, si les conditions sont humides, des pertes importantes peuvent apparaître.

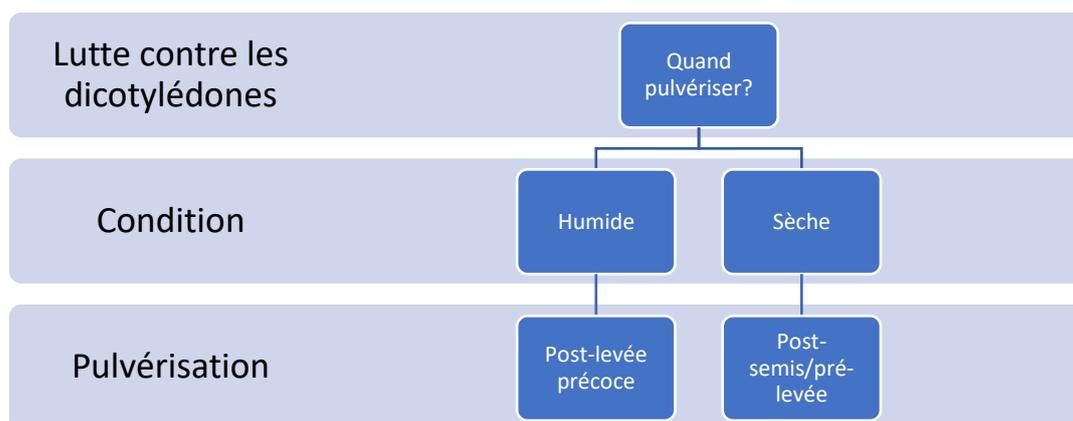


Figure 45 : Programme de désherbage anti-dicotylédones (sources : (Greenotec, Les Greenofiches, 2019))

À la sortie de l'hiver, il est important de s'assurer que les légumineuses soient détruites. Si malgré les recommandations, le couvert associé inclut des vesces, de la féverole ou du pois, il est recommandé de baser sa stratégie sur une application systématique de produit de post-levée en entrée d'hiver (en veillant à respecter la réglementation) et à pleine dose dans le but de détruire les légumineuses associées. Pour éviter des problèmes lors de la récolte, l'application d'une solution de 100 g/l Clopyralid est nécessaire.²⁰³

Concernant les couverts permanents, on peut être amené à réguler le trèfle au mois de mars.

5.3.1.2 Anti-graminée

Par contre, l'association a peu d'impact sur les graminées. Le rattrapage de post-levée, sur repousses de graminées avec un anti-graminé foliaire : même raisonnement qu'en colza seul (les produits sont sélectifs des légumineuses).²⁰⁴

En ce qui concerne le rattrapage d'entrée ou de sortie hiver sur graminées avec produit racinaire :

- ✿ Si les graminées sont la seule cible, il est recommandé utiliser un produit type Kerb SC ;
- ✿ Si, en plus des graminées, l'intervention cible des dicotylédones ou la destruction des légumineuses associées, on recommande d'utiliser un produit type Astrokerb.

²⁰¹ Labreuche, J., Légère, R., Sauzet, G., Bouet, S., & Deneufbourg, F. (2015, avril). Les légumineuses pérennes profitent à couvert. *Perspectives agricoles* (n°421), 66.

²⁰² Cadoux, S., & Sauzet, G. (2016). *Colza associé à un couvert de légumineuses gélives*. Thiverval-Grignon, France: Terres Inovia.

²⁰³ *Ibid.*

²⁰⁴ *Ibid.*

5.3.2 Fongicide

Aucun effet direct des couverts associés n'a été mis en évidence sur les maladies du colza. Les méthodes de gestion des maladies sont donc identiques à celles recommandées en colza seul. Des cas isolés de développement de sclérotinia mycélien ont été observés dès l'automne avec des couverts de pois fourrager ayant étouffé le colza en hiver.²⁰⁵

En revanche, les espèces de couverts associés, au même titre que les cultures intermédiaires, peuvent avoir des maladies en commun avec d'autres cultures de la rotation et contribuer à la multiplication de l'inoculum. Il est conseillé de ne pas utiliser d'espèces présentes en culture principale dans la rotation, afin d'éviter d'augmenter les risques maladies.²⁰⁶

5.3.3 Insecticide

Le couvert associé permet de contribuer à limiter les dégâts d'insectes d'automne. Les légumineuses associées au colza, et notamment les féveroles, contribuent à réduire les dégâts des larves de charançon du bourgeon terminal et de grosse altise, d'autant plus que la biomasse (colza +couvert associé) est élevée. Cet effet est particulièrement intéressant dans le contexte d'efficacité limitée de la lutte chimique et d'augmentation des résistances de ces ravageurs. Toutefois, le critère de décision pour intervenir doit rester dépendant du niveau de pression et de l'état du colza (biomasse et dynamique de croissance).²⁰⁷

5.3.4 Fertilisation

Les couverts associés à base de légumineuses influencent la nutrition azotée du colza au printemps de deux façons. Premièrement, de manière directe en libérant de l'azote au fur et à mesure de leur dégradation. Deuxièmement, de façon indirecte en stimulant la minéralisation du sol et en permettant une augmentation de l'efficacité d'utilisation de l'azote minéral par le colza, grâce à l'amélioration de son fonctionnement racinaire.²⁰⁸

Ces phénomènes permettent d'obtenir en moyenne un rendement équivalent à un colza seul, mais avec une réduction de dose d'azote de 30 unités. Par ailleurs, aucune relation n'a été mise en évidence à ce jour entre la biomasse des légumineuses en entrée d'hiver et l'effet azote sur le colza : l'effet azote global est identique, en moyenne, quelle que soit la biomasse produite par les légumineuses, à condition qu'elles aient bien levées.²⁰⁹

De légères baisses de rendement ont été observées lorsque l'abattement forfaitaire (30 unités) était appliqué au dernier apport. Par ailleurs, les colzas associés présentent généralement un supplément de vigueur à la reprise de végétation par rapport aux colzas seuls.²¹⁰ De ce fait, il est recommandé de diminuer chaque apport de 10 unités dans le cas de 3 apports ou de 15 unités dans le cas de deux apports, par rapport à un colza seul. Les conseils de fractionnement ont donc été adaptés.²¹¹



Dose à apporter (kg N/ha)	Reprise de végétation (stades C1-C2)	Début montaison (stades C2-D1)	Boutons accolés (stades D1-D2)	Boutons séparés (stade E)
< 100			< 100	
100 à 170		60 à 80		40 à 90
> 170	40 à 60		50 et +	40 à 60

Tableau 17 : Fractionner l'apport d'azote (source : (Cadoux & Sauzet, Colza associé à un couvert de légumineuses gélives, 2016))

²⁰⁵ Ibid.

²⁰⁶ Ibid.

²⁰⁷ Ibid.

²⁰⁸ Ibid.

²⁰⁹ Ibid.

²¹⁰ Ibid.

²¹¹ Ibid.

5.4 Récolte

Dans le cas d'un couvert gélif, la récolte se déroule de la même manière qu'un colza seul. Le seul inconvénient qu'on pourrait rencontrer est la non-destruction d'espèces gênantes telles que la vesce commune.

Lorsqu'on procède à une association où plusieurs espèces vont être récoltées, il y a 2 règles à respecter. Premièrement, il faut que les graines soient facilement triables à la récolte à moins qu'un acheteur accepte le mélange sans les trier. Ensuite il faut que les 2 espèces atteignent le stade de maturité à une date assez proche. Ceci n'est possible que lorsqu'on associe certaines espèces ensemble.²¹²

5.5 Gestion de la parcelle après la récolte

Tout l'azote accumulé par les légumineuses n'est vraisemblablement pas minéralisé lors de la récolte du colza. Si les reliquats post-récolte ont plutôt tendance à être diminués, le devenir de l'azote reste à étudier. Des repousses de colza ou un CIPAN²¹³ pourront piéger l'azote éventuellement libéré en interculture. Un effet potentiellement bénéfique pour la culture suivante doit être étudié mais aucune recommandation n'est possible à ce jour.

Si on a implanté un couvert permanent à base de trèfle alors... Celui-ci va directement profiter de la lumière et va pouvoir se développer dès que le colza aura été fauché. Par conséquent, le sol ne reste pas nu entre la récolte du colza et le semis de la culture suivante. Plusieurs solutions peuvent être envisagées pour le trèfle blanc : il peut soit être détruit ou soit laissé en place, en semant du froment en direct, par exemple. Ce couvert permanent peut également être récolté comme culture fourragère.

²¹² Le Quemener, A. (2018, septembre). Association de cultures, les avantages de chaque espèce sans leurs défauts. *Cultivar*(n°87), p. 50.

²¹³ CIPAN = cultures intermédiaires pièges à nitrate

6 Effets de l'association

Ce chapitre va s'intéresser aux différents effets du couverts associés au cours du cycle du colza. Les effets vont jouer un rôle sur les aspects biologiques (bioagresseurs et auxiliaires), chimiques (fertilisations, fertilité du sol, intrants) et physiques (structure du sol, enracinement).

6.1 Début du cycle

Lorsque la germination du colza a débuté, le colza commence alors une croissance lente où il va développer 4 feuilles et son enracinement. Durant cette phase, le colza doit rester dominant sur la parcelle et surmonter seul les premiers obstacles.

6.1.1 La flore

En début de cycle, lorsque les légumineuses ne sont pas encore levées, le colza est seul sur la parcelle et se développe lentement. À ce moment-là, l'association n'aura aucun effet vis-à-vis des plantes qui lèvent en même temps que le colza, on pense notamment aux géraniums. Certaines adventices (géraniums en colza, ...) voient leurs taux de levée diminuer dans la culture après une implantation en semis direct (sans travail du sol) ou en strip-till.²¹⁴

6.1.2 La faune

Le couvert n'aura pas d'impact sur la petite altise car bien souvent elle arrive très tôt dans la parcelle (stade cotylédon du colza) et le couvert n'a pas encore levé ou bien il vient de lever.

Concernant les attaques de limaces, l'appétence vis-à-vis des couverts est plus faible comparé à la culture de colza. Ceux-ci auront donc un impact très faible face aux limaces.

6.1.3 Le système racinaire

À l'installation de la culture, la légumineuse ne fixe pas encore d'azote atmosphérique et les plantes sont en compétition pour l'azote du sol. La compétitivité du colza pour l'azote pousse les légumineuses à privilégier la fixation symbiotique pour assurer leurs besoins azotés et permet ainsi d'optimiser le fonctionnement de l'association. Après la mise en place des nodosités, la légumineuse puise son azote dans l'air, laissant plus d'azote du sol à la culture associée.²¹⁵

De plus, les légumineuses et le colza ont des rhizosphères différentes avec des micro-organismes très différents. En association, la composition de la rhizosphère va changer avec une augmentation du pH et une faible libéralisation d'azote et de phosphore de 1 ou 2 unités. Néanmoins cela participe à faire profiter le colza. En effet, les microorganismes présents dans la rhizosphère vont apporter de la facilitation aux 2 cultures.²¹⁶

²¹⁴ Gautellier, L., & Bonin, L. (2017, mars). Gestion des adventices, diversifier au maximum les cultures et les moyens de lutttes. *Perspectives agricoles*(n°442), p. 66.

²¹⁵ Sauzet, G. (2019). Agriculture de Conservation, Colza Associé, Couvert Permanent et Semis Direct. Assemblée Générale Greenotec 2019. Biesme: Terre Inovia. Consulté le février 14, 2019

²¹⁶ *Ibid.*

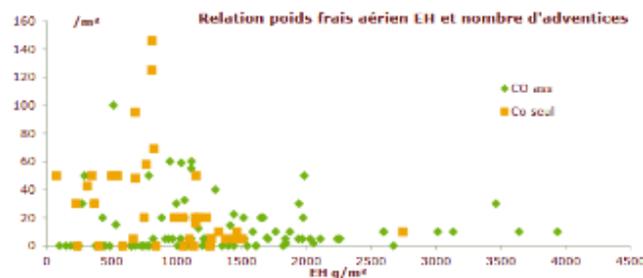
6.2 Croissance active

Lorsque la plantule de colza a atteint le stade 4 feuilles (B4), il entre en croissance active. Il devient donc très compétitif et la présence des légumineuses n'est plus un frein à sa croissance. Du côté des légumineuses, les plus précoces atteignent petit à petit leur phase dynamique. Ainsi, lorsque les légumineuses auront atteint ce stade, elles pourront exprimer pleinement leur potentiel.

6.2.1 Flore

Concernant les adventices, l'association permet de rentrer en compétition avec les adventices qui germeront après la levée des plantes compagnes. Cette efficacité des associations pour réduire l'enherbement s'explique par une moindre disponibilité en lumière, eau et éléments minéraux pour les adventices et ce tout particulièrement en début de cycle, lorsque la légumineuse n'est que faiblement développée.²¹⁷

Les légumineuses associées ont peu ou pas d'impact sur les levées d'adventices, mais contribuent à limiter leur développement du fait d'un supplément de production de biomasse et d'une complémentarité de port avec le colza. L'effet est particulièrement intéressant quand la biomasse aérienne dépasse 1,5 kg/m² de matière fraîche en entrée d'hiver. En effet, on observe sur le Graphique 8, dès lors que le colza a atteint ce seuil, le nombre d'adventices diminuent très nettement (géraniums, laitersons et quelques gaillets).²¹⁸ Associer son colza à des couverts permet d'atteindre plus facilement ce seuil, surtout dans les milieux à faible potentiel²¹⁹. Le résultat attendu est le maintien de la maîtrise des adventices avec un programme de désherbage réduit par rapport à un colza seul. Car l'augmentation de la surface foliaire par le couvert empêche l'accès de la lumière au niveau du sol.²²⁰



Graphique 8 : Relation entre le poids frais aérien en entrée d'hiver et le nombre d'adventices (géraniums, laitersons et quelques gaillet) (source : (Sauzet, Agriculture de Conservation, Colza Associé, Couvert Permanent et Semis Direct, 2019))

Cette stratégie montre ses limites dans les parcelles à risque élevé en adventices dicotylédones précoces (type géranium), qui lèvent avant les légumineuses. Une solution est de réaliser un semis direct sans flux de terre lors de l'implantation qui permet de diminuer les levées de 60 à 95 %.²²¹

²¹⁷ *Ibid.*

²¹⁸ Pour des peuplement compris entre 50 et 80 dicotylédones/m².

²¹⁹ Surtout dans les sols superficiels.

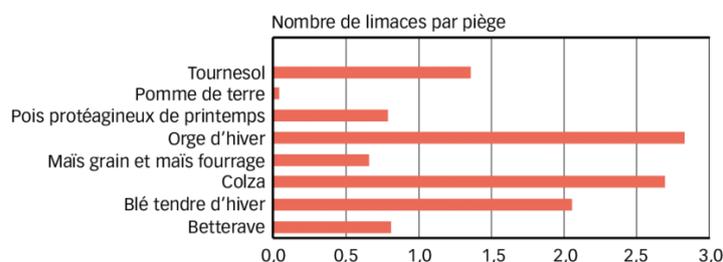
²²⁰ Cadoux, S., & Sauzet, G. (2016). *Colza associé à un couvert de légumineuses gélives*. Thiverval-Grignon, France : Terres Inovia.

²²¹ Cadoux, S., & Sauzet, G. (2016, octobre). Colza associé, des bénéfices agronomiques confirmés. *Perspectives agricoles* (n°437), p. 66.

6.2.2 La faune

6.2.2.1 Limace

Concernant les limaces, elles ont des préférences alimentaires : certaines cultures les attirent plus que d'autres. Il y a un effet culture mais aussi un effet précédent, comme on peut le voir sur le Graphique 9 ci-dessous. Les limaces ont été piégées entre 2008 et mi 2015, les données ont été mises en relation avec le précédent cultural. En regardant ce graphique on voit que les piégeages les plus importants sont ceux réalisés après des cultures d'hiver (orge, colza et blé). Il va falloir être vigilant concernant les précédents culturaux qui apportent une forte population de limaces pour la culture suivante.²²²



Graphique 9 : Effet des précédents sur le piégeage de limaces en blé (source : BSV)

Dans le Tableau 18 ci-dessous, on retrouve les différences d'appétence. Encore une fois, on peut voir que le colza a une forte appétence vis-à-vis des limaces. D'après le Cultivar de septembre 2016 (Waligora, Limaces, leurs préférences alimentaires, 2016), il est possible de limiter l'importance des dégâts sur la culture de vente (avec, en parallèle, le développement des prédateurs naturels de la limace) grâce aux cultures associées ou des intercultures multi-espèces qui apportent une plus grande diversité de plante.

Tableau 18 : Appétence de cultures intermédiaires ou repousses pour la limace (source : colloque Arvalis Acta PhytEurop Isara, mars 2016)

Effet du végétal consommé sur le développement des limaces

Tableau 1 : Type de végétation et influence sur le développement des populations de limaces
(de très faible à très forte attractivité des limaces)

Très faible	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
Maraude blanche	Riz	Rizier	Tournesol	Colza
Maraude brune	Soja d'hiver	Avoine d'hiver Orge d'hiver	Soja	
Parvifolia	Phacélie	Ray-grass d'Italie	Orge de printemps	
	Avoine d'hiver	Genévrier		
	Voile couvrante de printemps et d'été	Pois fourrage		
	Soja fourrage	Trèfle incarnat		
	Sarrasin	Herbe à bœuf		

Cécile Waligora évoque également la mémoire alimentaire de la limace, cela signifie qu'un individu va plutôt privilégier les aliments dont il se sera nourri depuis son éclosion. Comme on a pu le constater, la limace a des préférences alimentaires et tend à rester sur un certain menu car lorsqu'elle est « habituée » à un certain type d'aliment, elle le digère mieux et la limace a tendance à rester sur cet aliment. Comme elle n'aime pas les voyages, tant que son garde-manger sera fourni, elle n'ira pas voir ailleurs si le couvert est meilleur. Il vaut donc mieux qu'elle ne manque pas de nourriture et c'est pourquoi il est préférable d'avoir un mélange d'espèces végétales, comme le colza associé ou un couvert d'interculture multi-espèce, qu'une seule et même espèce.²²³

²²² Waligora, C. (2016, septembre). Limaces, leurs préférences alimentaires. *Cultivar*(n°69), p. 50.

²²³ *Ibid.*

Pour les limaces, le colza est une culture particulièrement appétente. Afin de limiter la population, la rotation doit être adaptée en évitant une succession de cultures appétentes et en intégrant des cultures de printemps.²²⁴

6.2.2.2 Les insectes d'automne

Concernant l'impact sur les ravageurs, un colza à croissance dynamique associé à une légumineuse type féverole réduit clairement les dégâts des grosses altises et des charançons du bourgeon terminal à l'automne.

La présence des légumineuses perturbe l'agression des colzas par les ravageurs à l'automne. Les plantes compagnes (trèfle, vesce, fève ou féverole) apportent un intérêt en perturbant les pontes des altises et en diminuant ainsi la pression larvaire dans les colzas. Idéalement, il serait possible de supprimer un insecticide d'automne grâce aux plantes compagnes.²²⁵ Cet effet est d'autant plus marqué que la biomasse du colza et du couvert associé en entrée d'hiver est élevée, et n'est pas améliorée avec des couverts de non légumineuses. Ce lien reflèterait un « effet barrière » des légumineuses et/ou un effet de maintien de la dynamique de croissance du colza, au moment des attaques d'insectes qui seraient alors beaucoup moins sensibles. Les colzas associés ont donc un rôle à jouer dans un contexte d'augmentation des résistances et d'essoufflement des méthodes de lutte chimique.²²⁶

Lorsqu'un insecte spécialiste est attiré par l'odeur d'un ou plusieurs composés volatils émis par sa plante hôte, la présence d'une ou de plusieurs espèces associées peut modifier le profil olfactif du couvert et compliquer le repérage de la plante hôte. Ces mécanismes complexes s'expriment à des échelles différentes en fonction des insectes concernés et des exemples peuvent être trouvés chez les brassicacées cultivées avec certains trèfles.²²⁷

6.2.1 Sur les maladies

Aucun effet direct des couverts associés n'a été mis en évidence sur les maladies du colza. Les méthodes de gestion des maladies sont donc identiques à celles recommandées en colza seul. Des cas isolés de développement de sclérotinia mycélien ont été observés dès l'automne avec des couverts de pois fourrager ayant étouffés le colza en hiver.²²⁸

6.2.1 Les ressources

Étant donné qu'une couverture végétale est associée avec le colza, celle-ci a besoin de différentes ressources (eau, lumière, nutriments, ...) pour prospérer ceci en dépit des adventices mais également du colza. Des complémentarités de morphologie des racines peuvent atténuer cette compétition par rapport aux cultures pures. Néanmoins, le couvert peut également apporter de la facilitation à la culture en fonction des espèces choisies.

6.2.1.1 Eau

La transpiration d'eau par le couvert est liée à l'acquisition de lumière (ouverture des stomates permettant les échanges de gaz et d'eau). Un couvert ombragé transpire moins par

²²⁴ Robert, C. (2017, février). Colza, diminuer les insecticide c'est possible. *Perspectives agricoles* (n°441), p. 62.

²²⁵ Lévêque, O. (2018, juillet/août). Le colza en bonne compagnie: Des plantes compagnes pour moins de phyto. *Cultivar*, n°709, p. 22.

²²⁶ Cadoux, S., & Sauzet, G. (2016, octobre). Colza associé, des bénéfices agronomiques confirmés. *Perspectives agricoles* (n°437), p. 66.

²²⁷ INRA science & impact. (2014). *Associations végétales*. École Supérieure d'Agriculture, Angers. Récupéré sur <https://www6.inra.fr/ciag/content/download/5547/42335/file/RevueIAvolume40.pdf>

²²⁸ Cadoux, S., & Sauzet, G. (2016). *Colza associé à un couvert de légumineuses gélives*. Thiverval-Grignon, France: Terres Inovia.

rapport au même couvert exposé à la lumière. La surface foliaire a aussi son importance. Le tapis végétal créé par le couvert peut réduire l'évapotranspiration directe de l'eau du sol des premiers centimètres et améliorer l'infiltration de l'eau sous le couvert. En présence d'un enracinement profond du couvert, il est possible d'avoir un effet « ascenseur hydraulique » (voir Figure 46). Cet effet a été observé la nuit, les racines de certaines plantes déchargeant de l'eau prélevée en profondeur vers des couches du sol où le potentiel hydrique est plus faible.²²⁹

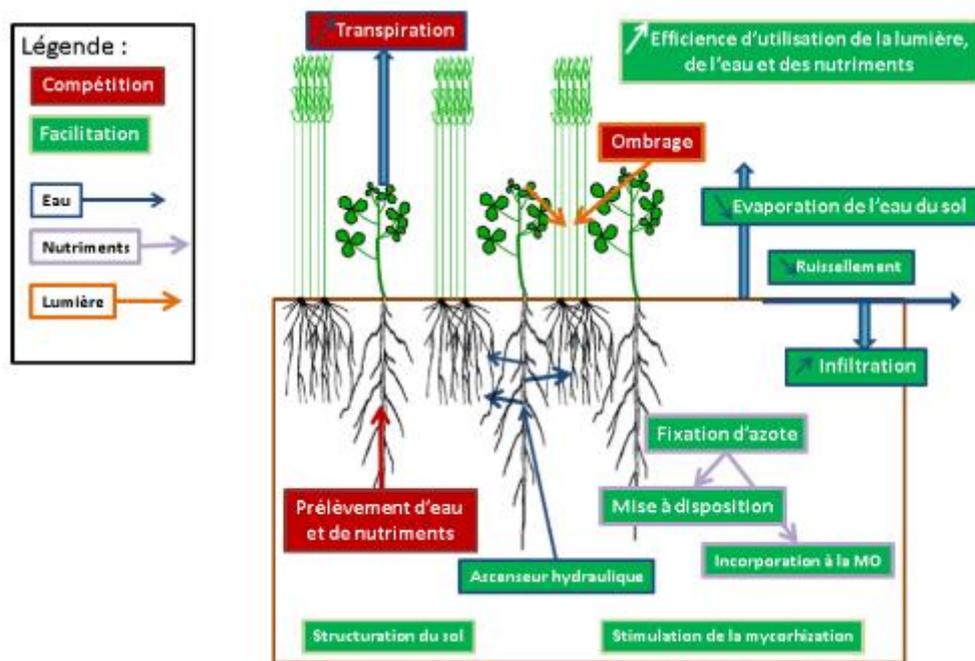


Figure 46 : Interactions pour les ressources entre le couvert et la culture (source : (Labreuche & Carton, *Les couverts et cultures: des complémentarités à optimiser*, 2015))

6.2.1.2 Lumière

Le couvert, captant la lumière qui n'est pas interceptée par la culture, apporte plusieurs services. Il empêche la levée et la croissance d'adventices sous la culture, mais aussi pendant l'interculture, et contribue à produire plus de biomasse au cours de l'année. Dans un couvert plurispécifique, les plantes partagent la ressource lumineuse, selon leur hauteur, leur densité, leur surface foliaire, l'inclinaison des feuilles...²³⁰

Plusieurs études ont montré qu'une compétition précoce pour la lumière était la principale cause de perte de rendement lorsque les couverts n'étaient pas suffisamment régulés. Cela peut être observé même si la culture est plus haute que le couvert, le couvert pouvant dominer la culture dans l'étage de végétation où les deux espèces sont présentes. La dynamique temporelle est essentielle : l'espèce qui capte le plus de rayonnement acquiert un avantage qui peut lui permettre de se maintenir en position de supériorité.²³¹

6.2.1.3 Nutriments

L'azote minéral module la croissance des racines, des tiges et des feuilles. Lorsque les légumineuses ont développé leurs nodosités, il y a moins de compétition pour l'azote du sol entre le colza et les légumineuses. En effet, plus le sol est pauvre en nitrates, plus la

²²⁹ Labreuche, J., & Carton, N. (2015, avril). *Les couverts et cultures: des complémentarités à optimiser. Perspectives agricoles*(n°421), p. 66.

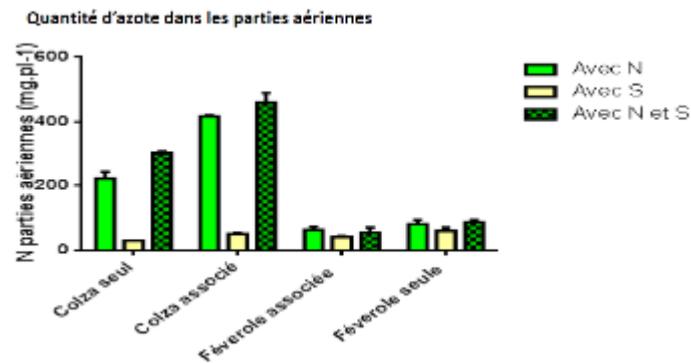
²³⁰ *Ibid.*

²³¹ *Ibid.*

légumineuse fixe l'azote de l'air. De ce fait, l'azote minéral interfère dans la fixation de l'azote atmosphérique.

Des travaux de recherche ont montré qu'il n'y avait pas de transfert d'azote de la légumineuse vers le colza à l'automne.

Cependant, un lien étroit existe entre la nutrition soufrée et l'absorption d'azote. En effet, le soufre a une action forte sur la croissance racinaire et permet de modifier l'architecture des racines. De plus, la nutrition soufrée favorise la fixation de l'azote atmosphérique. D'après Joëlle Fustec (Les associations colza-légumineuse et importance de la relation azote/soufre, 2017), un apport de soufre augmente la concentration en azote dans les parties aériennes du colza, elle apporte un complément à la nutrition azotée. Cependant, un apport soufré sans azote n'a pas beaucoup d'utilité.



Graphique 10 : Effet de l'azote et du soufre (source : (Les associations colza-légumineuse et importance de la relation azote/soufre, 2017))

6.2.2 Le sol

Comparé à la culture pure de colza, où 20 à 30% du sol est exploité par ces racines, les plantes compagnes permettent d'augmenter la biomasse racinaire de 2 à 3 fois. Cela permet de coloniser chaque cm³ par une racine ce qui rend ce système intéressant.

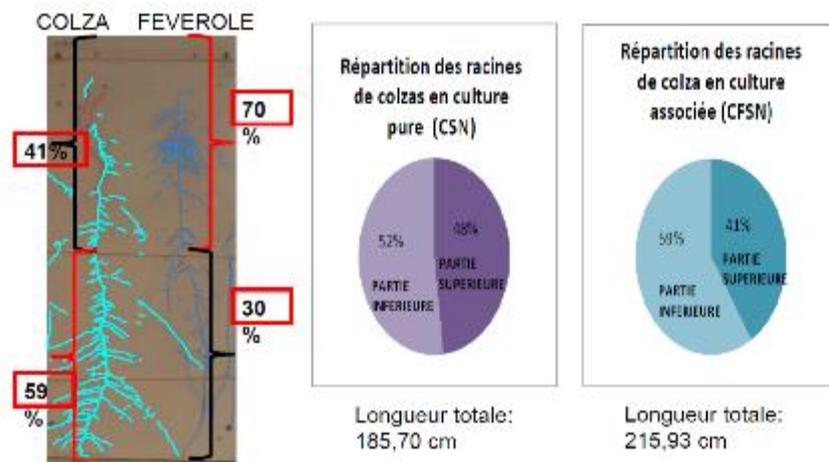
L'intérêt des légumineuses est d'avoir une densité racinaire sur les 10-12 premiers cm. En effet, 90% des racines de légumineuse se trouvent dans les 10 premiers centimètres. Cette augmentation de densité racinaire va permettre d'améliorer la porosité sur toute la couche labourée en entrée d'hiver. Le fait d'augmenter la quantité de racines dans le sol et de changer le type de rhizosphère doit faciliter l'amélioration structurale, porale et organique du sol.²³² En effet, cela permet d'accroître l'aération du sol et donc d'accentuer la vitesse de minéralisation lorsque les conditions climatiques sont réunies.²³³

Par ailleurs, Jamont et al. (2013) ont démontré qu'il existait, avant la mise en place des nodosités de la féverole, une complémentarité dans la distribution verticale des racines secondaires du colza et de la féverole (deux espèces ayant un système racinaire pivotant).²³⁴

²³² agriculture-de-conservation.com. (2016). Gilles Sauzet, associer du colza et des légumineuses. Consulté le août 17, 2019, sur agriculture-de-conservation.com: <https://agriculture-de-conservation.com/Quels-sont-les-benefices-d-une-association.html>

²³³ Sauzet, G. (2019). Agriculture de Conservation, Colza Associé, Couvert Permanent et Semis Direct. Assemblée Générale Greenotec 2019. Biesme: Terre Inovia.

²³⁴ INRA science & impact. (2014). Associations végétales. École Supérieure d'Agriculture, Angers. Récupéré sur <https://www6.inra.fr/ciag/content/download/5547/42335/file/RevueIAvolume40.pdf>



Graphique 11 : Complémentarité de l'architecture racinaire entre un colza et une féverole (source : (Les associations colza-légumineuse et importance de la relation azote/soufre, 2017))

L'amélioration de la porosité du sol par un enracinement plus dense, ainsi que l'apport d'un type racinaire pivotant comme celui de la féverole limitent les risques d'hydromorphie dans les zones présentant ce risque. Dans des parcelles très hydromorphes, l'association avec une féverole permet de préserver la qualité racinaire du colza qui souffre moins de l'asphyxie.

Concernant l'implantation d'un couvert permanent, il faut une espèce dominante et une espèce dominée. Dans l'association colza-trèfle, le système racinaire pivotant du colza, qui descend assez profondément, empêche toute concurrence pour l'eau ou les éléments minéraux avec les racines de surface du trèfle.²³⁵

En culture pure, le colza seul va développer un pivot qui descend sans accroître de racine secondaire. En comparaison à un colza associé, les racines de colza vont descendre en profondeur car le couvert va avoir une concurrence dans les premiers centimètres du sol. La concurrence sur l'enracinement, donc d'assimilation d'eau et d'azote en phase précoce, va être favorable au colza qui a un pivot qui descend plus vite. D'après Gilles Sauzet, le pivot d'un colza associé est 3-4 cm plus long qu'un colza seul.²³⁶

²³⁵ Lambert, A. (2018, juillet/août). Couverture permanent: Le couvert ne solutionne pas le salissement. *Cultivar* (n°709), p. 22.

²³⁶ Sauzet, G. (2019). Agriculture de Conservation, Colza Associé, Couvert Permanent et Semis Direct. Assemblée Générale Greenotec 2019. Biesme: Terre Inovia. Consulté le février 14, 2019

6.3 Période hivernale

Durant l'hiver, le colza, sous forme de rosette, entre en repos végétatif. À ce même moment, les plantes gélives sont détruites par le gel si toutefois le gel est assez puissant. Cette destruction permettra de restituer au sol l'azote qu'elles ont accumulé durant leur croissance.

6.3.1 La faune

Afin de limiter la migration des larves d'altises et de charançon du bourgeon terminal vers le cœur de la plante, deux critères sont importants. Premièrement, il est impératif d'avoir des colzas avec une biomasse fraîche supérieure à 1,5 kg/m² à l'entrée de l'hiver, avec notamment une biomasse du couvert supérieure à 200 g/m². Deuxièmement, le colza doit avoir une croissance continue en automne puis au printemps. En effet, les plantes en arrêt de croissance suite à une carence précoce en azote sont les plus fragiles vis-à-vis de la progression des larves dans le pétiole.²³⁷

6.3.2 La fertilisation

Tout d'abord, il est important de rappeler que le colza est une culture exigeante en azote. En effet, l'APPO préconise un apport de 150 – 200 u/ha pour ne pas hypothéquer le rendement. En générale, l'azote ne doit pas être apporté en automne. Néanmoins, s'il y a eu de mauvaises conditions de semis (semis tardif, mauvaises conditions de températures, mauvaise minéralisation du sol) un apport automnal de 30 à 60 UN est nécessaire.²³⁸ Les stratégies pour limiter les faims d'azote (apport organique au semis, associations avec des légumineuses) sont intéressantes. Dans les sols où l'azote peut être limitant, au cours de l'automne, il est recommandé d'implanter un couvert associé au colza à base de féverole voire faire un apport au moment du semis à hauteur de 30 unités maximum couplé avec du phosphore, si possible localisé.²³⁹

De plus, très peu de transferts d'azote des légumineuses au colza à l'automne sont observés. En effet, lors de l'année d'implantation des légumineuses, les transferts sont faibles à négligeables. Environ 0,45 % de l'azote de la légumineuse serait transféré vers le colza et cette même quantité d'azote serait aussi transférée du colza vers les légumineuses, ce qui représente très peu. En effet, seule une ou deux unités peuvent être relarguées par rhizodéposition (exsudats, mucilage, contenus cellulaires, renouvellement racinaire et des nodosités), ce qui augmente avec l'entremêlement des racines.²⁴⁰

L'intérêt d'installer des légumineuses est qu'elles sont autonomes en azote, elles ne vont donc pas absorber celui qui aurait pu être utile pour le colza et ne vont donc pas pénaliser son développement. De plus, leur C/N²⁴¹ est bas, elles vont donc se dégrader rapidement en utilisant peu d'azote pour dégrader le carbone, ce qui va donc augmenter le stock d'azote du sol.

²³⁷ *Ibid.*

²³⁸ BASF. (2006). La culture du colza d'hiver en Belgique. 58. Belgique: BASF Belgium B.U. Crop Protection.

²³⁹ Robert, C. (2017, février). Colza, diminuer les insecticide c'est possible. *Perspectives agricoles* (n°441), p. 62.

²⁴⁰ Guihard, M.-D. (2013, septembre/octobre). Associations avec des légumineuses, les idées reçues sur l'azote s'effondrent. *TCS Techniques Culturelles Simplifiées*(n°74), p. 34.

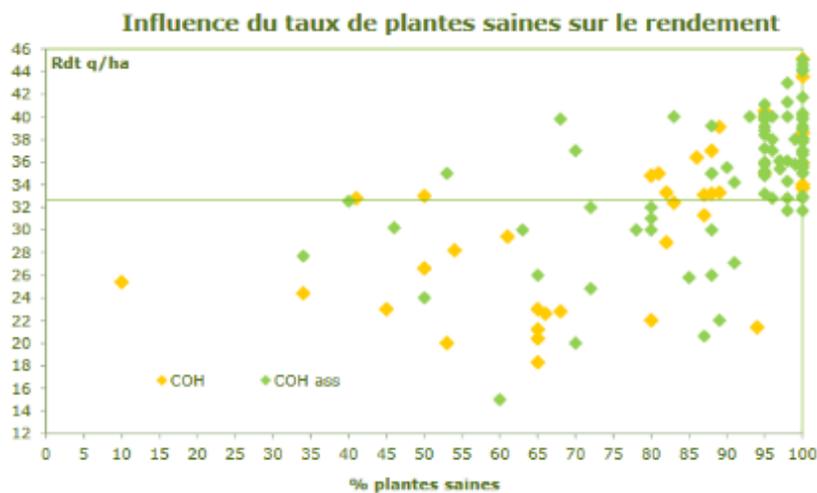
²⁴¹ Cf. D Glossaire p.161

6.4 Printemps

Après être sorti de son repos végétatif, le colza redémarre sa croissance seul lorsqu'il a été associé à un couvert gélif. Dans le cas d'un couvert pérenne, les espèces sortent également de leur repos hivernal. C'est pourquoi il faut être très vigilant et réguler le couvert si nécessaire.

6.4.1 Ravageur

En début de floraison, on doit obtenir 85% - 90% de plantes saines²⁴² pour ne plus avoir d'impact des insectes sur le potentiel de la culture. Les parcelles saines aux rendements inférieurs à 3,2-3,3 T/ha sont fréquemment handicapées par des problèmes de structure de peuplement et d'enherbement. Le Graphique 12 ci-dessous montre que les colzas associés ont un taux plus élevé de plantes saines qu'en culture pure.

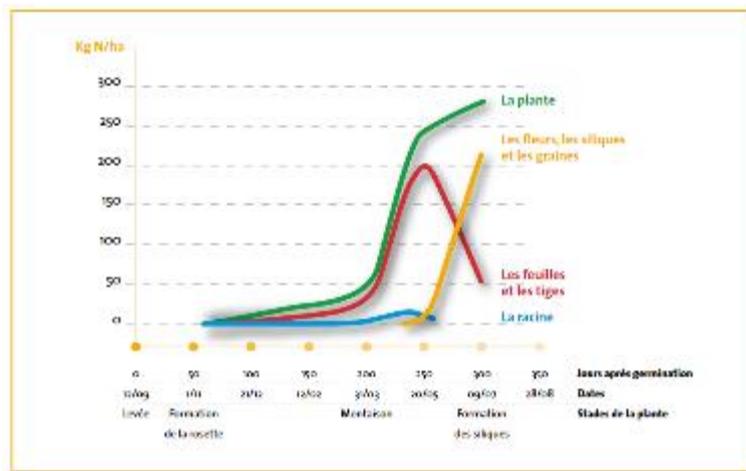


Graphique 12 : Influence du taux de plantes saines sur le rendement (source : (Sauzet, Agriculture de Conservation, Colza Associé, Couvert Permanent et Semis Direct, 2019))

6.4.2 La fertilisation

En automne, les réserves du sol suffisent généralement puisque celui-ci en absorbe peu à cette période. En revanche, à la reprise de végétation en fin d'hiver-printemps, le colza a besoin d'absorber beaucoup d'azote si on veut obtenir une bonne ramification avec un nombre de siliques important et donc un bon rendement. La dose d'azote apportée est modulée suivant le rendement attendu, l'azote résiduel, le taux d'humus de la parcelle, les matières organiques épandues et la biomasse en fin d'hiver. De manière générale, la dose apportée au printemps sera d'environ 160 à 200 unités pour un rendement d'environ 5 tonnes.

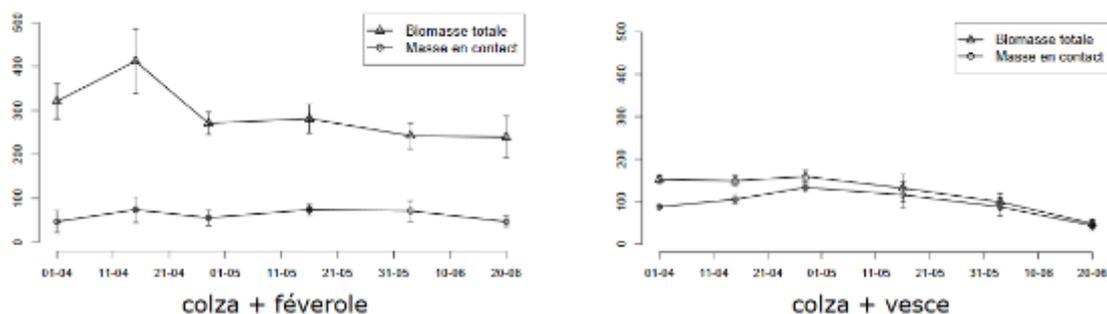
²⁴² Une plante saine montre aucun signe extérieur d'agression (Observation lors du stade E (boutons séparés) – F1 (floraison)) : plante buissonnante et plante fascié (blessé). Une plante buissonnante est un colza avec des ramifications secondaires et sans tige principale.



Source : CETIOM 1988 - Colza - Physiologie et élaboration du rendement

Graphique 13 : Absorption et répartition de l'azote dans le colza (source : CETIOM)

Au printemps, un effet direct des légumineuses est observable. En effet, durant l'automne, les légumineuses vont capter l'azote atmosphérique via les bactéries fixatrices d'azote présentes dans leurs nodosités et c'est, lors de leur dégradation, au printemps, que celles-ci vont, au fur et à mesure, le relarguer. L'effet des légumineuses sur la nutrition azotée du colza a été chiffré aux alentours de 15 kg d'azote à l'hectare dans les essais de Terres Inovia.²⁴³ Évidemment, la quantité apportée peut varier en fonction de l'azote accumulé par le couvert, de la date de destruction, des caractéristiques des espèces implantées (contenu en eau, en azote soluble, rapport C/N et contact avec le sol), des conditions climatiques au printemps, de la vie du sol et beaucoup d'autres mais surtout de la biomasse sèche produite. En fonction du couvert choisi, une partie de la biomasse du couvert associé peut se minéraliser et apporter de l'azote à la culture. La quantité d'azote apportée varie généralement de l'ordre de 20 à 40 kg/ha même si la légumineuse en a capté plus du double. Pour permettre cette minéralisation, il faut que la plante puisse, après sa destruction, avoir le maximum de contact avec le sol. Ainsi, la féverole, ayant une biomasse au contact du sol de 30-40 %, va absorber 80 unités d'azote et se détruit durant l'hiver. Cependant le colza ne va en absorber que 20-30 U maximum car la féverole sera moins accessible aux micro-organismes du sol pour entrer dans le processus de minéralisation. L'azote restant sera donc disponible pour la culture suivante. En revanche, la lentille, le fenugrec et le trèfle d'Alexandrie vont absorber en moyenne 30 unités. Leurs ports étalés vont être au contact du sol à 90 % de leur biomasse totale. Ceux-ci vont donc se dégrader plus rapidement et relarguer 25 à 30 U au colza, soit quasiment 100 % de la valeur mesurée. D'où l'intérêt d'associer des plantes à port dressé et à port étalé.²⁴⁴



Graphique 14 : Comparaison entre la minéralisation de féverole et de vesce (source : Thèse M Lorin INRA/Terres Inovia)

²⁴³ Cadoux, S., & Sauzet, G. (2016, octobre). Colza associé, des bénéfices agronomiques confirmés. *Perspectives agricoles* (n°437), p. 66.

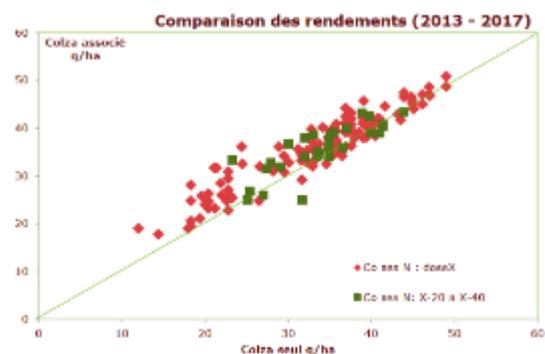
²⁴⁴ Sauzet, G. (2019). Agriculture de Conservation, Colza Associé, Couvert Permanent et Semis Direct. Assemblée Générale Greenotec 2019. Biesme: Terre Inovia. Consulté le février 14, 2019

On voit sur le Graphique 14 ci-dessus que la vesce peut avoir l'essentiel de sa biomasse au contact du sol. Ce qui n'est pas le cas de la féverole. On peut en conclure que les plantes dressées apportent de l'azote sur le moyen terme (l'année de l'implantation et l'année suivante). Quant aux plantes étalées, elles vont apporter de l'azote au colza en place.

On peut également observer d'autres effets indirects, notamment la stimulation de la minéralisation du sol mais également au niveau racinaire. En effet, l'enracinement du colza est complémentaire à celui des légumineuses. En effet, le colza développe son pivot en profondeur. Ce qui explique le comportement différent du colza associé à l'automne comparé au colza seul. Le colza associé semble visuellement mieux alimenté en azote. En entrée d'hiver pour une même biomasse (ex : 1 kg), le colza associé avait un statut azoté supérieur à un colza seul (colza associé : 2,2-2,4 % d'azote sur la matière sèche ; colza seul : 1,8-1,9 % d'azote). Cette différence permet au colza associé de démarrer plus vite en reprise de végétation. Ce statut azoté est provoqué non pas par un transfert d'azote à l'automne mais par un meilleur état racinaire et un peu de rhizodéposition (très minime).²⁴⁵

Par ailleurs, l'amélioration racinaire obtenue permet d'augmenter l'efficacité des apports d'azote apportés au printemps. Grâce à cela, il est rare d'observer des carences azotées en entrée ou sortie d'hiver, même dans les parcelles à faibles reliquats azotés et le colza démarre généralement plus vigoureusement au printemps.²⁴⁶ Les colzas associés en floraison absorbent plus d'azote qu'un colza seul. Lors d'une étude réalisée en 2014, Terre Inovia s'est aperçu que non seulement les légumineuses avaient relargué de l'azote mais ils ont aussi remarqué une meilleure utilisation de l'azote minéral qui a été apporté. Prenons pour exemple un apport de 180 U sur une parcelle contenant du colza associé et du colza seul, le colza associé va en absorber 165 tandis que le colza seul va en capter 150. On peut donc avoir un bénéfice entre 10 et 20 U N.²⁴⁷

Les essais et les observations en parcelles d'agriculteurs par Terre Inovia montrent que le rendement des colzas associés est équivalent en moyenne à celui des colzas seuls, malgré une réduction de la fertilisation azotée de 30 unités par rapport à la dose bilan. Le Graphique 15 nous montre le rendement du colza associé en ordonnée et le rendement du témoin correspondant en abscisse. La diagonale traversant le graphique est une droite imaginaire qui représente l'ensemble des points ayant le même rendement en associé qu'en témoin. Ce qui est au-dessus de la bissectrice est en faveur du colza associé, ce qui est en dessous est en faveur du colza seul. Ce qui est sur la bissectrice signifie que les rendements sont identiques.²⁴⁸



Graphique 15 : Comparaison des rendements entre colza associé et pur (source : (Sauzet, Agriculture de Conservation, Colza Associé, Couvert Permanent et Semis Direct, 2019))

On remarque que dans 84 % des cas le colza associé est supérieur au colza seul, avec un écart de 3 quintaux, et ce, même lorsque la dose d'azote a été diminuée. Les points verts qui sont au-dessus de la bissectrice indiquent qu'ils sont égaux ou supérieurs au colza seul qui eux ont reçu 20 à 40 unités d'azote en plus. Donc une économie de 15 à 35 €/ha.²⁴⁹

²⁴⁵ *Ibid.*

²⁴⁶ *Ibid.*

²⁴⁷ *Ibid.*

²⁴⁸ *Ibid.*

²⁴⁹ 1 q = 100 kg

Cette compensation est liée en partie aux restitutions d'azote par le couvert associé lors de sa dégradation, à l'amélioration du fonctionnement du colza lorsqu'il est associé, à l'amélioration des pratiques qui bénéficient au colza (dates de semis précoces, réduction des doses d'herbicides antidicotylédones, etc)²⁵⁰ On peut, grâce à toutes ces améliorations, diminuer la dose de 30 unités, sans perturbation de la croissance, ni du nombre de siliques et de grains donc sans impact sur le rendement à condition évidemment que les plantes compagnes se soient suffisamment développées.²⁵¹

6.4.1 Fertilité du sol

L'implantation d'un couvert de légumineuses conduit à améliorer la disponibilité en azote pour le colza (fixation symbiotique, meilleure exploration racinaire du sol et restitution de l'azote contenu dans les résidus des plantes de services suite à leur dégradation au sol). Cependant, seulement une partie de l'azote accumulé par les légumineuses associées bénéficie au colza. Le supplément de biomasse et d'azote obtenu en entrée d'hiver par rapport à un colza seul peut donc contribuer à la fertilité du sol à plus long terme.²⁵² De plus, un colza associé à de la féverole de printemps, ou avec un trèfle blanc maintenu tout le long du cycle du colza et détruit avant le blé suivant met à disposition de l'azote pour la culture suivante. Le colza, mais aussi les céréales suivantes, bénéficient donc d'une réserve azotée plus conséquente.²⁵³

²⁵⁰ Cadoux, S., & Sauzet, G. (2016). *Colza associé à un couvert de légumineuses gélives*. Thiverval-Grignon, France: Terres Inovia

²⁵¹ Sauzet, G. (2016, janvier/février). Colza associé avec des légumineuses, gestion de la fertilisation azotée. *TCS Techniques Culturelles Simplifiées* (n°86), p. 34.

²⁵² Cadoux, S., & Sauzet, G. (2016). *Colza associé à un couvert de légumineuses gélives*. Thiverval-Grignon, France: Terres Inovia.

²⁵³ Hirschy, M., & Blocaille, s. (2019, janvier 30). *Associer le colza à des plantes de service gélives*. Consulté le août 24, 2019, sur [geco.ecophytopic.fr: https://geco.ecophytopic.fr/concept/-/concept/voir/http%25A%25F%25Fwww%25Egeco%252Eecophytopic%252Efr%252Fgeco%252Fconcept%252FImplanter_Un_Couvert_De_Legumineuses_En_Association_Avec_Le_Colza](https://geco.ecophytopic.fr/concept/-/concept/voir/http%25A%25F%25Fwww%25Egeco%252Eecophytopic%252Efr%252Fgeco%252Fconcept%252FImplanter_Un_Couvert_De_Legumineuses_En_Association_Avec_Le_Colza)

6.5 Récolte

L'implantation d'une légumineuse à graines peut aussi permettre de limiter les dommages liés aux ravageurs et pathogènes des protéagineux.²⁵⁴ Les espèces récoltées, comme le pois et la féverole, sont diluées dans la masse avec le colza. Cela permet de diminuer l'attraction de ces cultures vis-à-vis de leur ravageur.

6.6 Effets sur le long terme

La légumineuse peut donc contribuer à enrichir le stock d'azote minéral du sol grâce à la décomposition de ses parties aériennes (après un broyage du couvert, sa régulation ou sa sénescence hivernale).²⁵⁵

6.6.1 Les campagnols

Le couvert associé ne semble pas avoir d'effet sur les dégâts causés par les limaces ou les mulots. Il convient, pour limiter leur impact, de prendre les mesures adaptées durant l'interculture (déchaumages, rappuie du sol) et de favoriser la levée et la croissance précoce de l'association, qui bénéficie des conditions de températures et rayonnements favorables. Ces mesures suffisent généralement à éviter les dégâts.²⁵⁶

6.6.2 Sur les auxiliaires

Les ennemis naturels des ravageurs du colza sont nombreux. Les insectes participant à la régulation des pucerons sont bien connus. D'autres plus discrets participent à la régulation à long terme des autres ravageurs : les prédateurs du sol, comme les carabes et les araignées, ou les parasitoïdes qui, sur le colza, sont principalement de petites guêpes de 2 mm pondant leurs œufs dans les ravageurs. Cette dernière catégorie d'auxiliaires est particulièrement efficace puisque des taux de parasitisme de plus de 90% ont déjà été notés, notamment sur les méligèthes.²⁵⁷

Afin de préserver et de favoriser leur action, il est recommandé de limiter les insecticides, de préserver les habitats semi-naturels ou de mettre en place des zones refuges (bandes fleuries) qui leur fourniront des abris, des ressources alimentaires, voire des hôtes secondaires. Le travail du sol après colza doit être réfléchi en fonction des priorités à gérer car ces insectes, notamment les parasitoïdes restent dans le sol après récolte.²⁵⁸

Certaines espèces de plantes de services peuvent attirer des insectes auxiliaires volants par la mise à disposition de ressources (floraison précoce du sarrasin, sécrétion de nectar extra-floral par la féverole). La couverture du sol accrue permettrait de favoriser les prédateurs au sol en leur fournissant un habitat favorable.²⁵⁹

²⁵⁴ INRA science & impact. (2014). *Associations végétales*. École Supérieure d'Agriculture, Angers. Récupéré sur <https://www6.inra.fr/ciag/content/download/5547/42335/file/RevueIAvolume40.pdf>

²⁵⁵ Labreuche, J., & Carton, N. (2015, avril). Les couverts et cultures: des complémentarités à optimiser. *Perspectives agricoles*(n°421), p. 66.

²⁵⁶ Cadoux, S., & Sauzet, G. (2016). *Colza associé à un couvert de légumineuses gélives*. Thiverval-Grignon, France: Terres Inovia.

²⁵⁷ Robert, C. (2017, février). Colza, diminuer les insecticide c'est possible. *Perspectives agricoles* (n°441), p. 62.

²⁵⁸ *Ibid.*

²⁵⁹ Hirschy, M., & Blocaille, s. (2019, janvier 30). *Associer le colza à des plantes de service gélives*. Consulté le août 24, 2019, sur geco.ecophytopic.fr: https://geco.ecophytopic.fr/concept/-/concept/voir/http%253A%252F%252Fwww%252Egeco%252Eecophytopic%252Efr%252Fgeco%252Fconcept%252Fimplanter_Un_Couvert_De_Legumineuses_En_Association_Avec_Le_Colza

6.7 Froments de colza associé

En France, des essais menés par l'Agrod'Oc concernant le semis de blé dans un couvert de trèfle, ce dernier étant préalablement implanté dans un colza qui précède, montre un gain de productivité de la culture grâce à la légumineuse implantée. Sur un essai mené en 2015, le blé récolté après le colza montre un rendement supérieur de 7,7 q/ha en moyenne soit 80 q/ha avec le couvert de trèfle par rapport au témoin sans couvert.²⁶⁰ Afin d'augmenter l'efficacité de la légumineuse, on plante celle-ci précocement plutôt qu'après la récolte. Dans le blé, le trèfle est détruit au stade 2-3 feuilles ou avant montaison, selon le programme herbicide choisi. L'Agrod'Oc teste également la possibilité de conserver ce trèfle dans le blé.²⁶¹ Une fois détruit, le trèfle va libérer de l'azote en se décomposant progressivement, jusqu'à maturité de la céréale. Cet azote n'a pas besoin de pluie pour être valorisé, contrairement aux engrais minéraux, et pourra être disponible à la culture.²⁶²

Au niveau de la fertilisation, Marie-José Blazian, ingénieur-conseil spécialisée en agriculture de conservation chez Agrod'Oc, préconise de ne pas diminuer les doses d'azote dans les premières années en semis direct. En effet, une modalité dont une réduction de 30 unités de la dose optimale d'azote a montré un gain de productivité moindre, soit 5,5 q/ha contre 7,7 q/ha.²⁶³

Côté temps d'implantation, les résultats chiffrés de l'essai indiquent une augmentation de 40 minutes/ha par rapport à un itinéraire classique en sol nu. Côté gain financier, l'itinéraire avec couvert et réduction d'azote apporte un bénéfice de 118€/ha par rapport au sol nu. Cette augmentation s'élève à 147€/ha sans réduction d'azote.²⁶⁴

6.8 Économique

L'association de plantes compagnes avec le colza implique des charges supplémentaires concernant le semis (semences, passage supplémentaire), désherbage (si couvert non gelé). Concernant les doubles récoltes, un triage des graines sera nécessaire. Mais elle permet aussi de faire des économies en intrants (traitements phytosanitaire, engrais) et donc de mécanisation (carburant, huile, ...).²⁶⁵

²⁶⁰ À taux de protéines identiques

²⁶¹ Milou, C. (2016, mai/juin). Semis sous couvert, Couvrez ce sol que je ne saurais voir ! *Cultivar*(n°67), p. 50.

²⁶² Lambert, A. (2018, juillet/août). Couverture permanent: Le couvert ne solutionne pas le salissement. *Cultivar* (n°709), p. 22.

²⁶³ Milou, C. (2016, mai/juin). Semis sous couvert, Couvrez ce sol que je ne saurais voir ! *Cultivar*(n°67), p. 50.

²⁶⁴ *Ibid.*

²⁶⁵ Hirschy, M., & Blocaille, s. (2019, janvier 30). *Associer le colza à des plantes de service gélives*. Consulté le août 24, 2019, sur geco.ecophytopic.fr: https://geco.ecophytopic.fr/concept/-/concept/voir/http%25A%25F%25Fwww%25Egeco%25Eecophytopic%25Efr%25Fgeco%25Fconcept%25Fimplanter_Un_Couvert_De_Legumineuses_En_Association_Avec_Le_Colza

7 Le pâturage des moutons

À ce jour, il existe très peu de texte concernant le pâturage de mouton dans les parcelles de colza d'hiver. Cependant, il existe quelques témoignages d'agriculteurs qui ont testé ce pâturage à titre d'expérience et donc nous avons des observations visuelles faites par l'agriculteur. À l'heure actuelle, nous n'avons pas encore des données quantifiées quant aux résultats que le pâturage de mouton pourrait apporter à la culture de colza d'hiver.

7.1 Témoignages

À l'heure actuelle, il existe peu d'écrit scientifique sur cette association culture-élevage. Bien que l'idée semble farfelue, des personnes expérimentent cette technique dans leur colza. En France, on retrouve quelques témoignages de personnes qui ont tenté cette expérience.

Parmi ces agriculteurs et éleveurs on retrouve Bertrand Paumier à Maure-de-Bretagne (35) située dans le département d'Ille-et-Vilaine en région Bretagne, qui a décidé de faire pâturer une partie de son colza associé par ses vaches début novembre en raison d'un développement végétatif élevé. On peut constater à droite du texte, sur les photos prises en début janvier 2016 (Figure 47), les animaux ont pâturé une partie du couvert mais aussi une partie des feuilles de colza sans les détruire. Bien que le colza ait été piétiné et mangé, il est très bien reparti et juste avant la récolte, il était très difficile de voir la différence.



Figure 47 : Effet pâturage de vaches dans un colza associé en Maure-de-Bretagne (source : TCS n°86 (Sauzet, Colza associé avec des légumineuses, gestion de la fertilisation azotée, 2016))

Cette approche permet une ouverture plus écologique des couverts végétaux ainsi que la valorisation du colza dans le secteur de l'élevage. Elle offre la possibilité d'accéder à de la pâture de qualité en automne (légumineuse) transformant une partie du couvert en « fertilisant » plus rapidement disponible. De plus, elle permet l'installation avec les plantes compagnes, de légumineuses pérennes (luzerne et/ou trèfle) qui peuvent dès l'automne, produire une coupe de qualité avant d'être rechargées par une céréale ou un méteil.²⁶⁶

En 2013, Éloi Petit pratiquait le mob grazing sur son exploitation dans le département de Doubs (25) en région Bourgogne-Franche-Comté. Les moutons pâturent dans un système de clôtures amovibles sur des petites surfaces et changées régulièrement au sein de couverts végétaux. Pour Éloi Petit, ce pâturage permet de valoriser le couvert, sans impacter la surface (le piétinement ne provoquant pas de compaction profonde), tout en fertilisant le terrain de manière homogène. Un autre atout de cette technique est de déranger les campagnols, « *le piétinement est toujours dérangeant, surtout s'il se produit sur une petite surface avec beaucoup d'animaux à la fois.* » déclare-t-il.²⁶⁷

En 2015, Éloi qui ne cultive plus de colza depuis un moment a décidé d'intégrer des semences dans un couvert habituel de pois fourrager, trèfle d'Alexandrie et de lin. Il le sème le 8 août avec un semoir à dent maison. S'en suit une période humide, propice au développement du couvert. Dès septembre, Éloi introduit sur un carré de la parcelle de 15 ha, quelques agneaux qui ont commencé à pâturer le couvert ainsi que le colza. Après cette première expérience

²⁶⁶ Sauzet, G. (2016, janvier/février). Colza associé avec des légumineuses, gestion de la fertilisation azotée. *TCS Techniques Culturelles Simplifiées*(n°86), p. 34.

²⁶⁷ Waligora, C. (2013, mars/avril/mai). Des brebis et dix ans de SD. *TCS Techniques Culturelles Simplifiées* (n°72), p. 34.

positive, l'agriculteur poursuit avec un lot d'une centaine de brebis suitées²⁶⁸ accompagnées de 80 agnelles. L'éleveur pratique le mob grazing, c'est ainsi que la parcelle est découpée en carré d'un peu plus d'1 ha chacun. Le troupeau change de place environ 2 fois par semaine. Il va laisser la troupe sur place jusqu'au 26 novembre. « 3 jours après, il a fait 6°C, se souvient-il. Dans le dernier carré, il ne semblait rien rester du colza et pourtant, partout dans la parcelle, la culture est repartie jusqu'à ne plus montrer de différence avec le seul carré que j'avais laissé en témoin non pâturé. » Au début, l'éleveur avait craint pour le colza dans les zones de couchage. Finalement, c'était peut-être les zones les plus belles. La fertilité déplacée par les moutons a permis de compenser. Dans la parcelle, il y avait également des ronds de campagnols datant du précédent pailleux qui inquiétait également l'agriculteur. Au final, le pâturage a impacté négativement sur la présence des rongeurs ; surtout lorsque le pâturage se fait de manière concentrée. En sortie d'hiver, le colza étant homogène et bien réparti, Éloi Petit a décidé de le garder ce qu'il n'avait pas envisagé au tout début. Il a appliqué un Kerbe® et un Lontrel ® (pour quelques légumineuses restantes), 150 unités d'azote au total et c'est tout. Malheureusement, ce couvert devenu culture ne donnera pas le rendement qu'on aurait pu attendre dû à une grosse attaque de méligèthes.

Un témoignage apparu dans le TCS n°93 en 2017 explique l'expérience d'un agriculteur qui a pâturé son couvert associé avec des ovins. En été 2016, suite aux inondations et les faibles rendements, l'agriculteur avait choisi d'implanter un couvert associé dans une parcelle assez humide afin de repartir avec un maïs au printemps. La végétation s'étant bien développée à l'automne, les moutons ont pu profiter d'un fourrage encore bien vert et riche tandis que la sécheresse estivale et automnale contraignait les autres éleveurs à affourager dès le mois d'août. Avec la sortie des moutons de la parcelle en novembre, il remarque que le colza repart assez bien et profite même que la végétation a été rabattue par le pâturage et en partie transformée en engrais. Opportuniste, il applique un Kerb® dans l'hiver pour éliminer les graminées (ray-grass) très présentes tout en gardant l'option maïs. Au printemps et avec le démarrage de la végétation, légèrement plus tardif que les colzas classiques, il décide de maintenir ce colza. Même moins productif, comme il n'a coûté que le prix d'un couvert avec du pâturage très stratégique en prime, un rendement réduit d'un tiers reste une option très acceptable surtout face au choix de repartir sur un maïs. De plus, le passage d'animaux à cette période permet de réduire l'incidence limace et perturbe beaucoup les rongeurs.

Cependant, à la veille de la récolte, la parcelle n'est pas très homogène et s'est un peu resalée et quelques radis présents dans le couvert vont légèrement polluer la récolte. Malgré le pâturage tournant, les zones où beaucoup de pied ont disparu sont les zones où il y a eu du surpâturage. Le colza n'est pas la première plante consommée dans le couvert, si le troupeau reste trop longtemps au même endroit, ils finissent par attaquer le cœur après avoir consommé quelques feuilles. Si l'on souhaite garder le colza, il faut déplacer le troupeau plus rapidement et qualifier le couvert.²⁶⁹

²⁶⁸ Ayant agnelé depuis au moins 15 jours

²⁶⁹ Thomas, F. (2017, juin/juillet/août). Colza associé, un couvert à pâturer. *TCS Techniques Culturelles Simplifiées*(n°93), p. 35.

7.2 Intérêt du pâturage

Lorsque les autres parcelles peuvent être vides, le mélange crucifères et légumineuses est un fourrage de toute première qualité. Ce qui est étonnant avec le colza²⁷⁰, c'est qu'il supporte très bien le pâturage et le piétinement des animaux à condition qu'il soit organisé. De plus, la reprise en végétation montre que l'animal, en digérant une partie du couvert et du colza, permet de recycler plus vite la fertilité, dynamisant les repousses. Finalement, ce nouveau mode de gestion pourrait perturber les limaces, campagnols et les insectes d'automne.²⁷¹

Au point de vue de l'éleveur, il serait envisageable de semer un colza associé plus tôt avec un mélange de légumineuse pérenne. Ensuite, il serait possible de le pâturer dès l'automne pour récupérer entre 1 à 2 T de MS²⁷² de qualité et rabattre le couvert avant de poursuivre la culture. Après la récolte, le mélange de légumineuses pérennes prendra le relais pour encore fournir une bonne coupe à l'automne (2 à 3 T de MS/ha) avant de ressemer un méteil en direct sur ce couvert permanent bien installé.²⁷³

Intégrant élevage et agronomie avec beaucoup d'économie à la clé mais aussi d'énormes gains de productivité sans temps d'arrêts, cette technique atypique risque d'amener un nouveau souffle à la culture associée en zone d'élevage.

	Avantage	Inconvénient
Éleveur	Fourrage de qualité lorsque les autres parcelles sont vides	Gestion du troupeau (clôture, eau)
Agriculteur	Recycle plus vite la fertilité Perturbation des bioagresseurs Évite l'application d'un régulateur de croissance	Risque d'avoir des pertes au zone de couchage Pertes de pieds si surpâturage (mauvaise gestion du pâturage)

²⁷⁰ Graines et non fourrager

²⁷¹ Thomas, F., & Waligora, C. (2016, juin/juillet/août). Colza, opportunités et économies. *TCS Techniques Culturales Simplifiées*(n°88), p. 34.

²⁷² MS = matière sèche

²⁷³ *Ibid.*

8 Synthèse

Tableau 19 : Résumé des atouts et des inconvénients du colza associé

	Aspect	Atouts	Inconvénients
Biologique	Flore	Concurrence vis-à-vis des adventices (levée tardivement) Production supplémentaire de biomasse + biomasse de 1,5 kg/m ² plus facilement atteinte grâce à l'association Taux de plantes saines plus important	Pas d'impact sur les levées simultanées au colza Technique déconseillée dans les parcelles à risque élevé en adventices dicotylédones précoces (type géranium)
	Faune	Perturbation des ravageurs d'automne (grosses altises et charançon du bourgeon terminal) Impact sur ravageur de plantes à graines Développement d'auxiliaire et de pollinisateur	Pas d'impact sur petites altises Impact faible vis-à-vis des limaces (colza fort appétent) Favorise les populations de campagnols
	Maladie	Réduction des attaques des ravageurs (dilution des espèces récoltées dans le cas de double récolte)	Aucun effet mis en évidence
Chimique	Eau	Moindre disponibilité pour les adventices en début de cycle Réduction de l'évapotranspiration du sol Amélioration de l'infiltration de l'eau Les racines profondes apportent de l'eau où le potentiel hydrique est plus faible	Compétition vis-à-vis du colza dans les premiers centimètres
	Lumière	Moindre disponibilité pour les adventices en début de cycle	
	Nutriments	Moindre disponibilité pour les adventices en début de cycle Mise en place de nodosité : plus le milieu sera pauvre en nitrate, plus il y aura de fixation symbiotique Concentration en azote plus élevée du colza Apport d'azote par minéralisation des légumineuses Réserve azotée pour la culture suivante Meilleure utilisation de l'apport d'azote minéral	Compétition des légumineuses pour l'azote en début de cycle Peu de transfert au cours de l'automne Azote relargué : en quantité variable et non disponible directement au colza Fertilisation adaptée (diminution des doses d'azote)
Physique	Enracinement	Composition de la rhizosphère différente qui apporte de la facilitation. Densité racinaire plus importante (20 premiers centimètres) : réduit les pertes de nutriment par lessivage Complémentarité des racines (enracinement plus profond du colza) Diminution des risques d'hydromorphie et d'asphyxie du sol	
	Structure & porosité du sol	Amélioration de la porosité et de la structure Augmentation de l'aération du sol : vitesse de minéralisation accentuée	
Économique	Intrants	Diminution de l'apport azoté (30 unités N/ha) Réduction des produits phytosanitaires (herbicides, insecticides) en automne Diminution de la fréquence des traitements Gain de rendement (colza et froment après colza) Sécurisation des revenus (double récolte)	Passage supplémentaire au moment du semis Coût supplémentaire de semences Si le couvert n'a pas été détruit et peut devenir gênant : destruction chimique ou régulation du couvert

Dans le cadre de ce travail de fin d'études, nous allons analyser l'effet du couvert sur les attaques d'altises (morsures des cotylédons, comptage de larves), le développement de la biomasse (en entrée et sortie d'hiver) et l'impact du pâturage sur celle-ci, la quantité de nitrates présents dans le sol en sortie d'hiver (en culture de colza et froment après colza associé) et sur la récolte (double récolte, rendement des essais colza et froment après colza associé).

II Partie pratique

1 Culture du colza 2018-2019

Ce chapitre décrira la saison 2018-2019 de la culture du colza d'un point de vue climatique et les conséquences pour la culture au niveau des maladies, des ravageurs et de son développement végétal.

Toutes les informations communiquées dans ce chapitre proviennent des observations de Christine Cartrysse (APPO) et Michel De Proft (expert scientifique du CRA-W) durant la campagne du colza 2018-2019. Nos observations dans les parcelles d'essais de colza associé seront mises en parallèle avec les informations communiquées par l'APPO et le CRA-W.

1.1 Été 2018

D'après les données d'observations de l'APPO et du CRA-W, les dates de semis du colza d'hiver se sont étalées sur une période de 3 semaines suite à la sécheresse estivale et dans l'attente de pluies facilitant le travail du sol et la germination du colza et des repousses de céréales. Le 11 septembre 2018, les stades du colza variaient selon les dates de semis et de levée. Les plus avancés étaient au stade 3 feuilles ; les moins développés étaient en cours de levée.²⁷⁴

Christine Cartrysse (APPO) et Michel De Proft (expert scientifique du CRA-W) recommandaient de bien surveiller les cultures de colza quel que soit le stade car les bonnes températures sont favorables aux insectes. En effet, la météo de septembre fut très douce et ensoleillée, et les premières altises ont été piégées dans les bassins jaunes mi-enterrés. Depuis 5 ans, il n'existe malencontreusement plus aucune protection insecticide des semences de colza, déclare l'APPO et le CRA-W. L'intervention d'un insecticide se déroulera lorsque plus de 3 plantes sur 10 présenteront des morsures.



Figure 48 : Dégâts sur colza provoqués par les morsures d'altises (source : DESSART François, le 12 septembre 2018 dans l'essai de Corbais)

Lorsque les températures baisseront, les pontes à la base des plantes seront à craindre. Malgré la sécheresse, quelques morsures de limaces sont également observées localement. Les colzas les moins développés sont les plus vulnérables.²⁷⁵

Le 18 septembre 2018, les températures restaient élevées avec une forte luminosité. Cependant, l'absence de pluies laissait les sols très secs. Dans les champs, les stades divergent fortement : certains, faute d'eau, n'avaient pas encore levé, tandis que d'autres avaient déjà 5 feuilles vu qu'ils ont pu bénéficier de quelques pluies. La sécheresse a également causé des disparités au sein même des parcelles.²⁷⁶

Ce temps très sec a profité aux altises, dont les vols étaient abondants en septembre 2018 et qui menaçaient les champs semés récemment. Selon les sites, on pouvait observer des taux de morsures allant de 0 à quasi 100%. Dans les champs traités une première fois aux alentours du 10-11 septembre, les nouvelles feuilles ne comportaient pas, ou bien très peu de morsures, déclarent Christine Cartrysse et Michel De Proft. Malgré la protection des cultures grâce aux traitements insecticides, il faut rester vigilant dû aux conditions de chaleur et surtout de forte

²⁷⁴ Cartrysse, C., & De Proft, M. (2018, septembre 12). Les premières altises sont là, déjà! *Le sillon belge*.

²⁷⁵ *Ibid.*

²⁷⁶ Cartrysse, C., & De Proft, M. (2018, septembre 19). Culture de colza d'hiver: du soleil mais également des altises! *Le sillon belge*.

luminosité qui sont défavorables à la persistance d'efficacité des insecticides. Un nouveau traitement sera nécessaire en cas de reprises d'attaques et de fortes captures dans les bassins jaunes. Le CRA-W et l'APPO conseillent de ne pas traiter avec un insecticide durant les heures chaudes et lumineuses. Ils recommandent de les appliquer tard, quand l'humidité de l'air s'accroît, ou bien tôt le matin dans la rosée afin d'accroître l'efficacité du traitement. Le colza en cours de levée est le plus exposé aux dégâts d'altises. Les colzas qui ont passé le stade 4 feuilles n'ont plus rien à craindre, mais ils ne sont pas à l'abri des attaques de larves qui arriveront ultérieurement.²⁷⁷

1.2 Automne 2018

En ce début d'automne 2018, d'importantes pluies sont survenues ce qui a permis aux températures de se rafraîchir aussi bien en journée que la nuit. Les champs présentant des colzas bien avancés couvraient déjà le sol, tandis que les colzas levés tardivement à cause de la sécheresse présentaient un retard de développement.²⁷⁸

Jusqu'à l'arrivée des pluies, les grosses altises étaient très présentes et beaucoup ont été piégées dans les bassins. Le 25 septembre, les morsures d'altises étaient toujours bien visibles. Les parcelles avec des colzas présentant plus de 4 feuilles et ayant reçu un traitement insecticide n'avaient plus de morsures sur les jeunes feuilles. À ce moment-là²⁷⁹, les captures d'altises étaient nettement plus faibles. Avec le retour de l'humidité du sol, l'APPO et le CRA-W préconisaient de surveiller les plus petits colzas des dégâts de limaces, surtout en bord de champs.²⁸⁰

Le 2 octobre 2018, les stades étaient très contrastés entre les colzas ayant eu un bon départ (de 6 à 8 feuilles) et les colzas ayant eu une levée difficile (stade coltylédons à quelques feuilles). Les bassins continuaient de piéger des altises même dans les parcelles où il y avaient eu un traitement insecticide aux environs de mi-septembre. Dans certains champs, les captures cumulées en une semaine pouvaient atteindre 40 à 424 individus. Lorsque les températures se rapprochaient de 20°C, les altises étaient bien visibles sur les plantes et il fallait rester vigilant concernant les petits colzas qui étaient fort vulnérables vis-à-vis des morsures d'altises.²⁸¹

Les températures supérieures aux normales saisonnières (10 à 12°C au-dessus des normales de saison) et l'ensoleillement important sont des facteurs favorables à l'activité des grosses altises encore bien présentes en date du 9 octobre 2018. Le nombre de captures des altises était très variable d'un champ à l'autre mais restait néanmoins élevé dans plusieurs cas. À la fin de la première semaine d'octobre, les premières captures de charançon du bourgeon terminal ont eu lieu. Les pluies récentes de début octobre ont fait profiter les cultures de colza aux stades très divers. Cependant, l'attention vis-à-vis des morsures d'altises devaient être maintenue sur les jeunes plantules de colza.²⁸²

Le 16 octobre 2018, on avait relevé une importante activité des insectes dans le colza. En effet, les captures de grosses altises continuaient ; quelques rares charançons du bourgeon terminal avaient été piégés ; et les premiers pucerons ont été observés dans les bassins et à la face inférieure des feuilles de colza. Les 2 variétés de colza tolérantes au virus de la jaunisse

²⁷⁷ *Ibid.*

²⁷⁸ APPO, CRA-W. (2018, septembre 25). *Le colza : de la pluie et de la fraîcheur automnale*. (C. Cartrysse, & M. De Proft, Éds.) Consulté le mars 4, 2019, sur www.gembloux.ulg.ac.be

²⁷⁹ 25 septembre 2018

²⁸⁰ *Ibid.*

²⁸¹ APPO, CRA-W. (2018, octobre 2). *Le colza : les grosses altises toujours présentes !* (C. Cartrysse, & M. De Proft, Éds.) Consulté le mars 4, 2019, sur www.gembloux.ulg.ac.be

²⁸² APPO, CRA-W. (2018, octobre 9). *Le colza : les altises toujours actives et arrivée des premiers charançons du bourgeon terminal !* (C. Cartrysse, & M. De Proft, Éds.) Consulté le mars 4, 2019, sur www.gembloux.ulg.ac.be

du navet (TuYv), transmis par les pucerons, sont ARCHITECT et ANGELICO. Ces variétés ne nécessitent donc pas de traitement contre les pucerons. À cause de la sécheresse qui se prolongeait, les colzas levés tardivement (stades cotylédons à 2-3 feuilles) étaient bien en retard par rapport aux colzas qui avaient pu bénéficier d'eau après le semis. Les colzas les plus avancés continuaient à produire de la biomasse, en accumulant les sommes de températures depuis leur levée.²⁸³

Le 23 octobre 2018, le retour d'un temps plus automnal avaient calmé l'activité des insectes. Les premières larves d'altises ont pu être observées dans les pétioles des feuilles les plus âgées du colza non protégé. Les pucerons apparus en colza étaient déjà parasités en cette période de l'année. Le colza, lui, poursuivait son développement avec des situations contrastées selon les champs.²⁸⁴

Suite à une semaine avec des conditions plus humides (pluies abondantes et de la neige à certains endroits) et plus froides (gel nocturne), les températures redevenaient très douces et nettement supérieures aux normales saisonnières en date du 6 novembre 2018. Les colzas ont pu profiter de l'eau qui était déficitaire dans de nombreux champs. Les stades évoluaient ce qui a permis au colza d'être prêt pour l'hiver.²⁸⁵

Au niveaux des insectes, les larves d'altises étaient bien présentes à l'intérieur des pétioles des feuilles, à la base des plantes qui n'ont reçu aucun traitement insecticide cet automne. Elles résultent de la ponte des altises adultes observées en abondance depuis la levée du colza. Ces larves resteront abritées dans le colza durant l'hiver et quitteront les plantes au printemps. Les pucerons ailés, noirs et verts, étaient également visibles à la face inférieure des feuilles et dans les pièges surélevés. De très rares charançons du bourgeon terminal avaient été piégés alors qu'il y avait encore des captures de grosses altises.²⁸⁶

Le 27 novembre 2018, les observations automnales de la culture de colza d'hiver ont pris fin.

1.3 Hiver 2018-2019

Le 14 février 2019, la reprise des observations a débuté avec la mise en place des bassins de piégeage.

Au mois de février, durant de nombreuses journées, le printemps arrivait avant l'heure avec des températures très douces, un ensoleillement extraordinaire et un temps sec, ont réveillé les insectes de printemps en colza d'hiver.²⁸⁷

De fait, en date du 26 février 2019, les premiers charançons de la tige et méligèthes ont déjà été piégés dans les bassins jaunes installés dans plusieurs champs du réseau d'observation en colza. La détermination des charançons indiquait qu'il s'agissait essentiellement de charançons de la tige du chou. Les premiers charançons de la tige ont été piégés à Anthée, Arbre, Ath, Bois-de-Villers, Denée, Emynes, Foy, Gembloux, Isnes, Jamiolle, Morialmé, Sauvenière, Sombreffe, Stave, Stavesoul et Tilly. Le nombre de captures de charançons variait entre 6 et 315 individus par bassin. Les premiers méligèthes ont été piégés en plus faible nombre (de 2 à 103 individus) dans les mêmes champs sauf à Isnes et Stavesoul où ils étaient absents. La cuvette jaune remontée sur un support est un moyen efficace pour attirer

²⁸³ APPO, CRA-W. (2018, octobre 16). Le colza : un peu de tout en insectes et en stades de développement ! (C. Cartrysse, & M. De Proft, Éd.) Consulté le mars 4, 2019, sur www.gembloux.ulg.ac.be

²⁸⁴ APPO, CRA-W. (2018, octobre 23). Le colza et les conditions automnales ! (C. Cartrysse, & M. De Proft, Éd.) Consulté le mars 4, 2019, sur www.gembloux.ulg.ac.be

²⁸⁵ Cartrysse, C., & De Proft, M. (2018, novembre 9). Le colza d'hiver au début novembre: les insectes sont toujours présents! *Le sillon belge*.

²⁸⁶ *Ibid.*

²⁸⁷ Cartrysse, C., & De Proft, M. (2019, mars 1). Culture de colza d'hiver : douceur record en cette fin février et arrivée précoce des premiers insectes. *Le Sillon belge*, 17.

les charançons de la tige ; leur observation dans la végétation est difficile car ils passent souvent inaperçus. Les pièges enterrés à l'automne pour capturer les altises deviennent inefficaces au printemps.²⁸⁸

Le charançon de la tige du colza est plus gros que le charançon de la tige du chou ; il présente des pattes noires tandis que celui du chou a les pattes rousses. Les pontes débutent de 1 à 3 semaines après la reprise d'activité des femelles et les vols d'invasion des cultures. Elles sont influencées par les températures et par une culture en début de montaison, lorsque les femelles disposent de tiges en début d'élongation.²⁸⁹

Christine Cartrysse et Michel De Proft recommandaient de surveiller le colza qui était au stade de reprise de végétation (26 février 2019) pour les charançons de la tige. Concernant les méligèthes, celles-ci arrivaient très tôt et restaient donc inoffensifs en l'absence de boutons floraux visibles dans le colza.²⁹⁰

En début mars, nous avons connu une météo très chahutée avec des pluies abondantes, du vent très fort et des températures nettement plus fraîches par rapport au printemps arrivé très précocement en février. Depuis le début du mois de mars, de rares charançons de la tige et de méligèthes (voire aucuns) ont été piégés dans ces conditions peu favorables aux vols d'insectes. Entretemps, la culture de colza continuait son développement : on observait l'allongement des tiges avec les boutons floraux déjà visibles dans les champs les plus avancés. Les hauteurs de végétation variaient fortement d'un champ à l'autre. Néanmoins, le retour annoncé des conditions plus calmes et plus ensoleillées la journée, doit maintenir la vigilance vis-à-vis des ravageurs car le colza en montaison est sensible aux piqûres de charançons de la tige du colza et les méligèthes sont attirés par les boutons floraux pour chercher le pollen qui leur sert de nourriture.²⁹¹

1.4 Printemps 2019

Les journées printanières que nous avons connues mi-mars avec un bon ensoleillement, des températures plus douces que la normale et l'absence de vent, sont favorables au vol d'insectes. La semaine du 22 mars 2019, il était facile d'observer les méligèthes dans les pièges, au sommet des plantes de colza dans les boutons floraux ainsi que sur les fleurs d'une variété plus précoce déjà en fleurs (ES Alicia). Des charançons de la tige étaient encore observés mais en nombre très réduit. Si le colza présente des boutons accolés et que son état de végétation est bon, le seuil d'intervention contre les méligèthes est de 3 à 4 méligèthes par plante, soit 120 à 160 méligèthes comptés sur 40 plantes. Si le colza est faiblement développé, le seuil est d'1 méligèthe par plante, soit 40 méligèthes pour 40 plantes. Le colza se développe rapidement et il faut bien évaluer le danger représenté par les méligèthes en fonction de la taille des boutons floraux. Plus ils sont petits, plus ils sont sensibles aux attaques de méligèthes, car ils pourraient avorter (se dessécher sans donner de silique).²⁹²

Fin mars, le colza poursuivait son développement mais le retour des températures plus fraîches (aussi bien en journée que la nuit) va ralentir quelque peu sa floraison. Après l'observation des vols de méligèthes lors des journées printanières, de nombreux méligèthes (parfois plusieurs centaines) ont été piégés en peu de temps dans les bassins. Au 26 mars, on pouvait observer la présence de ces insectes dans les boutons floraux. Leur nombre variait

²⁸⁸ *Ibid.*

²⁸⁹ *Ibid.*

²⁹⁰ *Ibid.*

²⁹¹ APPO, CRA-W. (2019, mars 19). *Le colza : Faible présence d'insectes après la tempête*. (C. Cartrysse, & M. De Proft, Éds.) Consulté le avril 25, 2019, sur www.gembloux.ulg.ac.be: http://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotechnie-temperee/appo/Menu/avertissements/index.htm

²⁹² APPO, CRA-W. (2019, mars 22). *Le colza : Vol de méligèthes*. (C. Cartrysse, & M. De Proft, Éds.) Consulté le avril 25, 2019, sur www.gembloux.ulg.ac.be

fortement d'un champ à l'autre, de 1 à 8 méligèthes en moyenne par plante, dans le cadre du réseau d'observations de l'APPO. Certaines parcelles ont dépassé le seuil de traitement ; le colza était toujours au stade sensible vis-à-vis des morsures de méligèthes à la recherche de pollen dans les boutons floraux. Avant tout traitement insecticide, il est recommandé de vérifier le nombre d'insectes présents dans chacune des parcelles de colza, car la situation peut varier. Lorsqu'un champ a été traité, il convient de vérifier l'efficacité du traitement réalisé. Il faut également rappeler que les néonicotinoïdes (thiacloprid, acetamiprid) sont interdits d'utilisation en Région wallonne depuis le 1^{er} juin 2018, même si ces produits restent agréés en Belgique et sont toujours visibles sur Phytoweb. Les charançons de la tige du colza étaient absents ; seuls, les charançons de la tige du chou étaient encore piégés dans les bassins.²⁹³

En date du 1^{er} avril, nous avons assisté à une présence importante de méligèthes (plus de 8 adultes par plante) dans la culture de colza d'hiver qui était à un stade toujours sensible aux dégâts de ces insectes. La floraison du colza n'avait pas encore commencé ; les boutons floraux présentaient des tailles variables mais les méligèthes se trouvent également dans les inflorescences secondaires avec des boutons plus petits donc plus vulnérables. Etant donné l'annonce de journées plus froides, le colza ne va pas se développer rapidement. L'APPO conseillait de vérifier la présence de méligèthes vivants dans toutes les inflorescences, même si un traitement insecticide avait déjà été réalisé. Les méligèthes ont développé des résistances aux pyrèthrinoïdes (cyhalothrine, cyperméthrine, deltaméthrine,...). Les néonicotinoïdes sont interdits en Région wallonne. Les produits utilisables contre méligèthes ayant encore une efficacité sont le tau-fluvalinate (MAVRIK, EVURE), l'esfenvalérate (SUMI ALPHA), l'indoxacarbe (STEWART), le phosmet (BORAVI) et la pymetrozine (PLENUM dont c'est la dernière année d'utilisation). Chacun de ces produits ne peut être utilisé qu'une seule fois dans la culture de colza ; si un traitement insecticide a déjà été réalisé avec un produit, il faut utiliser un autre produit pour varier le mode d'action et pour respecter la réglementation.²⁹⁴

Le 9 avril, les parcelles les plus avancées présentaient les premières fleurs. Les pluies ont été bénéfiques à la culture. Côté insectes, le gel et la pluie n'ont pas gêné les méligèthes toujours présents dans la culture de colza. Leur nombre restait variable d'un champ à l'autre (de 1 à 16 adultes par plante). Quelques charançons de la tige étaient encore observés. Lorsque la culture n'est pas encore en fleurs, les méligèthes représentent toujours un danger, s'ils sont nombreux. Les insecticides actuellement autorisés présentent une efficacité incomplète par rapport aux produits antérieurs, mais sont plus doux pour l'entomofaune utile. Les dégâts de morsures des méligèthes apparaissent au niveau des boutons floraux desséchés. Dans quelques parcelles de colza, on pouvait également voir des tiges courbées et des tiges creuses qui se fendent : ce sont les dégâts provoqués par les pontes du charançon de la tige du colza.²⁹⁵

Après une période de gel nocturne accompagnée de vent du nord-est ralentissant le développement de la floraison du colza, la prochaine remontée de températures va accélérer cette floraison. En date du 16 avril, toutes les parcelles de colza n'étaient pas encore entrées en floraison. Les différences variétales étaient bien marquées. Au cours de la semaine froide écoulée, il y a eu peu d'activités d'insectes. A partir de la floraison, les méligèthes ne représentent plus de danger pour la culture de colza car ils vont s'alimenter en pollen sur les fleurs ouvertes. Dans plusieurs champs, des tiges courbées en « S » font apparaître les dégâts liés aux piqûres de ponte des charançons de la tige du colza apparus précédemment dans la

²⁹³ APPO, CRA-W. (2019, mars 26). *Le colza : Présence de méligèthes dans les inflorescences*. Consulté le avril 25, 2019, sur www.gembloux.ulg.ac.be

²⁹⁴ APPO, CRA-W. (2019, avril 1). *Le colza : Toujours sous la menace des méligèthes*. (C. Cartrysse, & M. De Proft, Éd.s.) Consulté le avril 25, 2019, sur <http://www.gembloux.ulg.ac.be>

²⁹⁵ APPO, CRA-W. (2019, avril 9). *Le colza : Vers le début de la floraison !* Consulté le avril 25, 2019, sur www.gembloux.ulg.ac.be

culture. Des tiges éclatées sont visibles, voir Figure 49 ci-dessous. Il ne faut pas confondre ces courbures avec l'effet du gel nocturne courbant la partie supérieure des tiges qui se redressent par la suite. Pour les parcelles les plus avancées en floraison, la protection fongicide préventive contre le sclérotinia sera appliquée avant la chute des premiers pétales. A partir de la floraison, la surveillance des insectes concerne les charançons des siliques. Les abeilles profitent de la floraison du colza sous le soleil. Pour protéger les abeilles, il est recommandé de réaliser les traitements fongicides en dehors des heures de butinage.²⁹⁶



Figure 49 : Dégâts de larves de charançons de la tige de colza (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 30 avril et le 4 juin 2019 dans le champs d'essai à Fromiée)

Les températures estivales du week-end Pascal ont été favorables à la floraison du colza et à l'activité des abeilles. Les charançons des siliques, petits et de couleur gris-ardoise, étaient également arrivés ; ils sont visibles sur les hampes principales du colza. Le stade sensible des siliques se situe entre 2 et 4 cm ; l'insecte y perfore des trous qui seront des portes d'entrée

²⁹⁶ APPO, CRA-W. (2019, avril 16). *Le colza commence à fleurir !* (C. Cartrysse, & M. De Proft, Éd.s.) Consulté le avril 25, 2019, sur www.gembloux.ulg.ac.be

pour les cécidomyies des siliques qui viendront plus tard et pourront y déposer des œufs qui, en se développant en larves, vont faire éclater prématurément les siliques. En date du 23 avril, les méligèthes étaient toujours très présents dans la culture. Certains champs présentaient des dégâts très importants d'avortement de boutons floraux qui n'évolueront ni en fleurs ni en siliques ; la coloration jaune tarde à venir dans ces parcelles. Il faut donc vérifier la formation des siliques avant un traitement fongicide. En ce qui concerne la lutte contre les charançons des siliques, le traitement insecticide ne doit s'envisager que si les insectes sont abondants (seuil : 1 charançon pour 2 plantes). En effet, ce traitement touche également les méligèthes (les adultes, mais aussi les larves dans les fleurs), et participe donc au développement de la résistance de cet insecte. Le traitement insecticide peut souvent être limité aux bordures de parcelles, où l'insecte se concentre. Il doit impérativement être appliqué en dehors des heures de butinage des abeilles très actives à cette période de l'année.²⁹⁷

Le 30 avril 2019, alors que le colza était en pleine floraison et présentait une belle coloration jaune, certains champs présentaient des difficultés à fleurir. De nombreux boutons floraux n'évoluent ni en fleurs ni en siliques. Là où les boutons ont avorté, il restait des pédoncules seuls sur les hampes principales et secondaires. La forte pression des méligèthes lors de ce printemps en est, en partie, responsable. L'alimentation des plantes qui ne fleurissent pas normalement, a été perturbée. On observe des tiges courbées et creuses. A l'intérieur de ces tiges, des larves de charançons de la tige sont en train de s'attaquer à la moelle. Le manque de précipitations et la sécheresse accentuent le stress hydrique de ces plantes. Les dégâts causés par ces insectes ravageurs sont un gros problème pour lequel il n'y a actuellement plus de solution insecticide à appliquer. Les champs qui n'ont pas reçu d'insecticide au printemps sont les plus touchés ; d'autres champs traités souffrent également. La pression des insectes ravageurs est très importante en colza cette année, comme en 2018. Toute implantation difficile du colza qui aurait déjà souffert de la sécheresse à l'automne, s'est marquée par une mauvaise alimentation des plantes dont les besoins sont très élevés à cette période de floraison.²⁹⁸

Le colza a connu une mauvaise floraison du colza en raison de nombreux avortements et de présence de larves de charançon dans la tige du colza.²⁹⁹

1.5 Été 2019

La moisson des colza était très étalée (mi-juillet à début août voire fin août pour certains). Les sécheresses consécutives de 2018 et 2019 dont 2 canicules en fin de cycle ont montré des difficultés à la culture de colza pour arriver à maturité. Les grains étaient donc très secs (5-9 % d'humidité).

Les températures élevées ont montré une difficulté pour remplir les graines. La teneur en huile des graines est faible. Ce qui a occasionnée des poids de 1000 grains variables avec des rendements très variables allant de 0 (pour les cultures détruites car beaucoup d'avortement) à 5 T/ha. La moyenne des rendements a été estimée à 3-3,5 T/ha. Cette variation des rendements a été grandement impactée par les insectes ravageurs.

²⁹⁷ APPO, CRA-W. (2019, avril 23). *Le colza : Arrivée des charançons des siliques!* (C. Cartrysse, & M. De Proft, Éd.s.) Consulté le avril 25, 2019, sur www.gembloux.ulg.ac.be

²⁹⁸ APPO, C.-W. (2019, avril 30). *Le colza : Pourquoi ne fleurit-il pas bien partout ?*. (C. Cartrysse, & M. De Proft, Éd.s.) Consulté le mai 14, 2019, sur <http://www.gembloux.ulg.ac.be>

²⁹⁹ Cartrysse, C. (2019, août 13). COLZA 2020 : c'est déjà demain ! Nalines.

2 Parcelles d'essai

2.1 Description

2.1.1 Situation

Pour la réalisation de ce mémoire, 9 parcelles d'essais ont été implantées, elles sont réparties dans différentes régions agricoles. La carte ci-dessous (Figure 50) nous indique l'emplacement des essais à l'échelle nationale.



Figure 50 : Répartition des essais de colza associée 2018-2019 (source : Google Maps)

Le choix des agriculteurs et des parcelles ne se fait pas au hasard. En effet, il faut que l'agriculteur soit intéressé par la technique et ensuite qu'il occupe une parcelle homogène destinée à une culture de colza étant caractérisée par une pente inexistante ou très faible.

Le choix des modalités s'est effectué suivant les préférences des agriculteurs et leurs motivations. Différents objectifs étaient poursuivis, c'est pourquoi, différents mélanges ont été choisis comme le montre le Tableau 20.

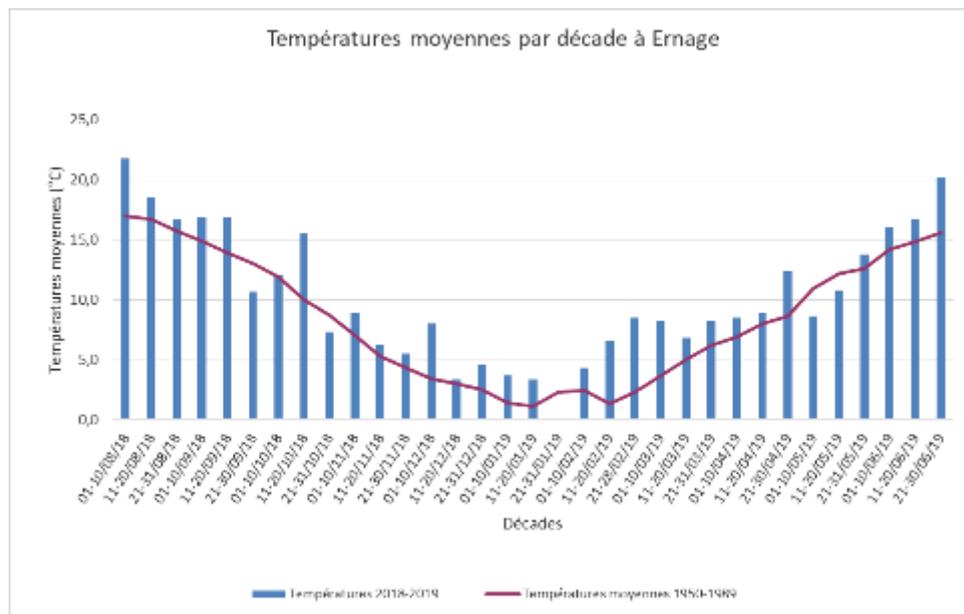
Tableau 20 : Espèces associées et objectifs de chaque essai

Région agricole	Localité Type de sol :	Espèces associées	Objectif de l'essai												
Condroz	Antheit Sols limoneux, profond	1) Colza associé à : - Sarrasin - Nyger - Lin - Trèfle d'Alexandrie - Lentille fourragère - Féverole de printemps - Gesse <table border="1" data-bbox="486 448 801 577"> <tr><td></td><td>Trèfle blanc nain</td></tr> <tr><td>+</td><td>Lotier corniculé</td></tr> <tr><td></td><td>Trèfle blanc nain + lotier corniculé</td></tr> </table> 2) Colza associé à : - Pois fourrager d'hiver - Féverole d'hiver - Caussade Symbio <table border="1" data-bbox="486 698 801 828"> <tr><td></td><td>Trèfle blanc nain</td></tr> <tr><td>+</td><td>Lotier corniculé</td></tr> <tr><td></td><td>Trèfle blanc nain + lotier corniculé</td></tr> </table>		Trèfle blanc nain	+	Lotier corniculé		Trèfle blanc nain + lotier corniculé		Trèfle blanc nain	+	Lotier corniculé		Trèfle blanc nain + lotier corniculé	Tester la faisabilité de la technique en agriculture biologique Tester différents couverts
		Trèfle blanc nain													
	+	Lotier corniculé													
	Trèfle blanc nain + lotier corniculé														
	Trèfle blanc nain														
+	Lotier corniculé														
	Trèfle blanc nain + lotier corniculé														
	Bois-de-Villers Sols limono-caillouteux, profond	1) Colza associé à : - Symbio Caussade : - Gesse - Lentille - Trèfle d'Alexandrie - Féverole de printemps 2) Trèfle blanc 3) Lotier corniculé 4) Luzerne	Tester différents couverts permanents												
	Gerpennes Complexe de sols limoneux et limono-caillouteux, profond	1) Couvert 100% gélif : - Trèfle d'Alexandrie - Lentille alimentaire - Féverole de printemps - Pois de printemps 2) Couvert avec Féverole Non Gélive : - Trèfle d'Alexandrie - Lentille alimentaire - Féverole d'hiver 3) Témoin Agri : - Trèfle d'Alexandrie - Lentille alimentaire - Féverole de printemps	Couvert 100% gélif : Couvert avec beaucoup de légumineuse Suivi de données par Greenotec Couvert avec féverole non gélive : Double moisson de colza et féverole d'hiver												
Famenne	Ocquier Sols limono-caillouteux, profond	1) Symbio : - Gesse - Lentille - Trèfle d'Alexandrie 2) Symbio + Fev : - Gesse - Lentille - Trèfle d'Alexandrie - Féverole 3) Microstar : engrais 4) Pinkstart : engrais	Comparer effet du couvert par rapport à des engrais												
Région limoneuse	Verlaine	Trèfle d'Alexandrie Lentille Trèfle blanc	Tester la technique du colza associé en Hesbaye Couverture permanente												
Région sablo	Corbais	N1 Témoin colza pur + Butisan 2,5 l/ha	Double moisson de colza et féverole												

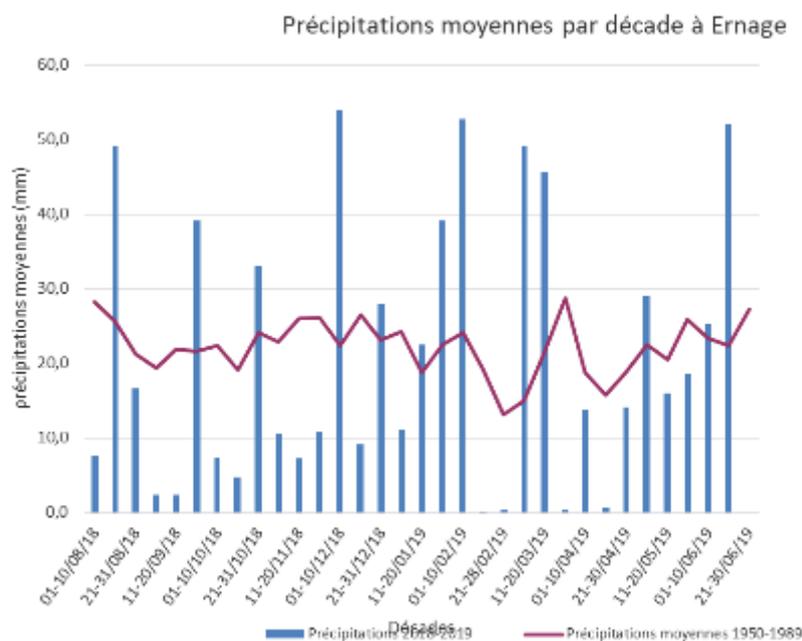
Sols limoneux, profond	N3'	Trèfle d'Alexandrie Lentille fourragère Féverole de printemps Trèfle blanc nain (sans Butisan)	d'hiver Effet de différents couverts	
	N7	Pois fourrager d'hiver Féverole d'hiver précoce Trèfle d'Alexandrie Lentille fourragère Trèfle blanc nain (sans Butisan)		
	T1	Pâturage colza 22-25 octobre	Effet du pâturage de mouton sur le colza associé	
	T2	Pâturage colza 25-28 octobre		
	T3	Pâturage colza 28-30 octobre	Différentes dates de pâturage	
	T4	Pâturage colza 30 octobre 2 novembre		
	Racc	Non pâturé avec régulateur		
	NP	Non pâturé		
	Corbais	N1	Témoin colza pur	Couverts avec différentes espèces pour voir l'effet du couvert
	Sols limoneux, profond	N2	Témoin + 30 N	
N3		Trèfle d'Alexandrie Lentille fourragère Féverole de printemps Trèfle blanc nain	L'influence de la date de semis	
N4		Trèfle d'Alexandrie Lentille fourragère		
N5		Sarrasin Nyger Lin Trèfle d'Alexandrie Lentille fourragère Féverole de printemps Gesse		
N6		Colza associé à : Caussade Symbio GLA Couv - Gesse - Lentille - Trèfle d'Alexandrie		
Grez-Doiceau /	1) Témoin : - Colza - Trèfle blanc nain 2) Colza + pois d'hiver - 40U : - Zone ayant reçu 40 Unités d'Azote en moins - Colza + Trèfle blanc nain - Pois protéagineux d'hiver 3) Colza + pois d'hiver : - Colza + Trèfle blanc nain - Pois protéagineux d'hiver	Double récolte de colza et de pois protéagineux		

2.1.2 Climat

La campagne 2018-2019 a connu un climat inhabituel. En effet, comme nous le montre les Graphique 16 et Graphique 17 ci-dessous, nous avons eu une année sèche avec des températures plus élevées que la moyenne ainsi que des périodes avec très peu de précipitations.



Graphique 16 : Températures moyennes par décade à Ernage année 2018-2019 (source : (Cartrysse, COLZA 2020 : c'est déjà demain !, 2019))



Graphique 17 : Précipitations moyennes par décade à Ernage année 2018-2019 (source : (Cartrysse, COLZA 2020 : c'est déjà demain !, 2019))

Cette année était donc favorable aux insectes et la culture de colza en a beaucoup souffert. L'infestation de limaces était présente mais dans une moindre mesure.

3 Mesures effectuées

Dans le cadre de ce travail, différentes mesures ont été réalisées afin d'évaluer la technique du

Méthodes et mesures

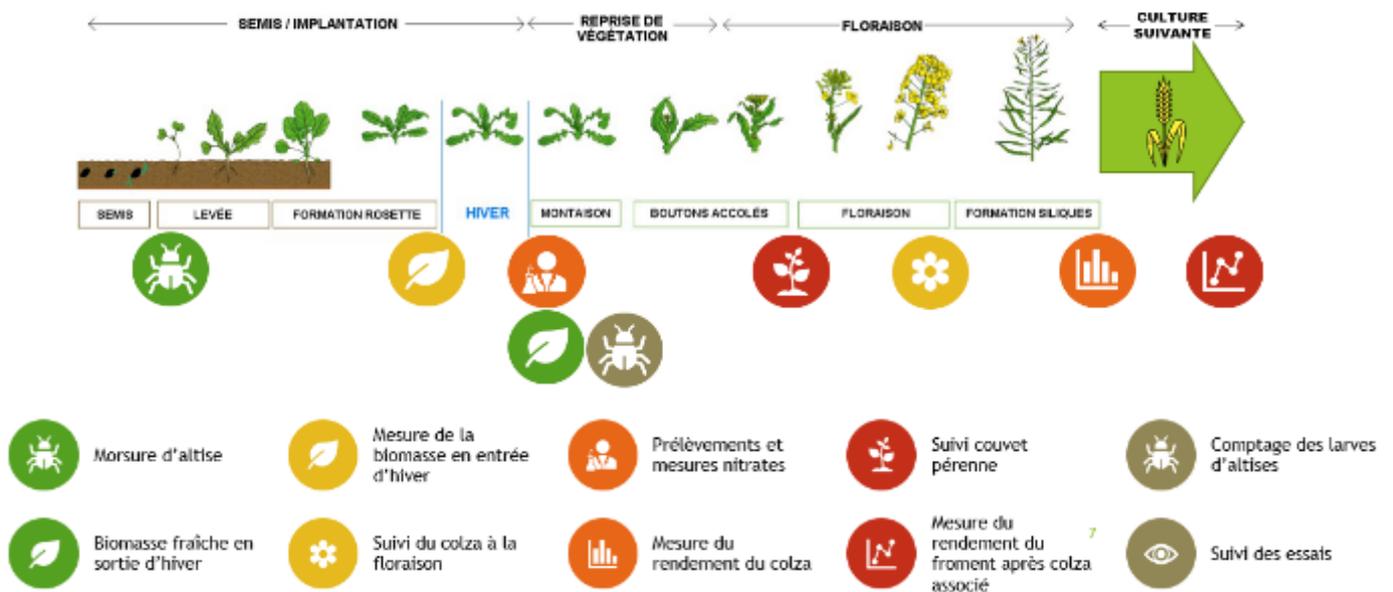


Figure 51 : Mesures effectuées dans les essais au cours de la campagne 2018-2019

colza associé vis-à-vis des différentes difficultés rencontrées en culture de colza.

Les objectifs de ces essais étaient tout d'abord d'évaluer les performances agronomiques, économique et environnementale des cultures associées en agriculture biologique et conventionnelle et de vérifier leur faisabilité technique dans des conditions réelles sur des parcelles de taille suffisante³⁰⁰ pour l'utilisation du matériel agricole.

Au cours de la campagne 2018-2019, nous avons réalisé un certain nombre de mesures comme la teneur en azote minéral dans les sols (0-90 cm), la biomasse, l'observation des facteurs biotiques (maladies, ravageurs, adventices) et les composantes du rendement, un échantillon de chaque modalité a été prélevé lors de la récolte afin de connaître la teneur en eau et le poids spécifique d'un échantillon de chaque modalité.

3.1 Mise en place de des essais

Comme énoncé dans la partie théorique (cf. I5.2 Implantation p.83), il est conseillé d'avancer la date de semis du colza associé à des plantes compagnes par rapport à un colza seul.

Premièrement, pour bénéficier au maximum de l'effet de ces légumineuses et deuxièmement, afin que ces plantes gélives soient suffisamment développées pour pouvoir être détruites par le gel.

³⁰⁰ Essai en bande avec des largeur variant de 9 à 27 m et des longueurs de 200 m minimum

3.1.1 Colza associé

Les essais ont été semé entre le 23 août et le 3 septembre 2018 dans des parcelles d'agriculteur. Tous ces essais sont des essais en bande. C'est-à-dire que des bandes sont créées sur la longueur du champ et chacune d'elle correspond à une modalité. Afin d'obtenir des résultats comparables, il est essentiel que la terre soit homogène, sans pente élevée et que les essais ne soient pas situés sur les passages du pulvérisateur.

L'essai de Corbais, situé dans la région sablo-limoneuse comprend un essai en bande ainsi qu'un essai plus complet. Il s'agit ici d'un essai comprenant un carré latin de quatre répétitions. Le carré latin correspond à un plan d'expérience symbolisé par un carré de n lignes et de n colonnes, formé de n éléments différentes de façon à ce chaque ligne et chaque colonne ne contient qu'un seul exemplaire. Les micro-parcelles ont une dimension de 6 m x

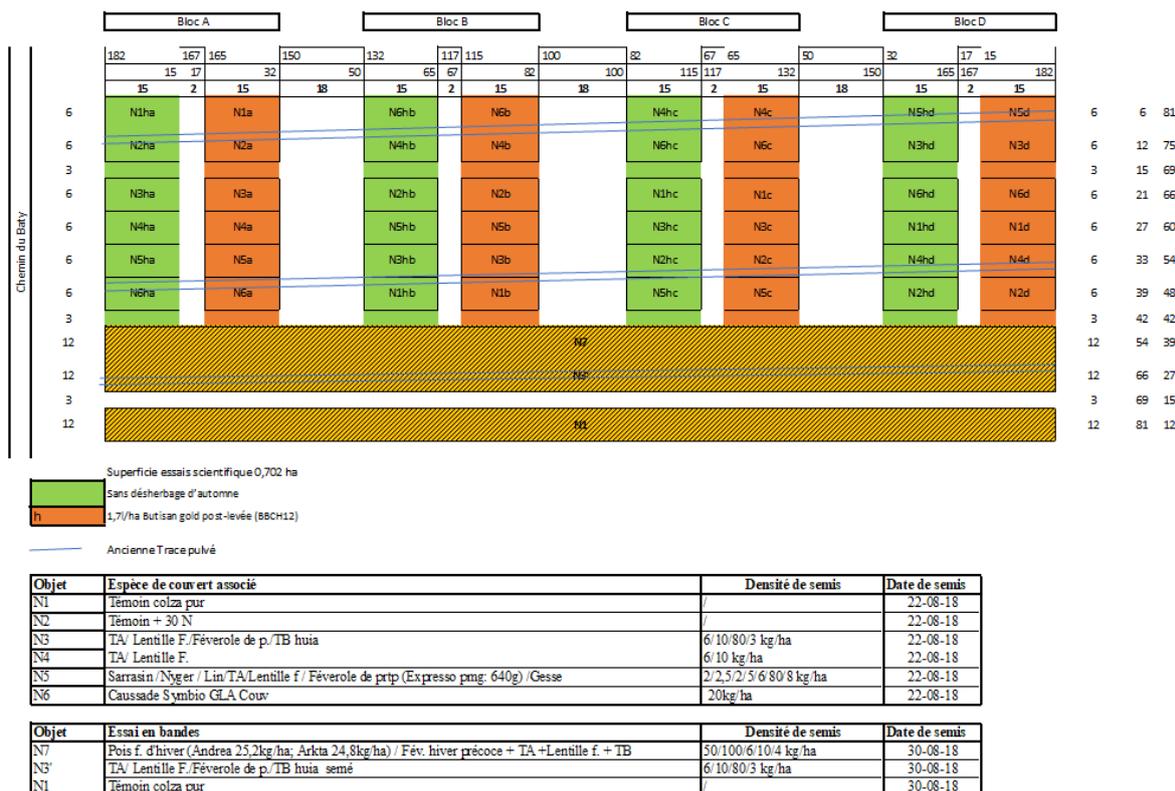


Figure 52 : plan des essais à Corbais

15 m.

L'essai comprend, en largeur, quatre associations différentes et deux témoins colza purs dont un avec une augmentation d'azote de 30uN. En longueur, deux modalités de désherbage ont été réalisées.³⁰¹

3.1.1 Froment après colza associé

Après avoir récolté le colza en 2018, l'agriculteur poursuit sa culture en implantant un froment à la date qu'il souhaite. Toute la parcelle est cultivée de la même manière, il n'y a plus d'intervention venant de l'équipe Greenotec tout le long de la campagne.

C'est à la récolte du froment que l'équipe Greenotec intervient pour connaître le rendement du froment.

³⁰¹ Voir VII Annexe 7 : plan Corbais p.198

3.1.1 Mise en place du pâturage

En octobre 2018, Greenotec a tenté le pâturage de mouton au sein des parcelles d'essai. Ce projet s'est fait en collaboration avec le CRA-W et le collège des producteurs et a pour but d'observer l'influence du pâturage sur le couvert et le colza.

À l'initiative du projet, l'essai a été mis en place afin de voir l'impact du pâturage sur le colza associé. On a également comparé l'effet pâturage par rapport à une application de régulateur.

Cette technique permettra de ralentir la croissance du colza et ainsi d'éviter l'application d'un régulateur de croissance et de diminuer les engrais et les pesticides. Ce pâturage permet à l'éleveur d'obtenir un fourrage de qualité à moindre coût.

Les essais scientifiques de Corbais se sont réalisés sur des parcelles en bande et ensuite le pâturage s'est fait sur la largeur en pâturant les trois modalités à la fois. Ainsi, les modalités se sont distinguées en carré de 19 m x 19 m pour l'essai pâturage.

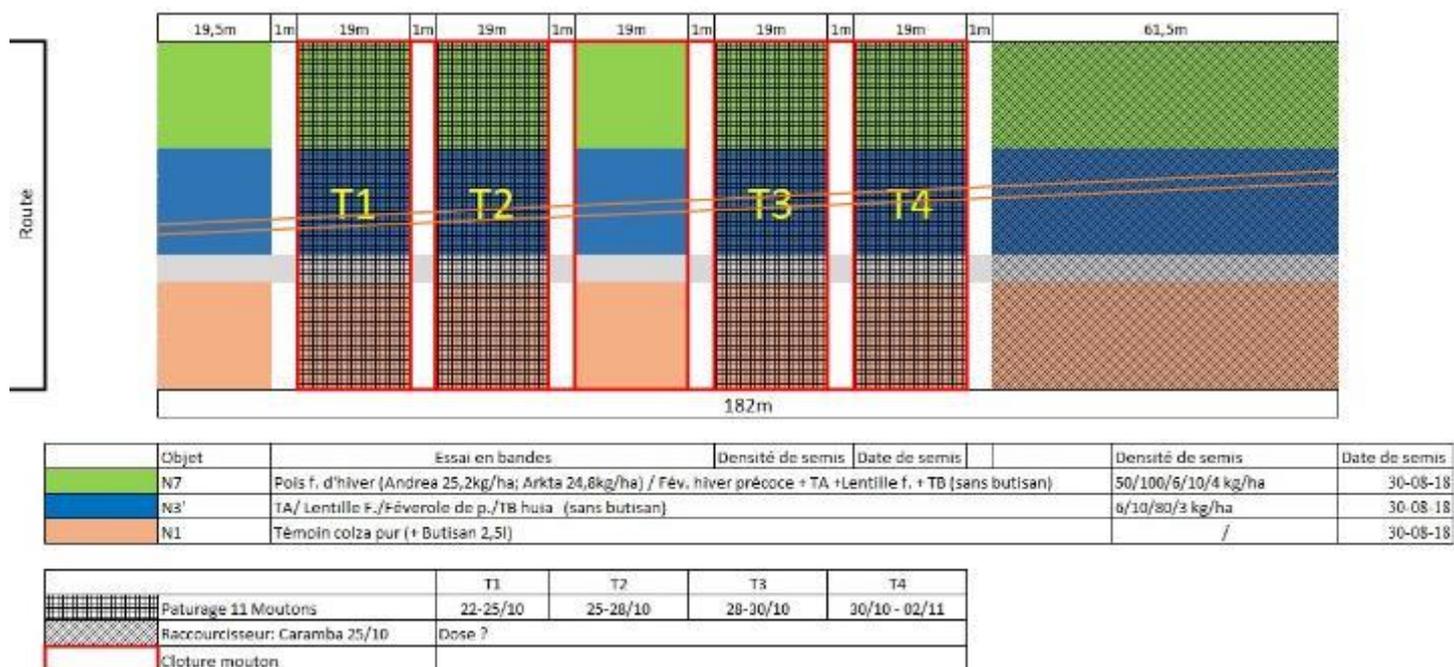


Figure 53 : Plan de l'essai pâturage et couvert à Corbais

Le pâturage sur la parcelle de colza par les moutons s'est fait en 4 périodes successives en fin octobre-début novembre. Comme nous pouvons le voir sur la Figure 53, la durée de pâturage était de 3 jours à l'exception de la période T3 qui a duré 2 jours.

Les moutons étaient placés dans des parcelles délimitées par des filets électriques. Pour que ce système fonctionne, il faut avoir la plus grande charge à l'hectare instantanée possible. Les moutons étaient au nombre de 11 soit une charge à l'hectare de 101 moutons/ha durant 2 à 3 jours. Ceci permet de ne pas laisser le mouton s'habituer sur la parcelle et de créer des zones de surpâturage avec des zones broutées différemment et la répartition de la matière organique n'est pas homogène. Dans le cas ici, l'éleveur de mouton est également le cultivateur de colza. De l'eau a été mise à disposition des ovins bien que les colzas contiennent 85 à 95 %

d'eau. Cependant, pour faire le changement de ration, il ne faut pas passer brusquement à une ration trop riche. Il faut donc que le mouton entre dans la parcelle avec le ventre rempli (nourriture à volonté avant d'entrer dans le couvert).

Le fait de pâturer le couvert permet de le transformer en matière organique qui sera directement disponible à la plante au printemps. De plus, il apporte aux moutons un fourrage de qualité lorsque les autres parcelles sont vides. Le colza est suffisamment riche et permet de subvenir aux besoins des animaux (lactation, engraissement, entretien). La valeur nutritive est améliorée avec un couvert associé. La valeur alimentaire en énergie et protéine est équivalente à une jeune herbe au printemps.



Figure 54 : Pâturage de moutons (gauche) et colza associé non pâturé (droite)

Sur la gauche le couvert qui a été pâturé et à droite le même couvert non pâturé.

L'impact du mouton par rapport au bovin est moindre. En effet, en période automnale, le mouton va moins impacter la structure du sol grâce à sa portance. De plus, sa laine lui permet de s'affranchir des aléas climatiques.

Avec la sortie des moutons de la parcelle en novembre, le colza profite que la végétation a été rabattue par le pâturage et en partie transformée en engrais.

Néanmoins, cette technique demande une gestion du troupeau avec la mise en place de clôtures et un pâturage tournant avec une surface restreinte pour qu'il n'y ait pas de gaspillage et que les moutons assimilent le couvert uniformément sur une même surface.

3.2 Suivi des essais

Les visites des essais se sont réalisées tout au long de la saison afin d'évaluer visuellement le bon développement des couverts et du colza mais aussi pour voir si tout se déroulait dans de bonnes conditions du point de vue des adventices et des ravageurs.

3.2.1 Été 2018

Tableau 21 : Suivi des essais de colza associé été 2018

Région agricole	Localisation	Modalité	Interventions							
Condroz	Antheit	1) Colza pur semé à 8 ou 12 kg/ha 2) Colza (4kg/ha) associé à : - 2 kg/ha sarrasin - 2,5 kg/ha nyger - 2 kg/ha lin - 5 kg/ha trèfle d'Alexandrie (TABOR) - 6 kg/ha lentille fourragère - 60 kg/ha féverole de printemps - 8 kg/ha gesse <table border="1" data-bbox="549 1048 1010 1200"> <tr><td>+</td><td>4 kg/ha de trèfle blanc nain</td></tr> <tr><td></td><td>8 kg/ha de lotier corniculé</td></tr> <tr><td></td><td>2 kg/ha de trèfle blanc nain + 4 kg/ha de lotier corniculé</td></tr> </table>	+	4 kg/ha de trèfle blanc nain		8 kg/ha de lotier corniculé		2 kg/ha de trèfle blanc nain + 4 kg/ha de lotier corniculé	/	/
	+	4 kg/ha de trèfle blanc nain								
	8 kg/ha de lotier corniculé									
	2 kg/ha de trèfle blanc nain + 4 kg/ha de lotier corniculé									
	Semis colza : 31/08/2018 Semis plantes compagnes : 31/08/2018	3) Colza (4kg) associé à : - 30 kg/ha pois fourrager d'hiver (Andrea/Arkta) - 100 kg/ha de féverole d'hiver Nebraska - 15 kg/ha Caussade Symbio ³⁰² <table border="1" data-bbox="549 1420 1010 1572"> <tr><td>+</td><td>4 kg/ha de trèfle blanc nain</td></tr> <tr><td></td><td>8 kg/ha de lotier corniculé</td></tr> <tr><td></td><td>2 kg/ha de trèfle blanc nain + 4 kg/ha de lotier corniculé</td></tr> </table>	+	4 kg/ha de trèfle blanc nain		8 kg/ha de lotier corniculé		2 kg/ha de trèfle blanc nain + 4 kg/ha de lotier corniculé		
+	4 kg/ha de trèfle blanc nain									
	8 kg/ha de lotier corniculé									
	2 kg/ha de trèfle blanc nain + 4 kg/ha de lotier corniculé									
	Bois-de-Villers	5) Colza pur = témoin 6) Colza associé à : - 20 kg/ha Symbio Caussade ³⁰³ - 80 kg/ha féverole de printemps (Espresso) 7) Colza associé à : - 3 kg/ha trèfle blanc 8) Colza associé à : - 8 kg/ha lotier corniculé 9) Colza associé à :	3/09/2018	Semis essais						
	Semis colza : 3/09/2018 Semis plantes compagnes : 3/09/2018									

³⁰² Gesse FERTIGESS (60%) ; Lentille FENTILLE (30%) ; Trèfle d'Alexandrie TIGRI (10%)

³⁰³ Gesse FERTIGESS (60%) ; Lentille FENTILLE (30%) ; Trèfle d'Alexandrie TIGRI (10%)

	Gerpennes	- 16 kg/ha luzerne		
	Semis colza : 23/08/2019 Semis plantes compagnes : 23/08/2019	4) Témoin : 2 kg/ha colza 5) Couvert 100% gélif : - 4 kg/ha trèfle d'Alexandrie (Akenaton) - 8 kg/ha lentille alimentaire (Anicia) - 60 kg/ha féverole de printemps (Fuego) - 50 kg/ha pois de printemps 6) Couvert avec Féverole Non Gélif : - 4 kg/ha trèfle d'Alexandrie (Akenaton) - 8 kg/ha lentille alimentaire (Anicia) - 100 kg/ha féverole d'hiver (Nebraska) 7) Témoin Agri : - 4 kg/ha trèfle d'Alexandrie (Akenaton) - 8 kg/ha lentille alimentaire (Anicia) - 45 kg/ha féverole de printemps (Fuego)	23/08/2018 13/09/2018	Déchaumage à dents Väderstad Cultus Semis féverole Nebraska Semis du colza, lentilles trèfles Comptage morsure d'a
Famenne	Ocquier	5) Témoin : 2,7 kg/ha colza ³⁰⁴ 6) Symbio : - 2,7 kg/ha colza - 12 kg/ha gesse - 6 kg/ha lentille - 2 kg/ha trèfle d'Alexandrie 7) Symbio + Fev : - 2,7 kg/ha colza - 12 kg/ha gesse - 6 kg/ha lentille - 2 kg/ha trèfle d'Alexandrie - 80 kg/ha féverole 8) Microstar : - 2,7 kg/ha colza - 20 kg/ha engrais • N : 10% • P ₂ O ₅ : 40% • SO ₃ : 11% • ZN : 2% 9) Pinkstart : - 2,7 kg/ha colza - 25 kg/ha engrais • P ₂ O ₅ : 28% • P ₂ O ₅ : 8% • K ₂ O : 5% • (NPK: 0-28-5)	Avant le semis 1/09/2018	Travail du Déchaumage Carat déchaumage Lemken 12cm) Déchaumage à dents Amazonne Semis Amazonne 3m 1

³⁰⁴ Alicia (6,25%) ; Architect (46,87%) ; DK Exttime (46,87%)

Région limonaise	Verlaine	1) Témoin dés herbé : - 2,3 kg/ha colza ³⁰⁵	23/08/2018	Déchaumage Kverneland		
	Semis colza : 27/08/2018 Semis plantes compagnes : 27/08/2018	2) Associé dés herbé : - 6 kg/ha trèfle d'Alexandrie - 10 kg/ha lentille - 4 kg/ha trèfle blanc	27/08/2018 3/09/2018	Travail du sol : labour Semis en 2 passages Suivi essai : levée		
Région sablo-limonaise	Corbais	N1	Témoin colza pur + Butisan 2,5 l/ha	20/08/2018	Travail du sol avec H Terrano	
		N3'	Colza associé à : 6 kg/ha trèfle d'Alexandrie 10 kg/ha lentille fourragère 80 kg/ha féverole de printemps 3 kg/ha trèfle blanc nain Huia (sans Butisan)	30/08/2018 6/09/2018 12/09/2018	Semis essai avec H Express Suivi essai : levée Comptage morsure d'a	
			N7	Colza associé à : 50 kg/ha pois fourrager d'hiver (Andrea 25,2 kg/ha ; Arkta 24,8 kg/ha) 100 kg/ha féverole d'hiver précoce 6 kg/ha trèfle d'Alexandrie 10 kg/ha lentille fourragère 4 kg/ha trèfle blanc nain (Huia) (sans Butisan)		
	Corbais	Semis colza : 22/08/2018 Semis plantes compagnes : 22/08/2018	N1	Témoin colza pur	20/08/2018	Travail du sol avec H
			N2	Témoin + 30 N	22/08/2018	Terrano
			N3	Colza associé à : 6 kg/ha trèfle d'Alexandrie 10 kg/ha lentille fourragère 80 kg/ha féverole de printemps 3 kg/ha trèfle blanc nain (Huia)	6/09/2018 12/09/2018	Semis essai avec H Express Suivi essai : levée Comptage morsure d'a
				N4	Colza associé à : 6 kg/ha trèfle d'Alexandrie 10 kg/ha lentille fourragère	
			N5	Colza associé à : 2 kg/ha sarrasin 2,5 kg/ha nyger 2 kg/ha lin 5 kg/ha trèfle d'Alexandrie 6 kg/ha lentille fourragère 80 kg/ha féverole de printemps (Expresso ³⁰⁶) 8 kg/ha Gesse		
				N6	Colza associé à : 20 kg/ha Caussade Symbio GLA Couv ³⁰⁷	

³⁰⁵ Expansion (27,70%) ; Architect (27,70%) ; Exception (27,70%) ; Annapolis (11%) ; Exalte (5,50%)

³⁰⁶ PMG= 640 g

³⁰⁷ 60 % gesse FERTIGESS ; 30 % lentille FENTILLE ; 10 % trèfle d'Alexandrie TIGRI

	Grez-Doiceau	4) Témoin : - 2,1 kg/ha mélange colza (LG Architect, DK Extime, DK Expansion et 5% de Es Alicia) - 3 kg/ha de trèfle blanc nain	24/08/2018	1 passage de Horsch 5cm 1 passage de Horsch Terrano dent étroite (à 15cm). Semis au Horsch Expri colza et du trèfle blanc
	Semis colza : 23/08/2018 Semis plantes compagnes : • Trèfle blanc : 23/08/2018 • Pois protéagineux : 25/10/2018	5) Colza + pois d'hiver - 40U : - Zone ayant reçu 40 Unités d'Azote en moins - 2,1 kg/ha mélange colza - 3 kg/ha de trèfle blanc nain - 48 kg/ha pois protéagineux (Flokton) 6) Colza + pois d'hiver : - 2,1 kg/ha mélange colza - 3 kg/ha trèfle blanc nain - 48 kg/ha pois protéagineux (Flokton)		

Comme on peut le voir dans le Tableau 21 ci-dessus, l'essai d'Antheit (Condroz) a été détruit dû au faible taux de levée. Cette mauvaise levée du colza a été provoquée par le manque d'eau et l'importante concurrence des mauvaises herbes vis-à-vis du colza. Nous n'avons donc pas continué le suivi de cet essai.

3.2.2 Automne 2018

Tableau 22 : Suivi des essais de colza associé en automne 2018

Région agricole	Localisation	Modalité	Interventions		Remarques
Condroz	Bois-de-Villers		14/11/2018	Prélèvement biomasse d'hiver	
	Gerpinnes		26/09/2018 3/10/2018 6/11/2018 14/11/2018 20/12/2018	Suivi du colza associé Suivi du colza associé Suivi du colza associé Prélèvement biomasse d'hiver Suivi du colza associé	Semis de féverole avant le semis du colza, lentilles et trèfle
Famenn e	Ocquier		3/10/2018 14/11/2018	Suivi du colza associé Prélèvement biomasse d'hiver	
Région limoneuse	Verlaine		27/09/2018 3/10/2018 14/11/2018	Suivi du colza associé Suivi du colza associé Prélèvement biomasse d'hiver	
Région sablo-limoneuse	Corbais		22/10/2018	Suivi du colza associé	
			24/10/2018	Suivi du colza associé	
	25/10/2018	Régulateur : Caramba			
22-	Pâturage de mouton dans la modalité T1				
25-	Pâturage de mouton dans la modalité T2				
28/10/2018	Pâturage de mouton dans la modalité T2				
28-	Pâturage de mouton dans la modalité T3				
30/10/2018	Pâturage de mouton dans la modalité T3				
30/10-	Pâturage de mouton dans la modalité T4				
02/11/2018	Pâturage de mouton dans la modalité T4				
7/11/2018	Suivi du colza associé				
15/11/2018	Prélèvement biomasse d'hiver				
23/11/2018	Prélèvement biomasse d'hiver				
20/12/2018	Suivi du colza associé				
	Suivi du colza associé				
Corbais		22/10/2018	Suivi du colza associé	L'essai a été annulé car la parcelle ne présentait pas la même fertilité	
		24/10/2018	Suivi du colza associé		
		7/11/2018	Suivi du colza associé		
		23/11/2018	Suivi du colza associé		
		20/12/2018	Suivi du colza associé		
Grez-Doiceau			25/10/2018	Semis pois protéagineux	



3.2.3 Hiver 2018-2019

Tableau 23 : Suivi des essais de colza associé hiver 2018-2019

Région agricole	Localisation	Modalité	Interventions		Remarques
Condroz	Bois-de-Villers		27/02/2019	Suivi du colza associé et prélèvement biomasse et comptage larves d'altises dans les parcelles de colza associé	
	Gerpennes		26/02/2019	Prélèvement biomasse et comptage larves d'altises dans les parcelles de colza associé	Semis de féverole avant le semis du colza, lentilles et trèfle
	Saint-Gérard Semis colza : 28/08/2018 Semis plantes compagnes : 2/03/2019	1) Témoin colza pur : - 2,6 kg/ha colza (Dalton) 2) Sous-semis trèfle violet : - 2,6 kg/ha colza (Dalton) - 15 kg/ha trèfle violet (Global) 3) Sous-semis lotier : - 2,6 kg/ha colza (Dalton) - 15 kg/ha lotier corniculé (Léo) 4) Sous-semis trèfle blanc : - 2,6 kg/ha colza (Dalton) - 8 kg/ha trèfle blanc nain (Apolo)	2/03/2019	Semis des plantes compagnes	
Famenn e	Ocquier				

Région limonaise	Verlaine				
Région sablo-limoneuse	Corbais		12/02/2019 15/02/2019 27/02/2019	Prélèvement nitrates et suivi du colza associé Extraction des nitrates Prélèvement biomasse et comptage larves d'altises dans les parcelles de colza associé	
	Grez-Doiceau				

Comme on peut le constater dans le Tableau 23 ci-dessus, un nouvel essai est apparu (Saint-Gérard dans le Condroz). Cet essai a pour but d'implanter un couvert permanent alors que la culture de colza est déjà implantée.

3.2.4 Printemps 2019

Tableau 24 : Suivi des essais de colza associé au printemps 2019

Région agricole	Localisation	Modalité	Interventions	Remarques	
Condroz	Bois-de-Villers		10/05/2019	Suivi du colza associé	On observe beaucoup d'adventices (camomille matricaire, fumeterre officinale, gaillet grateron, géranium, pensée des champs) Le trèfle blanc est bien présent mais pas partout. On remarque également quelques luzernes qui se développent bien. Le colza (fin floraison) a développé toutes ses siliques. On observe des abeilles dans le colza
	Gerpennes		10/05/2019 4/06/2019	Suivi du colza associé Suivi du colza associé	On remarque beaucoup de boutons avortés qui ne donneront pas de siliques. Dans les fleurs, on observe des larves de méligèthes. Quelques tiges de colza sont éclatées et on y retrouve des larves à l'intérieur.
	Saint-Gérard		10/05/2019 15/05/2019	Suivi du colza associé détruit Suivi du colza détruit par broyage	L'essai a été détruit dû à une mauvaise manipulation lors du traitement phytopharmaceutique
Famenn e	Ocquier				
Région limoneuse	Verlaine		26/04/2019	Suivi du colza associé	On constate qu'il y a très peu de trèfle blanc dans le couvert associé. La parcelle présente

					une culture saine et peu infestée. La taille des colzas varie (parcelle vallonnée présentant des irrégularités). Le colza est bien développé et est robuste
Région sablo-limoneuse	Corbais		27/03/2019 29/03/2019 10/04/2019	Suivi du colza associé Suivi du colza associé Suivi du colza associé	Présence de nombreuses tâches brun-chocolat dispersées sur les feuilles de féverole
	Grez-Doiceau		11/04/2019 2/05/2019 10/05/2019	Comptage de pieds de colza et de pois protéagineux Suivi du colza associé Suivi du colza associé	Le colza ayant reçu 40 unités d'azote en moins (140 U N), a commencé à fleurir un peu plus tôt que le colza ayant reçu une dose de 180 U N Présence de larves de cécidomyies dans les siliques

Après avoir été informés par l'agriculteur, nous avons constaté le 10 mai 2019 que la culture de colza était bel et bien détruite. Sur la Figure 55 ci-dessous, on peut voir l'état du colza le 10 mai 2019.



Figure 55 : Essai colza associé détruit par un produit phytopharmaceutique (source : DE SMIDT Marie-Aline, Saint-Gérard le 10 mai 2019)



Figure 56 : Comparaison entre le colza sain et le colza détruit par un produit phytopharmaceutique (source : DE SMIDT Marie-Aline, Saint-Gérard le 10 mai 2019)



Figure 57 : Essai de colza associé qui a été broyé (source : DE SMIDT Marie-Aline, Saint-Gérard le 15 mai 2019)

3.2.5 Été 2019

Tableau 25 : Suivi des essais de colza associé été 2019

Région agricole	Localisation	Modalité	Interventions		Remarques
Condroz	Bois-de-Villers Semis colza : 3/09/2018 Semis plantes compagnes : 3/09/2018 Récolte : 25/07/2019		25/07/2019 2/08/2019	Récolte du colza associé Suivi du couvert permanent	
	Gerpennes Semis colza : 23/08/2019 Semis plantes compagnes : 23/08/2019 Récolte : 11/08/2019			Récolte du colza associé	Semis de féverole avant le semis du colza, lentilles et trèfle
Famenne	Ocquier Semis colza : 1/09/2018 Semis plantes compagnes : 1/09/2018 Récolte : 25/07/2019		25/07/2019	Récolte du colza associé	
Région limonaise	Verlaine Semis colza : 27/08/2018 Semis plantes compagnes : 27/08/2018 Récolte : 31/07/2019		31/07/2019 2/08/2019 11/08/2019	Récolte du colza associé Suivi du couvert permanent Suivi du couvert permanent	La culture s'est déroulée sans aucun insecticide et anti-limace tout le long de la campagne Très peu de trèfles blancs sont observés, le tapis végétal

					ne s'est pas développé
Région sablo-limoneuse	Corbais Semis colza : 30/08/2018 Semis plantes compagnes : 30/08/2018 Récolte : 24/07/2019		18/07/2019 24/07/2019 1/08/2019	Suivi du colza associé Récolte du colza associé Suivi du couvert permanent	La récolte de féverole ne présente pas de perforations sur les graines. On estime que les féveroles n'ont pas été touché par la bruche de la fève.
	Grez-Doiceau Semis colza : 23/08/2018 Semis plantes compagnes : <ul style="list-style-type: none"> • Trèfle blanc : 23/08/2018 • Pois protéagineux : 25/10/2018 Récolte : 25/07/2019		25/07/2019	Récolte du colza associé et du pois	

3.3 Comptage morsures d'altises

Jusqu'au stade deux feuilles, le colza est le plus sensible aux morsures d'altises. À la levée du colza, au stade cotylédonaire, on effectue un comptage des morsures d'attaques provoquées par les altises.

Pour se faire, on place aléatoirement un cadre d'un mètre carré et on compte le nombre de plants qui présentent des morsures sur le total des plantes dans le m². On reproduit cette opération 16 fois pour une même modalité.



Figure 58 : Comptage morsures d'altises sur colza (source : Greenotec, le 12 septembre 2018 à Corbais)



Figure 59 : Comptage morsures d'altises sur colza (source : Greenotec, le 13 septembre 2018 à Fromiée)

3.4 Mesure de la biomasse

Avant et après l'hiver, on effectue un prélèvement de biomasse aérienne. Ce prélèvement de biomasse permet d'avoir une estimation de la quantité d'azote absorbée par le colza. Grâce au poids de matière fraîche aérienne (aussi appelé « poids vert » ou « poids frais »). La quantité d'azote absorbée est ensuite calculée à l'aide d'équations simples.

De plus, si la masse en kilogramme de matière fraîche par mètre carré atteint au minimum 1,5 Kg/m² en automne alors les légumineuses avec le colza auront un réel effet sur les adventices. De manière générale, il s'avère que plus la biomasse est élevée, plus l'effet contre les adventices sera grand, l'objectif étant d'obtenir au minimum 1,5 kg en entrée d'hiver.

3.4.1 En entrée d'hiver

En novembre, l'équipe de Greenotec a procédé à un prélèvement de biomasse avant l'entrée d'hiver.

Avant l'entrée en hiver, au mois de novembre, Greenotec a effectué des mesures de biomasses sèches dans les essais de Bois-de-Villers, Gerpennes, Ocquier, Verlaine et Corbais. Pour cela, on prélève sur 1 mètre carré les parties aériennes du couvert qu'on coupe au collet. Ensuite on fait le tri entre les plantes compagnes et le colza et on les pèse afin de déterminer leur impact sur la biomasse aérienne. On les place alors dans des sachets microperforés pour ensuite les faire sécher dans une étuve à 70°C durant 72h au centre du CIPF. Une fois secs, les échantillons ont de nouveau pu être pesés afin de connaître leur biomasse sèche.

Des répétitions ont été faites dans chaque modalité afin d'avoir un résultat plus représentatif. Les biomasses ont en effet été prises de 4 à 8 fois par modalité dans les essais en bande alors qu'elles ont été prélevées 2 fois par micro-parcelle dans l'essai scientifique. Tous les prélèvements sont toujours réalisés sur le côté droit de l'essai pour ne pas intégrer lors de la récolte le côté où il y a eu les prélèvements. Ce qui a pour but de ne pas avoir d'erreur de rendement provoqué par les prélèvements.

3.4.2 En sortie d'hiver

En février, on a mesuré la biomasse fraîche obtenue en sortie d'hiver. Le protocole est identique à celui de la biomasse d'automne mais ici on ne sèche pas le colza.



Figure 60 : Mesure de la biomasse aérienne fraîche en sortie d'hiver (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 26 février 2019 à Fromiée)

Ces pesées associées à la mesure du reliquat azoté (voir II.3.5 Les mesures nitrates dans les sols pages 142) permettent de prédire le rendement attendu du colza selon la méthode de Terre-Inovia. On peut comparer ce rendement potentiel (sans fertilisation azotée) au rendement réel obtenu (avec fertilisation) et déterminer ainsi un niveau d'efficacité de l'intrant azoté.

3.5 Les mesures nitrates dans les sols

Afin de connaître la quantité d'azote relarguée par les plantes compagnes, des mesures d'azote du sol ont été réalisées dans différentes modalités témoin et associées.

Au champ, on prélève les nitrates en faisant plusieurs trous dans le sol à l'aide d'une sonde de prélèvement de terre. Pour chaque modalité on effectue 10 trous et pour chaque trou, on distingue 3 horizons différents : 0-30 cm, 30-60 cm et 60-90 cm. On a donc 3 sachets différents qui correspondent aux prélèvements sur 3 horizons (0-30 cm ; 30-60 cm ; 60-90 cm) pour chaque modalité avec, dans chaque sachet, 10 endroits différents sur la modalité.

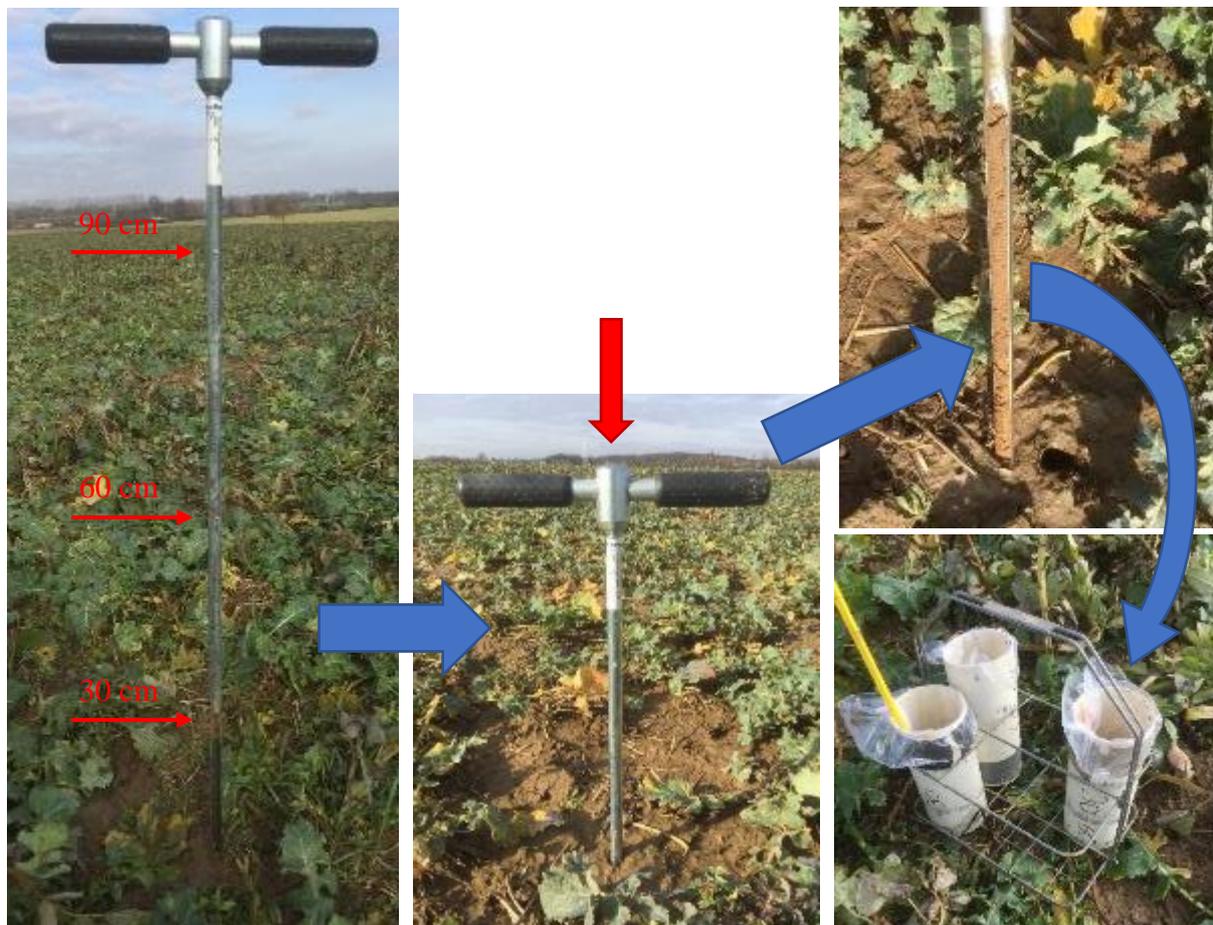


Figure 61 Prélèvement des nitrates dans les sols (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 12 février 2019 à Corbais)

Ces différents prélèvements peuvent être préparés à l'extraction des nitrates dans les locaux de la ferme de Marbaix à Corroy-le-Grand.

Tout d'abord, on va tamiser les échantillons de sols pour fragmenter la terre et enlever les résidus végétaux potentiels. Ensuite, on va peser les échantillons de 2 manières. Une partie sera destinée pour l'extraction des nitrates et une autre pour mesurer le taux de matière sèche.



Figure 62 : Tamisage des échantillons de sol (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 15 février 2019 à Corroy-le-Grand)

3.5.1 Pesée pour la matière sèche



l'échantillon suivant.

Après avoir tamisé l'échantillon de sol, on pèse la barquette en aluminium vide afin de connaître son poids. Ensuite on remplit totalement la barquette avec l'échantillon qui a été préalablement mélangé.

On pèse une seconde fois la barquette remplie et on place l'étiquette correspondante. L'étiquette possède un code qui correspond à l'échantillon prélevé.

On nettoie le matériel (cuillère) avant de passer à

Figure 63 : Échantillon de sol pour la pesée de matière sèche (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 15 février 2019 à Corroy-le-Grand)

3.5.2 Pesées pour l'extraction

Tout d'abord, on prend un pot de 500 ml vide qu'on aura préalablement numéroté. On place le pot sur la balance et on la tare.

On mélange soigneusement l'échantillon de sol avant de prélever 60 g de sol et de les placer dans le pot de 500 ml.

On nettoie le matériel (cuillère) avant de passer à l'échantillon suivant.



Figure 64 : Pesée de l'échantillon de sol pour l'extraction des nitrates (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 15 février 2019 à Corroy-le-Grand)

3.5.3 Extraction des nitrates dans les sols

Finalement on procède à l'extraction. D'abord, on ajoute 150 ml de KCL 0,5 N dans les pots de 500 ml. On secoue les pots quelques secondes. Puis on agite durant 30 minutes à l'aide d'une « baratte ». Et finalement on filtre le tout à l'aide de filtres plissés.

Une fois filtré, ces échantillons (petit pot en bas à droite de la Figure 65) sont envoyés au centre de Michamps afin de procéder à l'analyse des nitrates.



Figure 65 Extraction des nitrates des sols : en haut à gauche : la baratte utilisée pour agiter le mélange pendant 30 minutes ; à droite et en bas : filtration de la solution contenant les nitrates (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 15 février 2019 à Corroy-le-Grand)

3.6 Comptage des larves d'altises

En sortie d'hiver, on procède au comptage des larves d'altises grâce au protocole de Berlèse. Ces larves demeurent dans les pétioles ou dans la tige durant l'hiver.

Pour réaliser le test de Berlèse, on prélève 5 colzas de grande taille. Les prélèvements ont été réalisés dans les essais de Gerpennes, Ocquier, Verlaine et Corbais. Dans les locaux du CRA-W, on a enlevé le limbe des feuilles et puis on les rince à l'eau claire afin de réduire les risques d'erreur lors du comptage des larves. Ensuite on dispose les plantes sur le grillage dans un sceau rempli d'eau savonneuse. (voir Figure 66)



Figure 66 : Mise en place du test de Berlèse (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 26 février 2019 aux locaux du CRA-W à Gembloux)

On laisse les colzas sécher dans les locaux du CRA-W à environ 17°C. Le séchage des plants provoquera la sortie des larves qui tomberont dans le sceau rempli d'eau savonneuse. Après 15 jours minimum, on procède au comptage des larves dans les seaux. (voir Figure 67)



Figure 67 : Colza séché après quelques semaines de séchage, larves récupérées dans le sceau (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 14 mars 2019 aux locaux du CRA-W à Gembloux)

3.7 Mesure du rendement et de la qualité technologique du colza

Les mesures de rendement ont été réalisées du 24 juillet au 11 août. Pour les essais en bande, la récolte s'est effectuée avec les moissonneuses-batteuses utilisées chez les agriculteurs tandis que l'essai de Corbais a été récolté avec la moissonneuse expérimentale de Redebel.



Figure 68 : Moissonneuse expérimentale de Redebel (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 24 août 2019 à Corbais)

Afin de mesurer les rendements moyens des modalités, le début et la fin de chaque bande ont été détournés pour obtenir des mêmes longueurs. La surface récoltée est donc la même dans chaque modalité. La surface doit produire environ 400 kg afin d'avoir un volume identique à la capacité des big-bags. Avant le passage dans l'essai, la trémie de la moissonneuse-batteuse est vidée au maximum de sorte que les résultats soient le plus juste possible. Après, la machine récolte une bande à la fois en étant le plus droit possible et vide le contenu de sa trémie dans un big-bag suspendu aux fourches d'un télescopique.



Figure 69 : moissonneuse qui détoure l'essai de colza (DE SMIDT Marie-Aline, le 24 août 2019 à Corbais)



Figure 70 : Récolte du colza dans le big-bag, photographie du peson (en bas à droite) (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 25 août 2019 à Ocquier)

Le big-bag est par la suite pesé grâce à un peson accroché au big-bag d'une part et d'une fourche de l'autre. Les résultats obtenus sont alors convertis en kg/ha suivant la largeur de la table de coupe de la moissonneuse et la longueur de la modalité.

Des échantillons ont été prélevés dans différentes modalités et ont été placés dans l'humidimètre, appareil qui mesure l'humidité et le poids spécifique.

Les essais à double récolte tels que l'essai de Corbais (féverole-colza) et de Grez-Doiceau (pois protéagineux-colza) ont été triés quelques jours après la récolte à l'aide d'une trieuse.



Figure 71 : Trieuse de graines (à gauche et à droite), graines de féverole triées (au centre) (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 1 août 2019 à Corbais)

3.8 Mesure du rendement du froment après colza associé

Des mesures du rendement du froment après colza ont été réalisées sur quatre parcelles, à Clavier, Terwagne, Gerpennes (Fromiée) et Corbais. Ces quatre parcelles faisaient partie des parcelles d'essai colza associé de l'année 2018. Les essais de Clavier, Terwagne et Gerpennes (Fromiée) étaient réalisés en longues bandes et comprenaient un colza témoin et un associé. Ils ont été récoltés avec une moissonneuse-batteuse. L'essai de Corbais a été récolté avec une moissonneuse expérimentale de Redebel.



Figure 72 : Récolte du froment après colza (à gauche : moissonneuse expérimentale de Redebel le 1 août 2019 ; à droite : moissonneuse-batteuse pour les longues bandes le 2 août 2019) (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 1 août 2019 à Corbais ; le 2 août 2019 à Terwagne)

Afin de mesurer les rendements moyens des modalités, le début et la fin de chaque bande ont été détournés pour obtenir des longueurs identiques, suivant la largeur de la table de la batteuse. Avant le passage dans l'essai, la trémie de la moissonneuse-batteuse est vidée au maximum de sorte que les résultats soient le plus juste possible. Cela étant, la machine récolte une bande à la fois en étant le plus droit possible et vide le contenu de sa trémie dans un big-bag suspendu aux fourches d'un télescopique. Le big-bag est par la suite pesé grâce à un peson accroché au big-bag d'une part et d'une fourche de l'autre. Ainsi, ils pourront convertir les résultats obtenus en kg/ha, suivant la largeur de la table et la longueur de l'essai.



Figure 73 : Pesée du big-bag avec peson sur les fourches d'un télescopique (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 2 août 2019 à Terwagne)

4 Résultats, discussions et interprétations

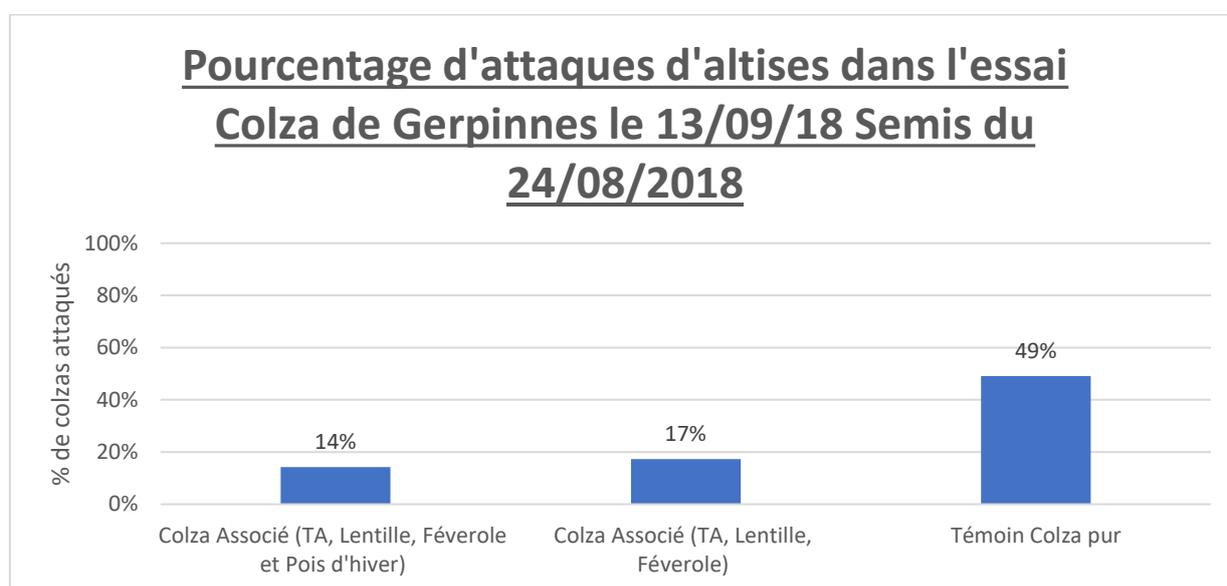
Dans ce chapitre, nous allons analyser les différentes mesures effectuées lors de la campagne 2018-2019.

4.1 Ravageurs

4.1.1 Stade cotylédon du colza

Le comptage des morsures provoquées par les altises s'est fait début septembre lorsque le colza a atteint le stade cotylédonnaire. Les dates de comptage sont le 12 septembre pour Corbais et le 13 septembre pour Gerpennes.

Le Graphique 18 nous montre le pourcentage d'attaques mesuré dans les essais de Gerpennes. On remarque que dans les deux essais, le colza associé présente un taux d'attaques nettement plus bas que le colza seul. Cet effet est d'autant plus marqué que le couvert est diversifié et implanté tôt.

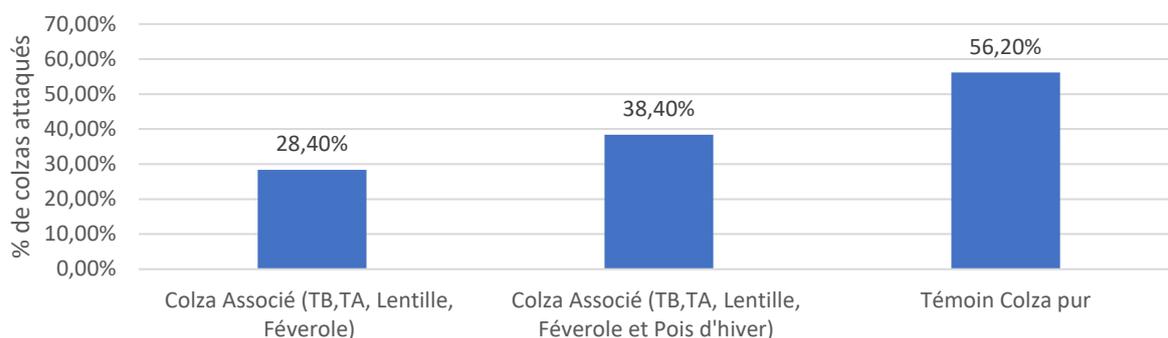


Graphique 18 : Pourcentage d'attaques d'altises dans l'essai colza de Gerpennes le 13/09/18 Semis du 24/08/2018

Dans les essais de Gerpennes, les couverts associés diminuent le taux d'attaques de 32 à 35 % soit une différence de 65 à 71 % comparé à un colza seul.

Le Graphique 19 nous montre le pourcentage d'attaques d'altises dans l'essai à Corbais. Dans l'essai de Corbais, les couverts associés diminuent le taux d'attaques de 17 à 27 % soit une différence de 32 à 49 % comparé à un colza seul.

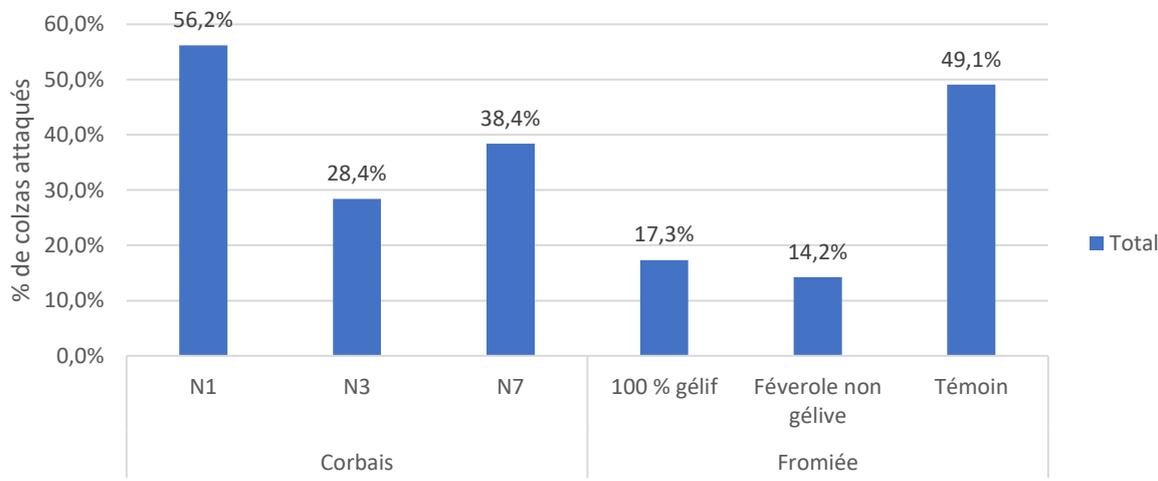
Pourcentage d'attaques d'altises dans l'essai Colza de Corbais au 12/09/18 Semis du 30/08/2018



Graphique 19 : Pourcentage d'attaques d'altises dans l'essai Colza de Corbais au 12/09/18 Semis du 30/08/2018

De plus, nous remarquons que cette différence est d'autant plus marquée que le couvert est semé tôt. Nous remarquons dans les essais respectifs de Corbais et Fromiée, semés à 1 semaine d'intervalle, que le pourcentage d'attaques est plus élevé à Corbais (semé plus tard).

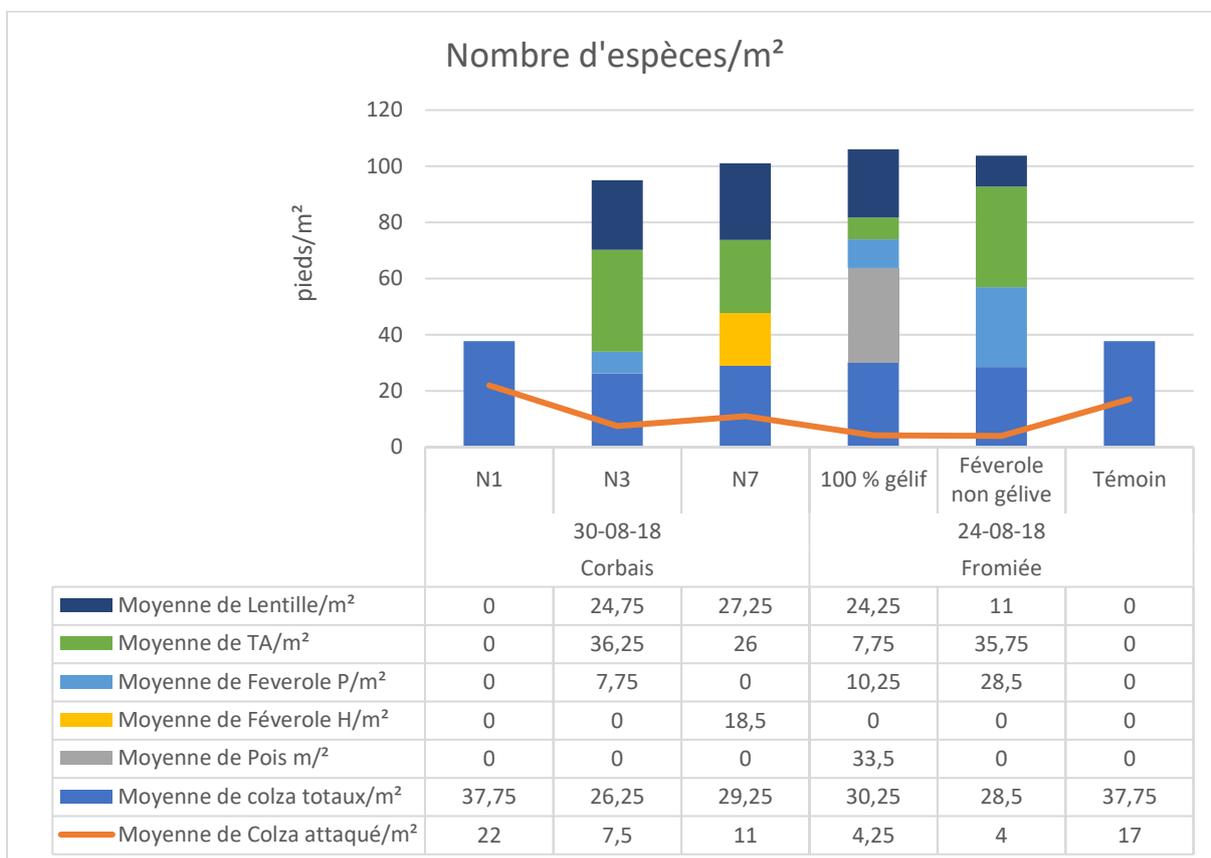
Pourcentage d'attaques d'altises dans l'essai colza de Gerpennes (24/08/2018) et Corbais (30/08/2018)



Graphique 20 : Comparaison des attaques de morsures d'altises dans les essais de Gerpennes et Corbais

Cependant, on observe que le couvert non gélif N7 (Trèfle blanc, trèfle d'Alexandrie, féverole et pois d'hiver) est plus impacté par les attaques que le couvert gélif N3 (Trèfle blanc, trèfle d'Alexandrie, féverole de printemps). Comparé à l'essai de Fromiée, qui montre que le couvert non gélif est moins attaqué que le couvert gélif.

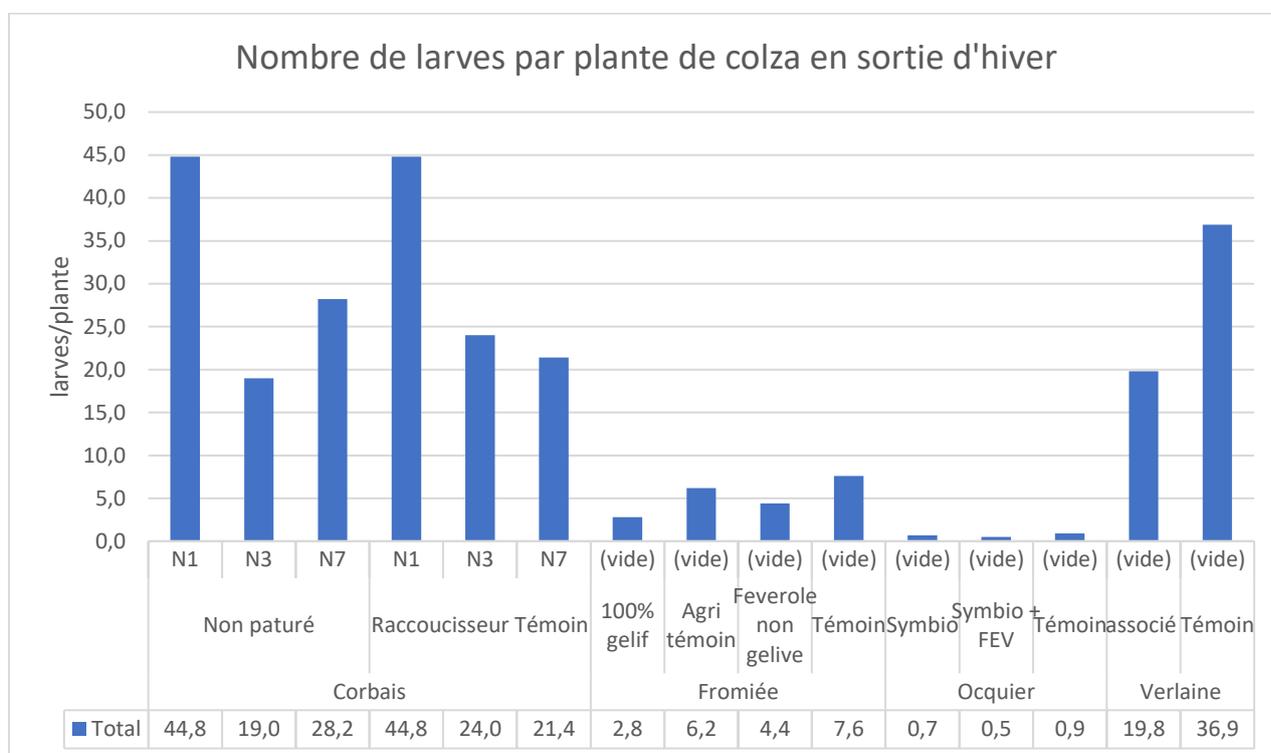
Ceci pourrait s'expliquer par la date de semis. L'essai de Gerpennes étant semé plus tôt a pu être exposé aux attaques d'altises durant une période plus importante. Le couvert, étant en place pendant une période plus longue, a pu se développer d'avantage et ainsi avoir un effet de dilution plus élevée que dans les essais de Corbais.



Graphique 21 : Nombre de pieds/m² d'espèces présentes dans l'association comparé au nombre d'attaques recensé

4.1.2 Durant l'hiver

Lorsqu'on se rapproche de l'hiver, les larves d'altises se logent dans les pétioles du colza. On procède ainsi au comptage de larve en sortie d'hiver afin d'observer le nombre de larves nichées dans le colza et qui pourraient provoquer de gros dégâts lorsque les températures deviennent plus douces.



Graphique 22 : Nombre de larves par plante dans les différents essais mesurés

On peut remarquer que la population de larves de grosses altises est très élevée. Ce dénombrement s'explique par l'automne très doux qu'on a subi en 2018 et qui a provoqué l'accroissement de ponte.³⁰⁸

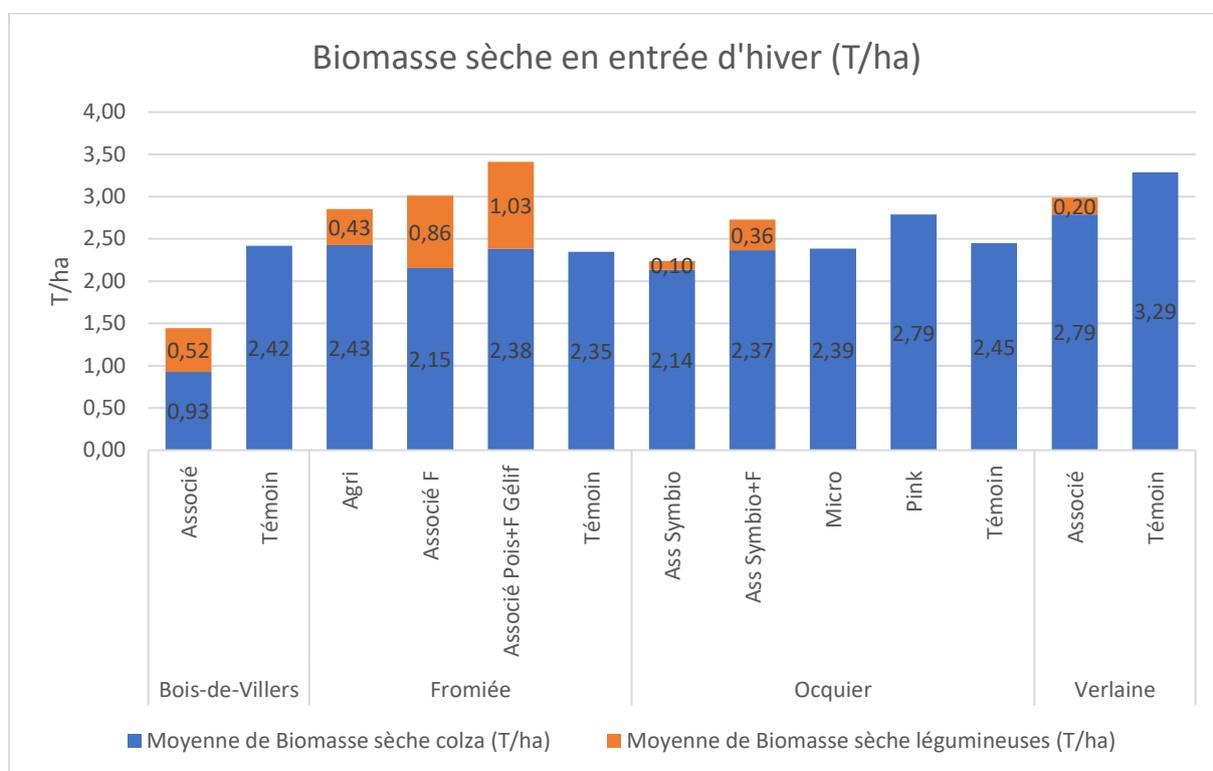
On remarque également, que les colzas purs (N1 et témoin) ont systématiquement plus de larves par plantes que les colzas associés. Ce phénomène pourrait s'expliquer par la dilution du colza dans le couvert ainsi que l'accès plus difficile aux plantes de colza pour les adultes étant donné que le nombre de plantes est plus élevé en colza associé.

4.2 Mesures de biomasses

4.2.1 Entrée d'hiver

Les pesées de la biomasse en entrée d'hiver ont été séchées pour arriver à un poids stable et ainsi pouvoir comparer les essais entre eux. Le seuil de 1,5 kg/m² est devenu 180 g/m² soit 1800 kg/ha. Ce seuil a été ajusté compte tenu que le colza possède 88 % d'eau.

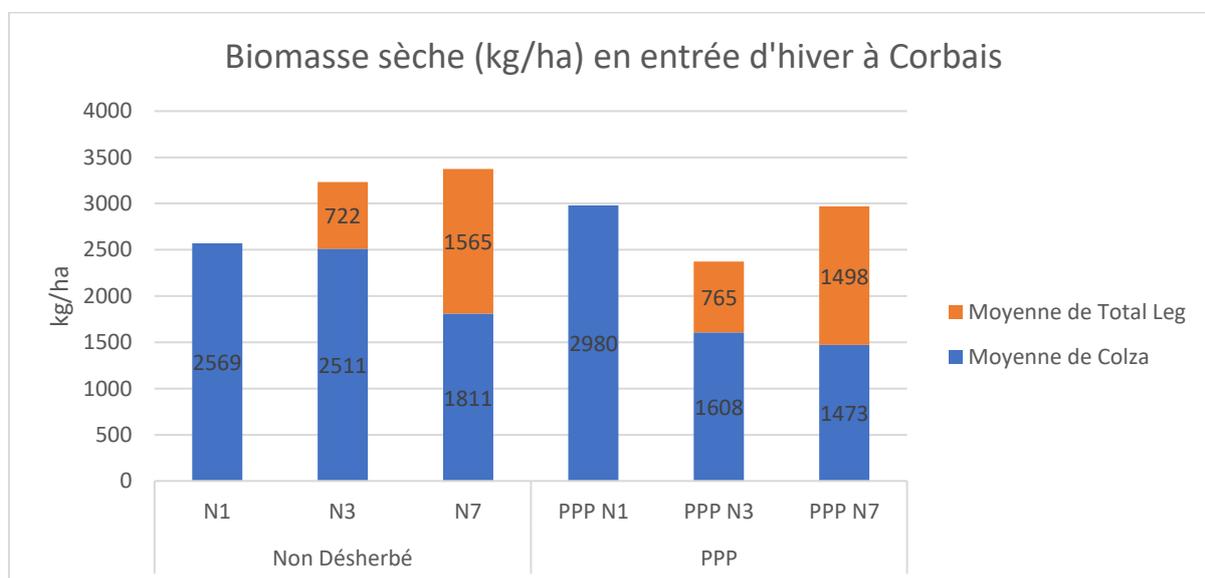
³⁰⁸ Cf. c) Grosses altises (Automne) p32



Graphique 23 : Biomasse sèche en entrée d'hiver (T/ha) des essais de colza associé

On voit sur le Graphique 23 que les biomasses des couverts non associé (Microstar, Pinkstart et le témoin) à Ocquier sont supérieur au couvert associé.

Concernant la modalité de Bois-de-Villers, on voit que la biomasse du colza associé est faible. On observera un développement d'adventice dans cette modalité. (Cf. Tableau 24 p.134)



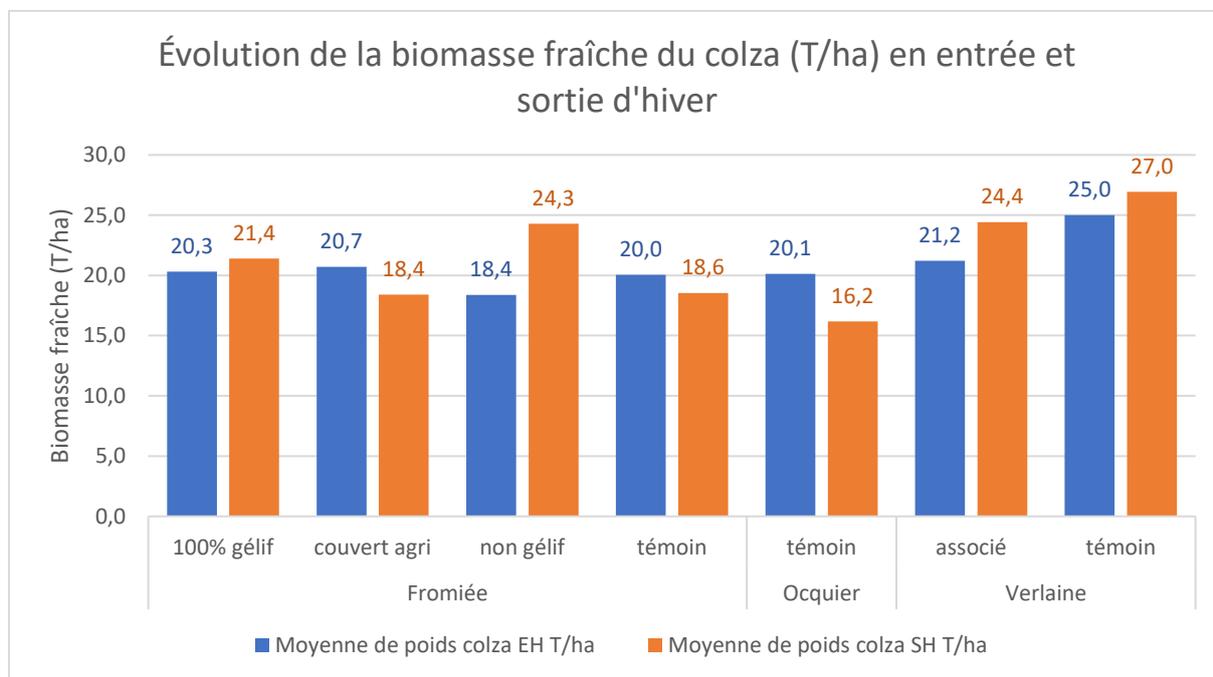
Graphique 24 : Biomasse sèche (kg/ha) en entrée d'hiver à Corbais

Le Graphique 24 nous montre la biomasse sèche produite par le colza et les légumineuses. Nous remarquons que la biomasse du couvert non dés herbé est supérieure à la biomasse du colza seul. Cependant, dans la modalité dés herbée on remarque que le colza a développé moins de biomasse.

Nous observons que le colza pur non désherbé a accumulé moins de biomasse que le colza pur désherbé. Ceci est sans doute provoqué par le développement des adventices qui sont entrées en concurrence avec le colza.

4.2.2 Sortie d'hiver

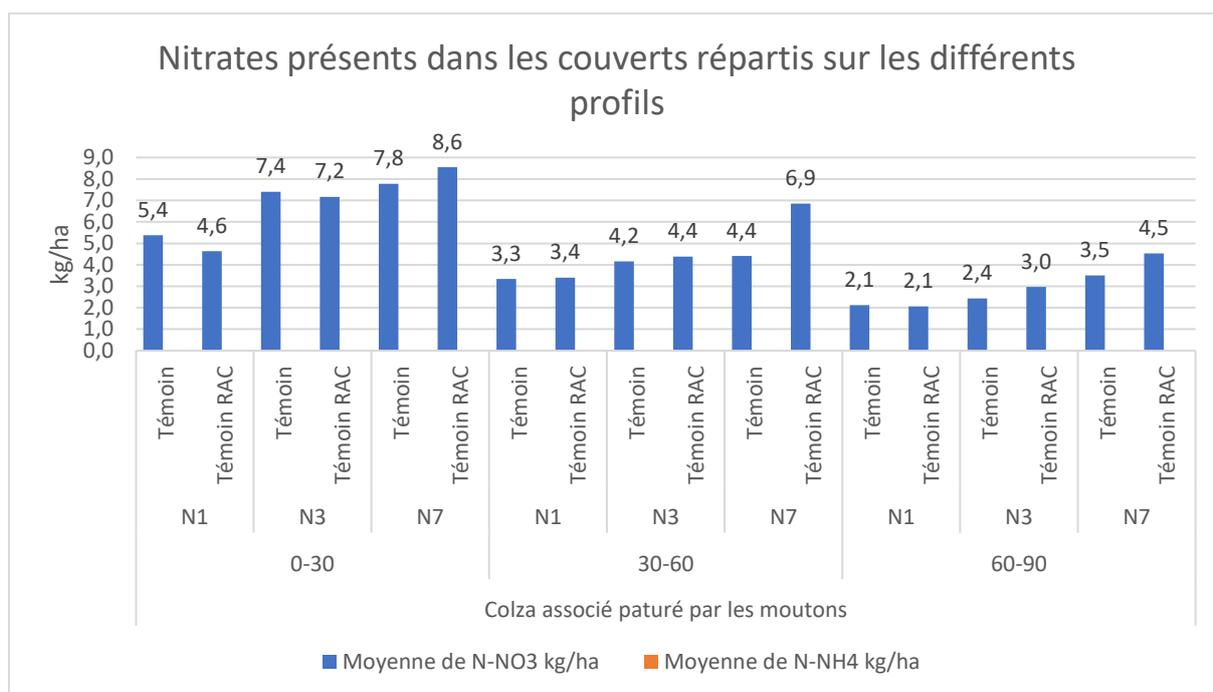
Les biomasses ayant été mesurées en entrée et sortie d'hiver sont évaluées et reprises dans ce graphique.



Graphique 25 : Évolution de la biomasse entre l'entrée et la sortie d'hiver (T/ha)

4.3 Mesures des nitrates dans le sol

La mesure des nitrates s'est faite uniquement dans l'essai à Corbais.

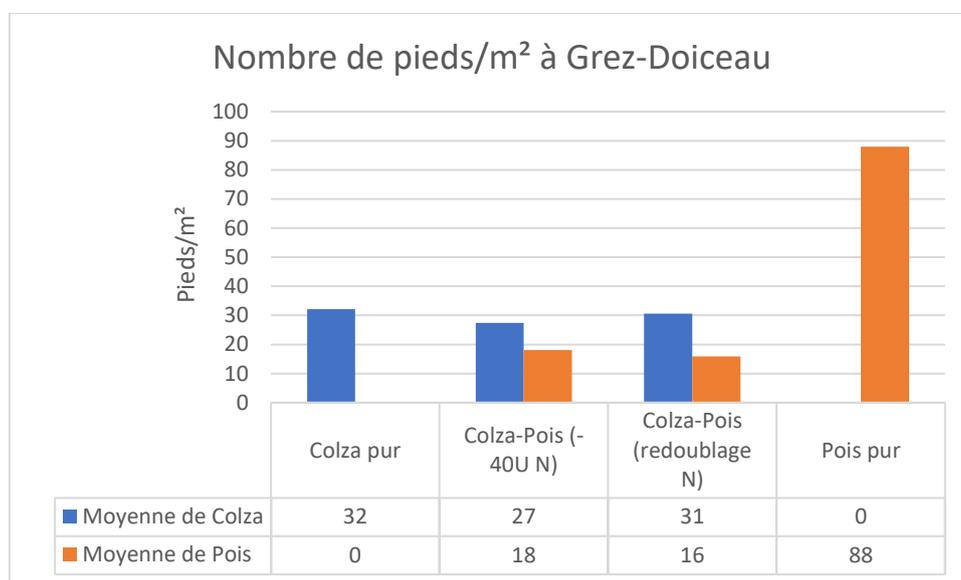


Graphique 26 : Nitrates présents dans les couverts répartis sur les différents profils à Corbais

On remarque dans le Graphique 26 qu'on retrouve une grande partie des nitrates dans le profil de 0 à 30 cm de profondeur. On remarque également que les modalités présentant une association plus complexe obtiennent plus de nitrates que les associations un peu moins diversifiées.

4.4 Comptage de pieds de pois et de colza

La double culture de pois et colza a été mise en place dans l'essai de Grez-Doiceau. Le comptage de pied de colza et de pois s'est déroulé le 11 avril 2019.

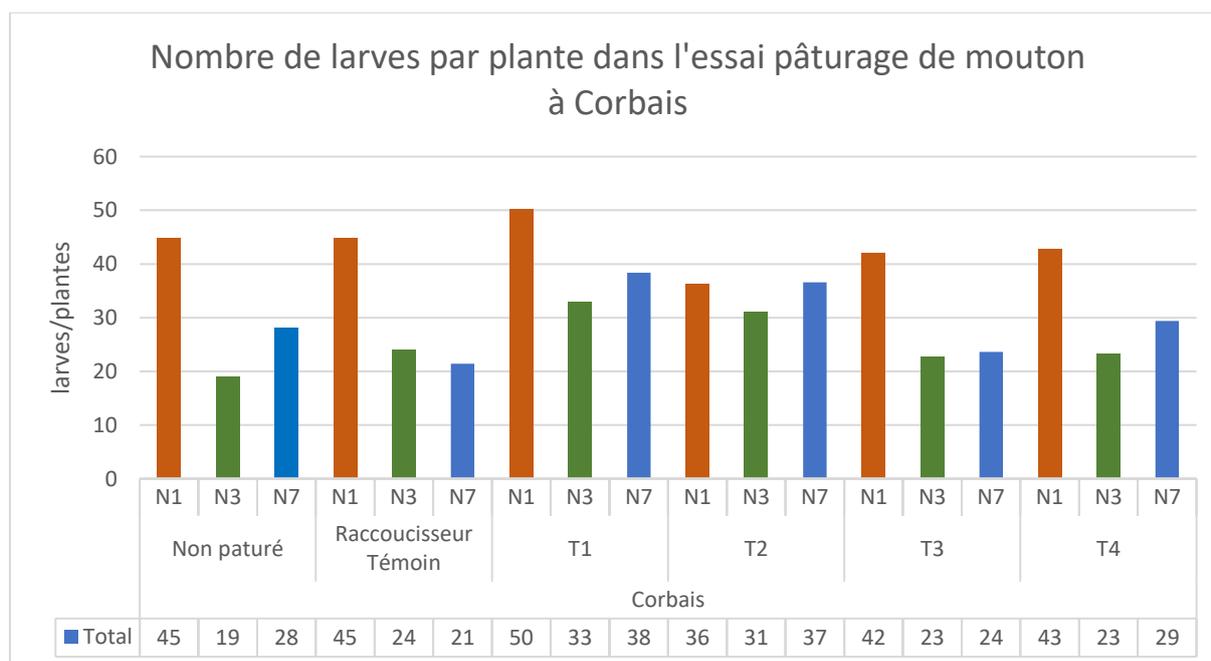


Graphique 27 : Nombre de plants/m² à Grez-Doiceau le 11 avril 2019

On remarque sur le Graphique 27 que le colza pur et le colza-pois (avec la quantité d'azote optimale) montrent le même nombre de pied.

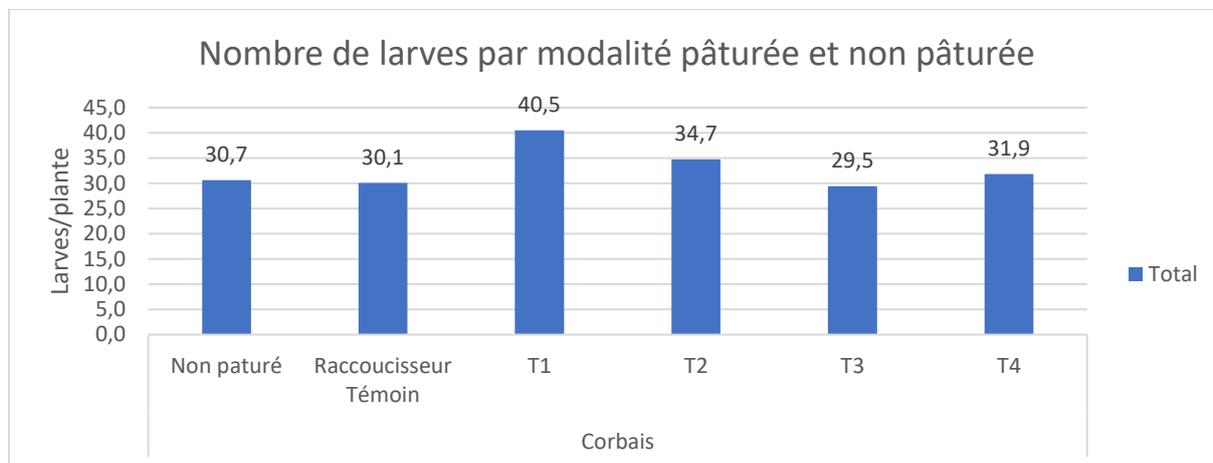
4.5 Effet pâturage de moutons

4.5.1 Ravageurs



Graphique 28 : Nombre de larves par plante dans l'essai pâturage de mouton à Corbais

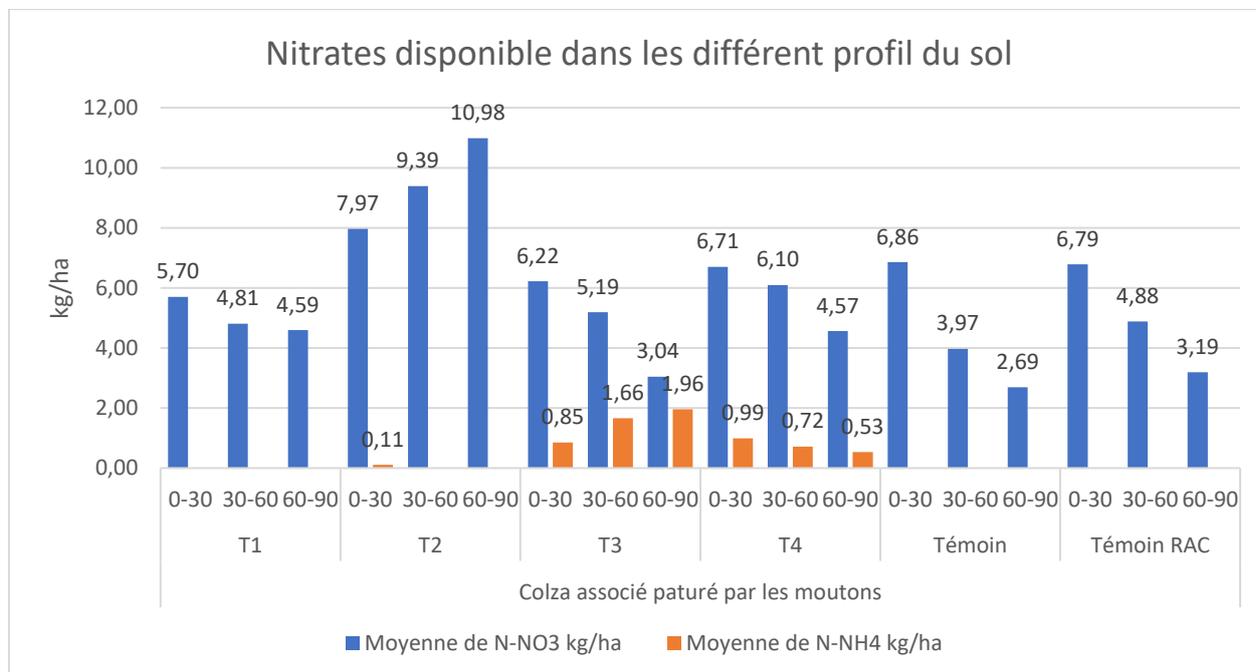
Concernant le pâturage de mouton, on remarque qu'il a eu l'effet inverse de l'idée de départ. En effet, on observe une influence nulle voire une augmentation des larves d'altises dans la majorité des cas. Néanmoins, en remettant ces résultats dans le contexte météorologique, on peut émettre comme hypothèse que le pâturage n'a pas eu l'effet escompté étant donné qu'il a été réalisé au mois d'octobre. Hors les conditions météorologiques étaient propices aux altises jusqu'en novembre.³⁰⁹ Ce qui veut dire que les pontes ont continué encore après le pâturage. On voit sur le graphique que les blocs T1 et T2 ont un nombre plus important de larve par rapport au témoin avec ou sans régulateur.



Graphique 29 : Nombre de larves par modalité pâturée et non pâturée

On suppose également qu'étant donné que le couvert a été mangé par les moutons, l'effet perturbateur sur les ravageurs a été atténué durant les quelques semaines qui ont suivi le pâturage.

4.5.2 Nitrates dans le sol



Graphique 30 : Mesure des nitrates dans l'essai de Corbais

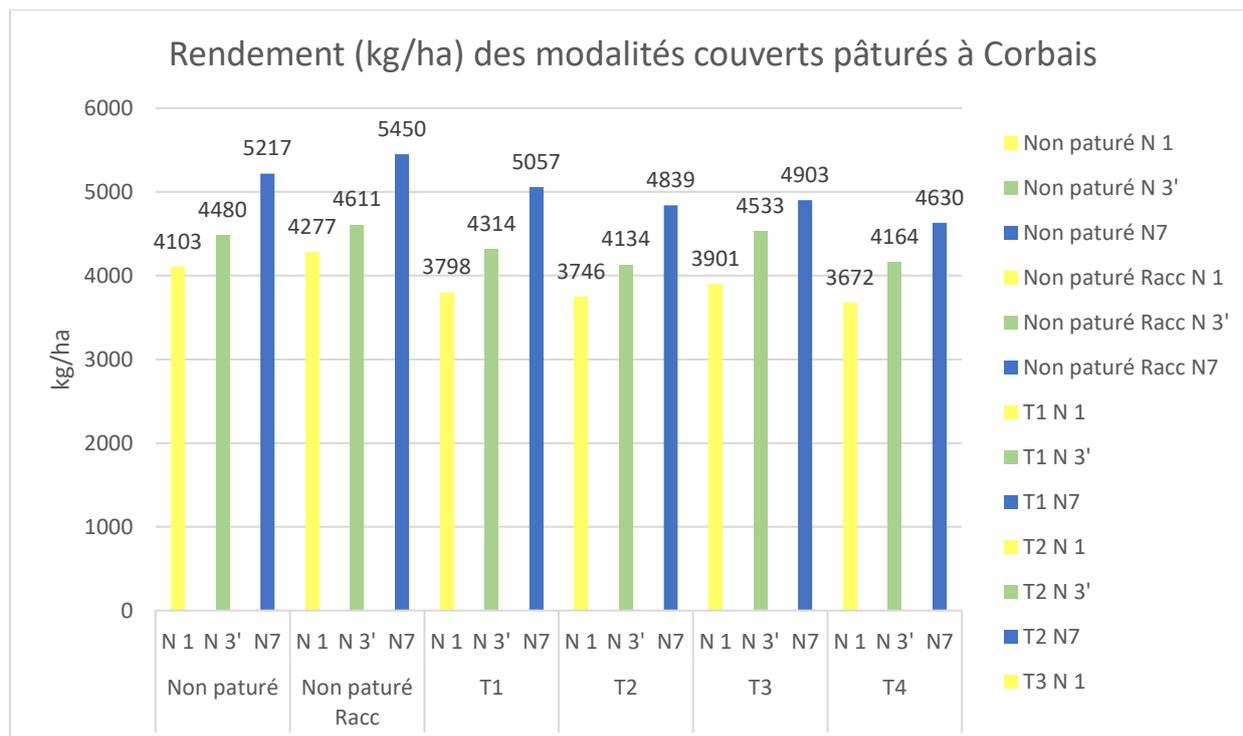
³⁰⁹ Cf. III.2 Automne 2018 p107

On remarque que les profils des différentes modalités présentent une même dynamique. Cependant, l'essai T2 présente une dynamique inverse. Le T2 a obtenu une valeur supérieure aux autres modalités et le profil le plus élevé est le 60 à 90 cm.

4.5.3 Rendements

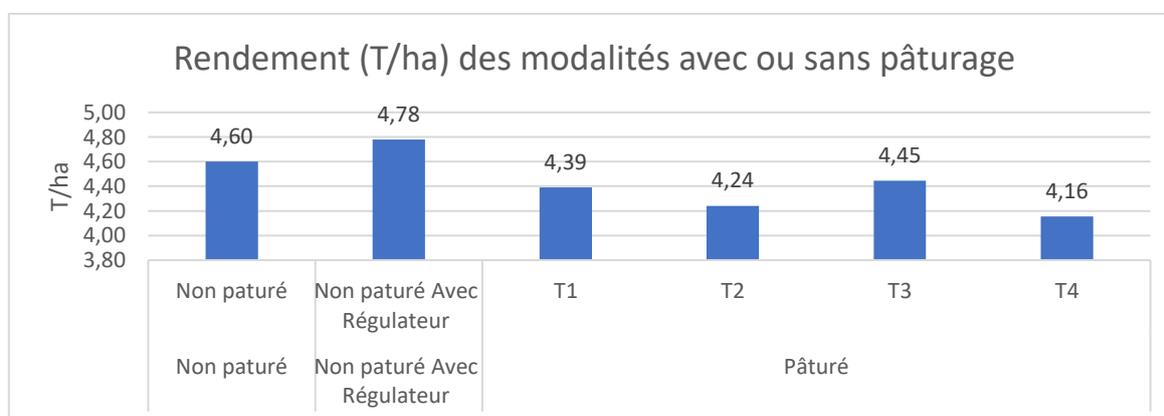
On remarque que les modalités sans pâturage présentent les meilleurs rendements et ce quel que soit l'association. La modalité avec régulateur de croissance présente le meilleur rendement pour chaque association.

On remarque également que plus le pâturage a été fait tard, plus il a un impact négatif sur le rendement. Cependant, la modalité T3, qui a été pâturée durant 2 jours seulement, présente un rendement plus élevé que les autres modalités pâturées.



Graphique 31 : Rendement (kg/ha) des modalités couverts pâturés à Corbais

Les modalités pâturées montrent un rendement moindre par rapport au schéma classique (avec régulateur). Cependant, dans le cas où l'éleveur et l'agriculteur sont une seule et même personne. Le gain obtenu grâce au pâturage du couvert peut aider à compenser la perte de rendement occasionnée.



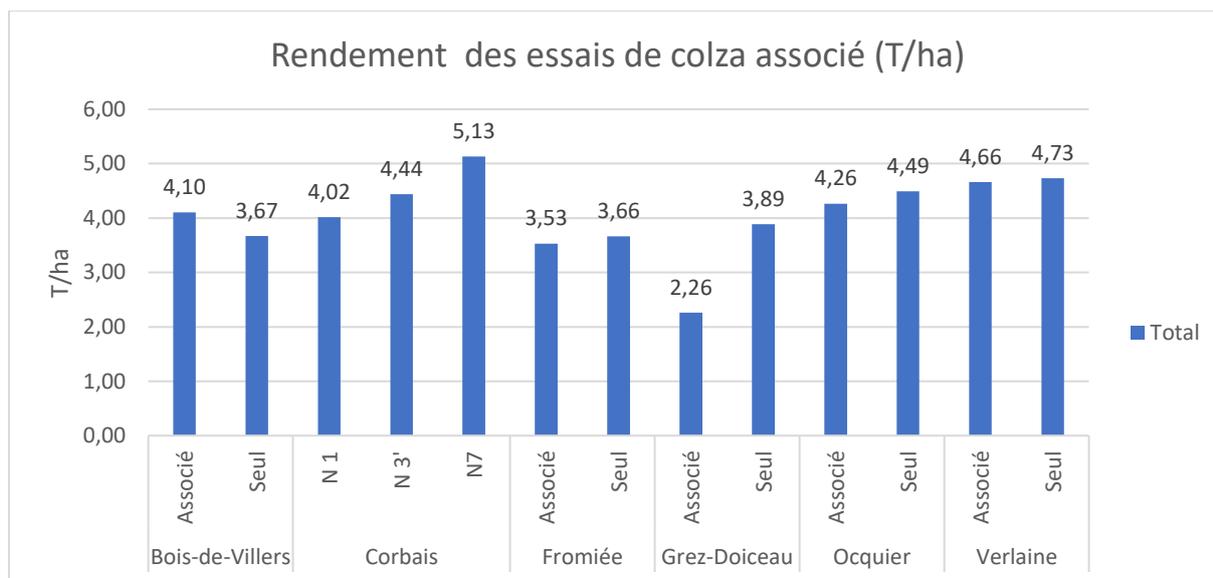
Graphique 32 : Rendement (T/ha) des modalités avec ou sans pâturage

4.6 Rendements

4.6.1 Colza associé

Lors de la récolte, différents échantillons ont été prélevés pour connaître la teneur en eau et le poids spécifique de chaque modalité. Afin de comparer les rendements entre les différentes modalités, les tonnages ont été calculés à 9 % d'humidité.

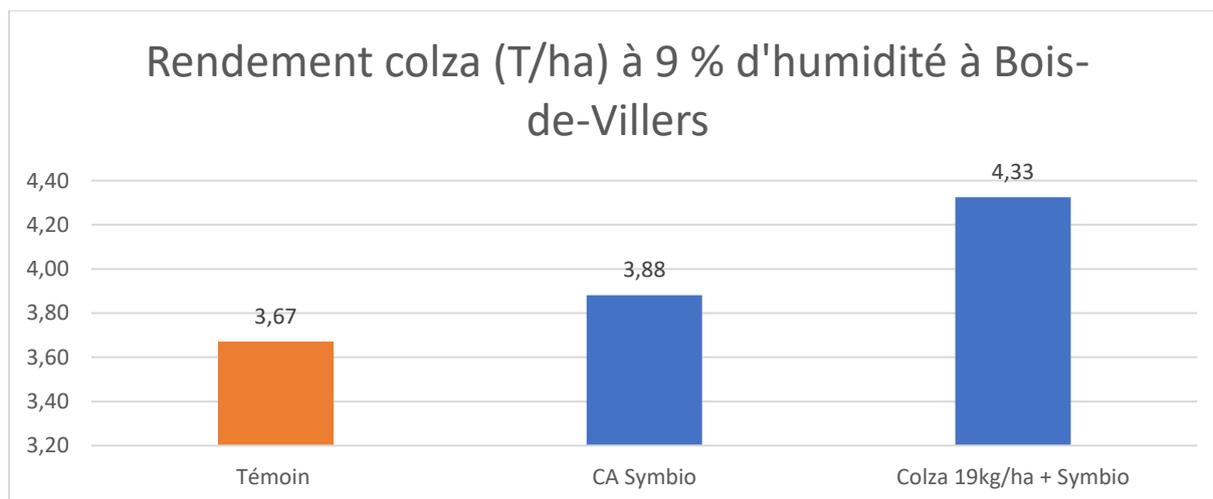
Comme nous pouvons le voir sur le Graphique 33, les essais de Corbais et de Bois-de-Villers présentent des rendements plus élevés en colza associé. Des gains allant de 430 à 1110 kg/ha. Cependant les modalités de Fromiée, Ocquier et Verlainne présentent un léger déficit allant de 70 à 230 kg/ha.



Graphique 33 : Rendement des essais de colza associé (T/ha)

Nous allons analyser ces rendements plus en détail dans les points suivants.

4.6.1.1 Bois-de-Villers



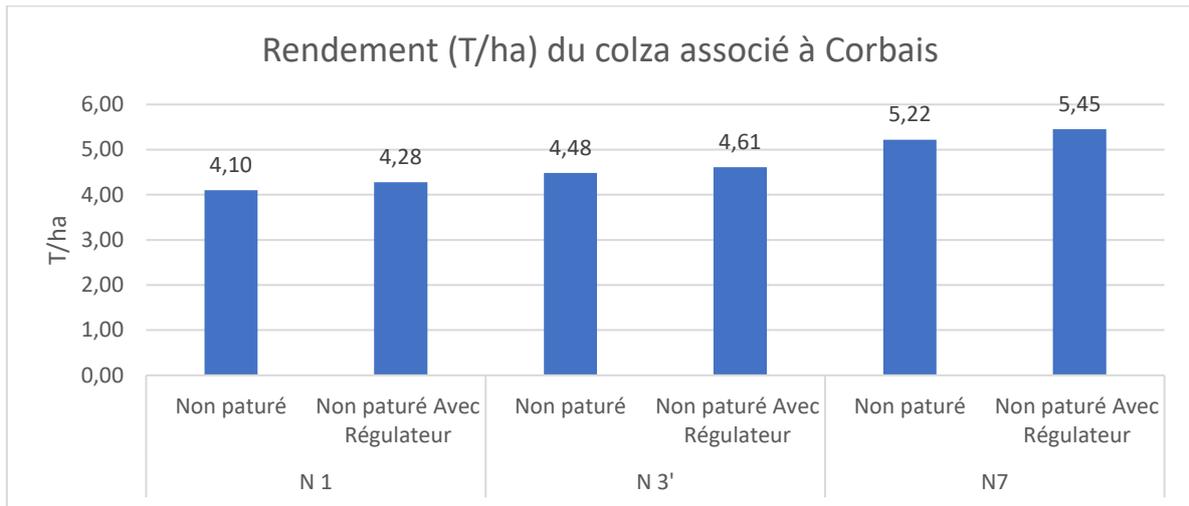
Graphique 34 : Rendement colza (T/ha) à 9 % d'humidité à Bois-de-Villers

On observe à Bois-de-Villers une différence de 210 kg/ha entre le colza pur et le couvert associé Symbio®.

La modalité avec 19 kg/ha de densité a obtenu des rendements supérieurs cependant il faudrait évaluer le coût du semis. Cette modalité a obtenu 660 kg/ha en plus par rapport au témoin et 450 kg/ha par rapport à la Symbio® en densité normale.

4.6.1.2 Corbais

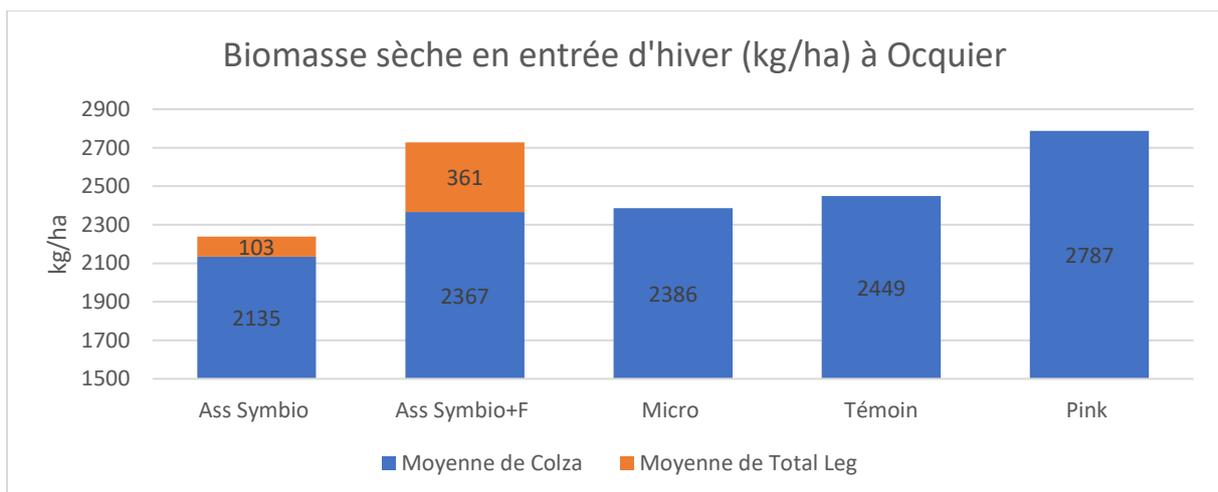
On observe dans les essais à Corbais que les modalités avec régulateur ont un effet légèrement positif sur le rendement. Nous observons également que la modalité N7 obtient le meilleur rendement. De plus cette modalité contient de la féverole d'hiver qui a été récolté en même temps que le colza. La proportion de féverole dans le rendement final était de 11%. Cependant cette valeur est sous-estimée étant donné que toute la modalité N7 a été récolté en une fois et donc la partie pâturée présentait visuellement moins de féverole. Ces féveroles étaient visuellement saines et non perforées.



Graphique 35 : Rendement (T/ha) du colza associé à Corbais

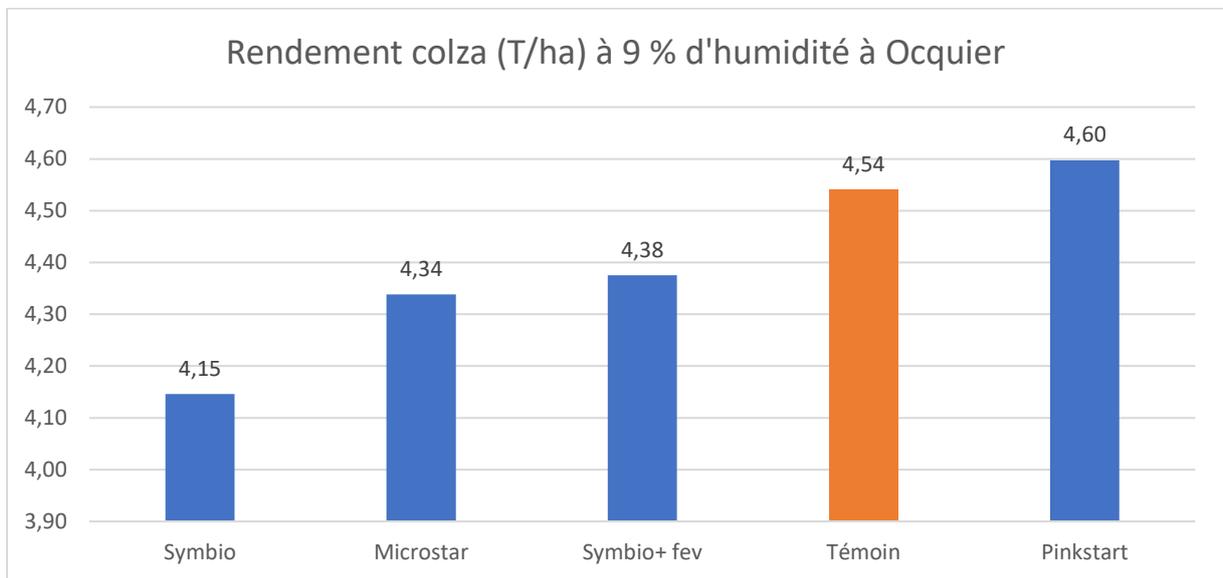
4.6.1.3 Ocquier

Le colza à Ocquier présentait des biomasses plus élevées en entrée d'hiver dans les modalités colza seul.



Graphique 36 : Biomasse sèche en entrée d'hiver (kg/ha) à Ocquier

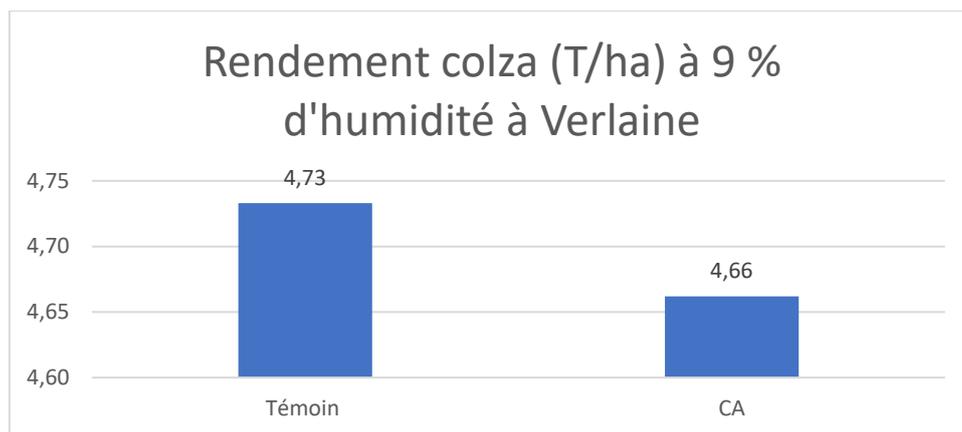
La modalité colza associé Symbio® avec de la féverole avait une biomasse inférieure à la modalité Microstar®. Mais grâce à la biomasse des légumineuses, cette modalité a eu un rendement légèrement supérieur à la modalité avec l'engrais Microstar®.



Graphique 37 : Rendement du colza à Ocquier (T/ha) à 9 % d'humidité

4.6.1.4 Verlainne

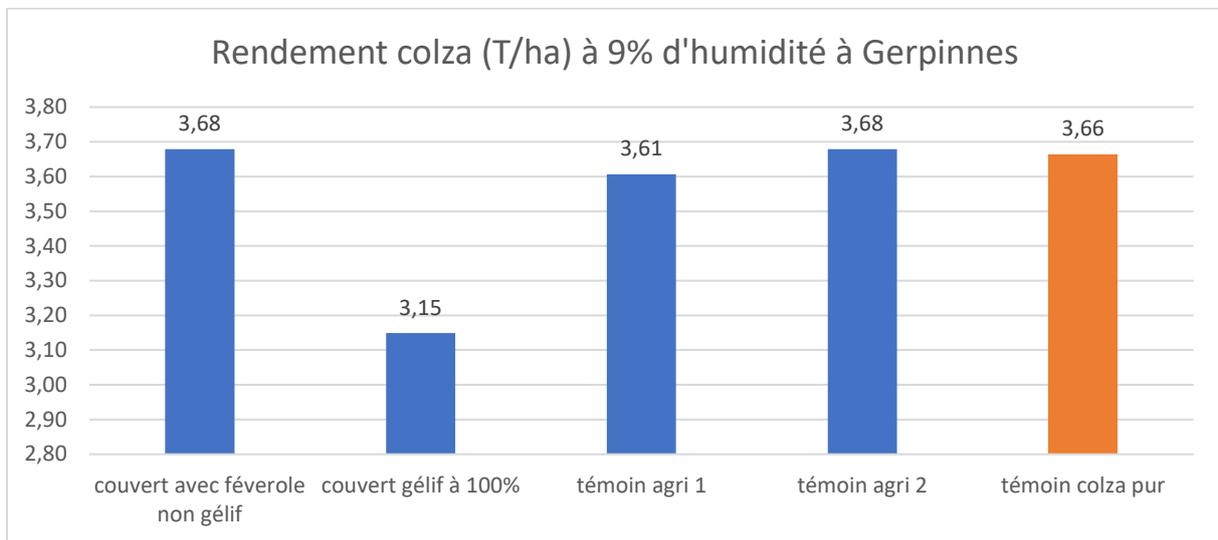
La modalité de Verlainne présente une différence minimale de 70 kg/ha entre le colza associé et le témoin. On remarque que la biomasse sèche produite en entrée d'hiver n'était que de 200 kg/ha. Ce qui est relativement peu pour avoir les bénéfices des couverts associés.



Graphique 38 : Rendement colza (T/ha) à 9 % d'humidité à Verlainne

4.6.1.5 Gerpinnes

La modalité avec de la féverole non gélive présente un rendement supérieur au témoin colza pur de 20 kg/ha. Cependant, cette modalité a un rendement supérieur au couvert 100 % gélif avec un écart de rendement de 530 kg/ha.

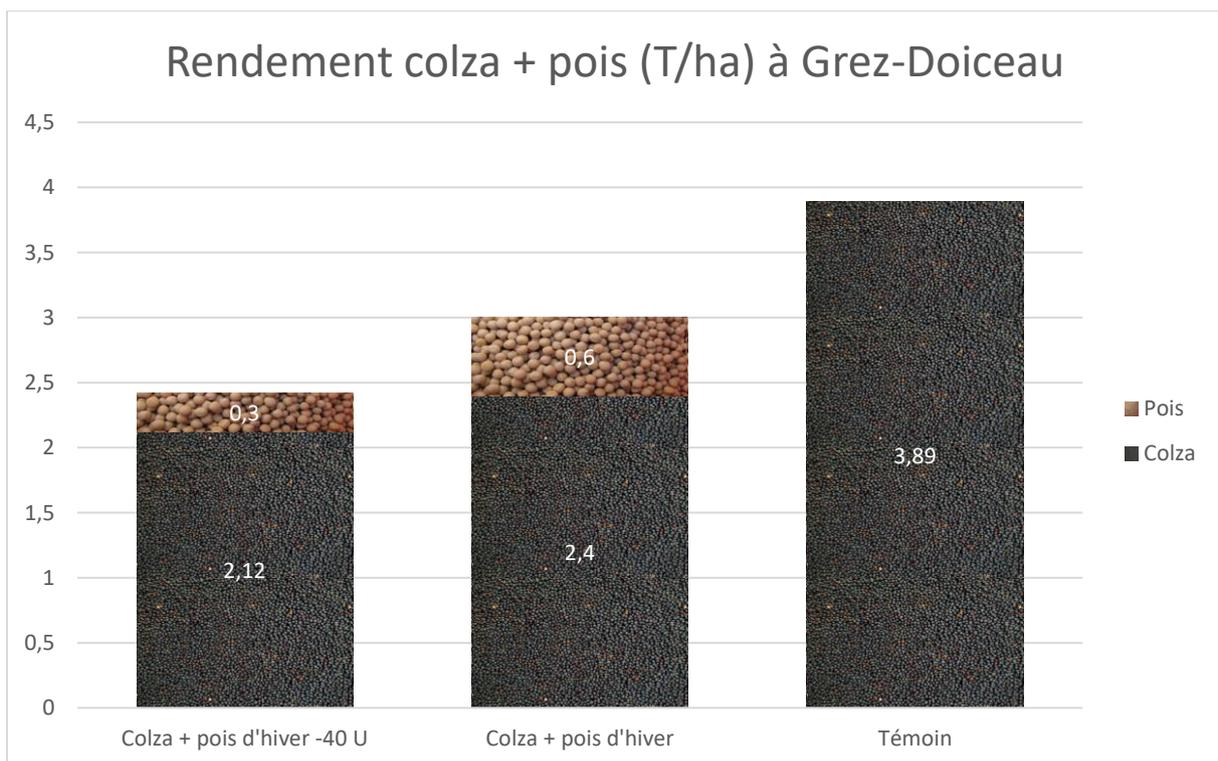


Graphique 39 : Rendement colza (T/ha) à 9% d'humidité à Gerpennes

Malheureusement, il n'y avait pas beaucoup de féverole lors de la récolte.

4.6.1.6 Grez-Doiceau

La modalité de Grez-Doiceau présentait une double récolte de colza et de pois protéagineux. On peut voir les rendements de cet essai sur le Graphique 40 ci-dessous.



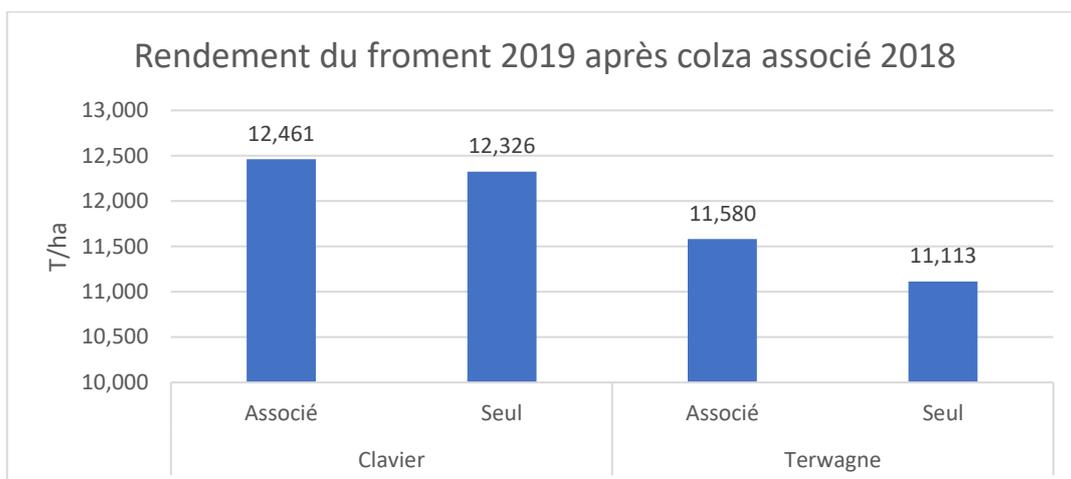
Graphique 40 : Rendement colza-pois (T/ha) à Grez-Doiceau

Une différence de rendement de 1490 kg/ha est observable entre le témoin colza pur et l'association colza-pois. Cette différence est accentuée dans la modalité colza-pois – 40UN avec un écart de 1770 kg/ha.

J'émet l'hypothèse que le pois protéagineux a puisé dans des réserves de nutriments et a donc pénalisé le développement du colza. Une comparaison entre les différents constituants

du sol entre un colza seul et un colza associé à une espèces récoltées pourraient nous éclaircir sur cette hypothèse.

4.6.2 Froment après colza

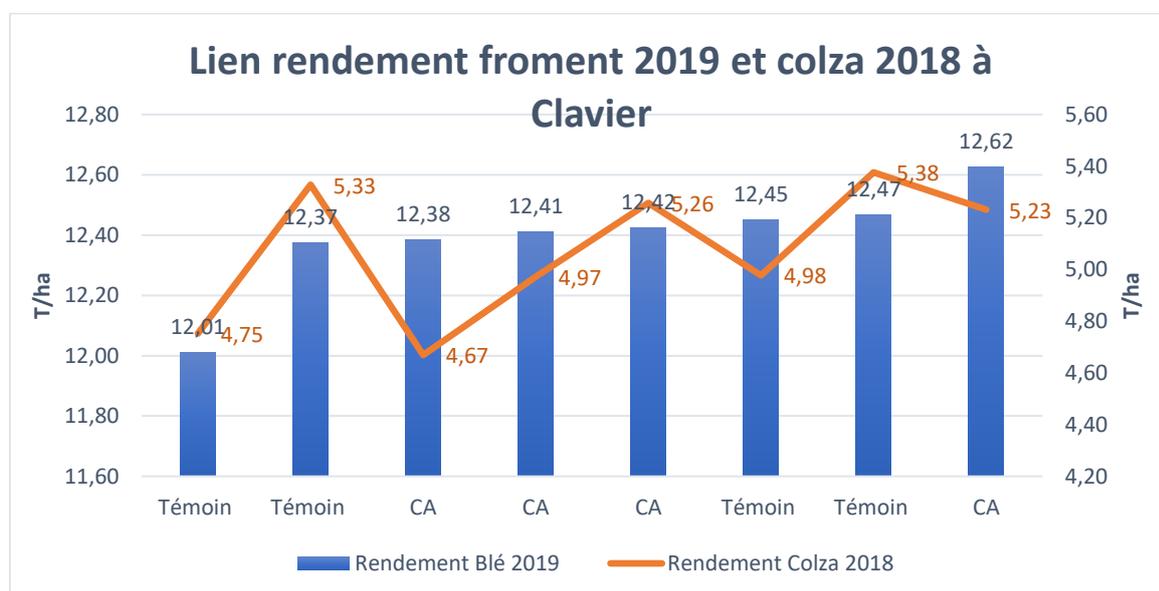


Graphique 41 : Rendement du froment 2019 après colza associé 2018

Sur ces deux essais, il semblerait que le rendement du froment après colza associé est supérieur à celui après colza pur. On voit une augmentation moyenne de 467 kg/ha pour Terwagne alors qu'une augmentation de 135 kg est observée à Clavier.

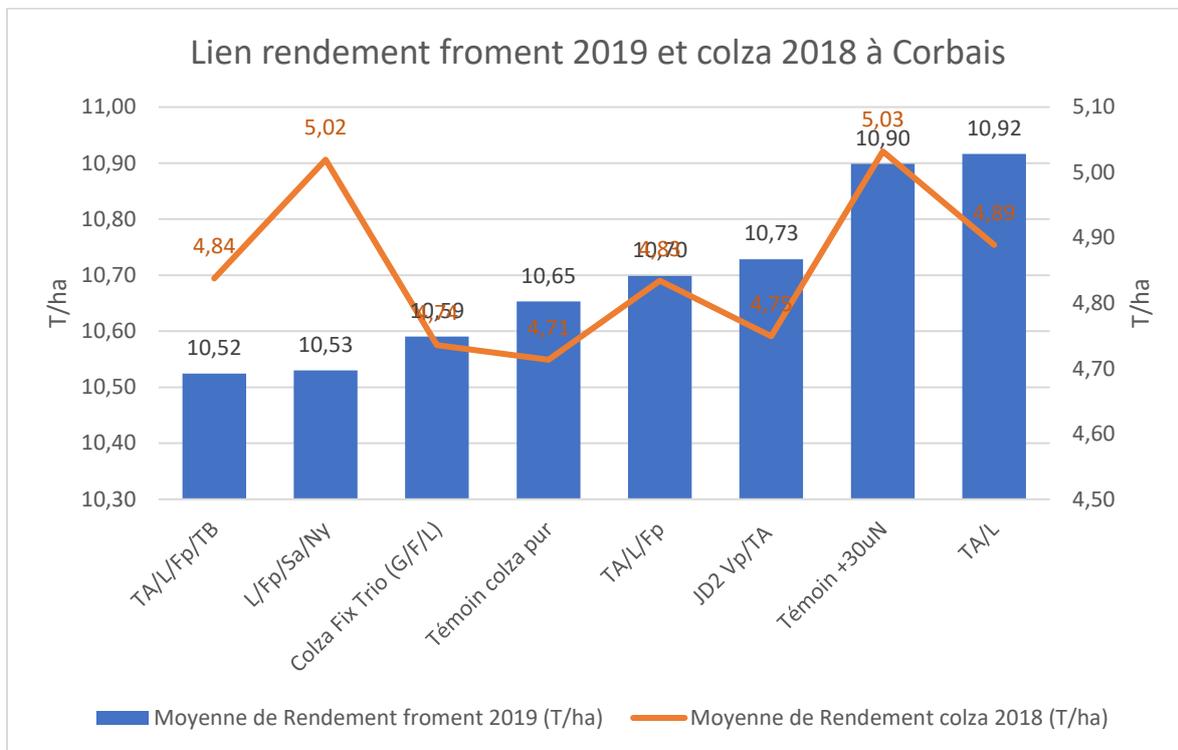
On remarque qu'il n'y a pas un lien étroit entre les différentes modalités de colza associé. Ce qui est positif, car une moins bonne récolte de colza n'entraîne pas toujours un mauvais rendement pour la culture suivante.

À Clavier, la variation est de 610 kg/ha entre la meilleure modalité récoltée et la plus faible.

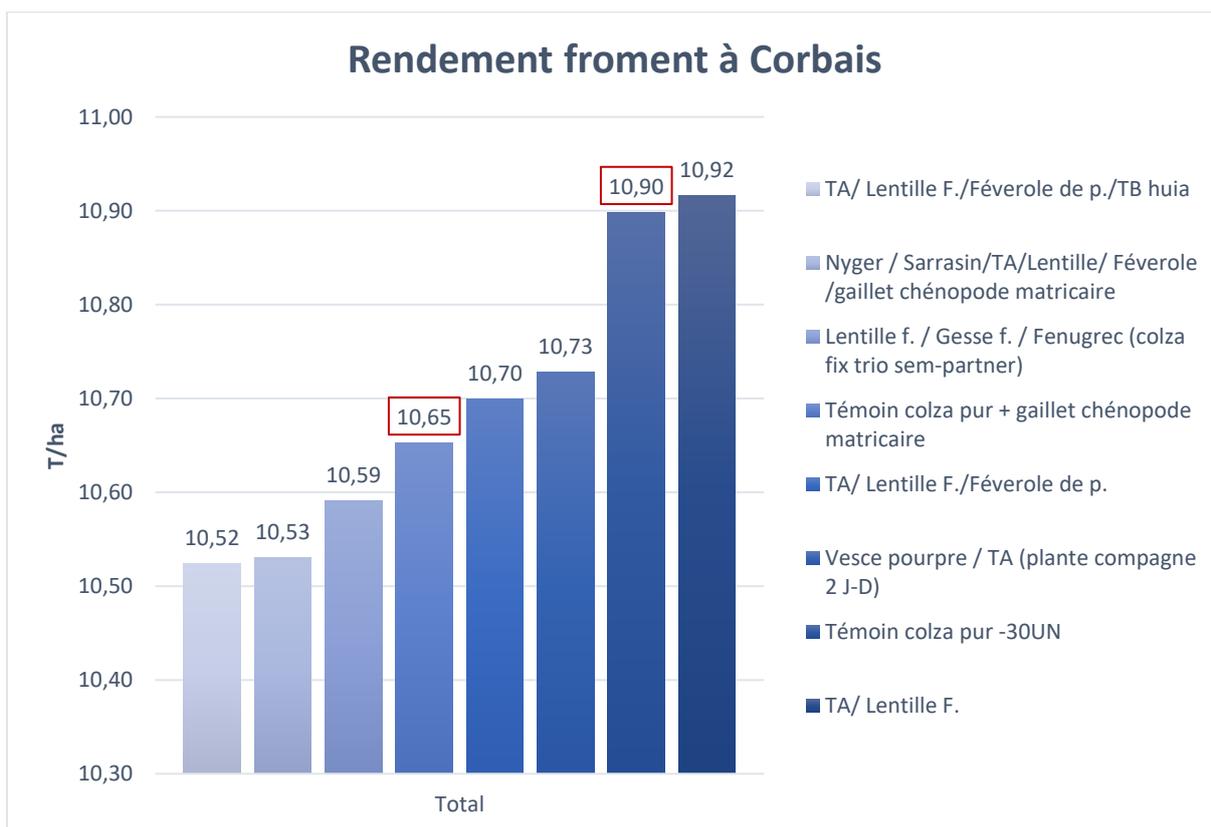


Graphique 42 : Lien rendement froment 2019 et colza 2018 à Clavier

À Corbais, les rendements varient de 400 kg/ha entre la modalité la plus élevée et la modalité la plus faible.

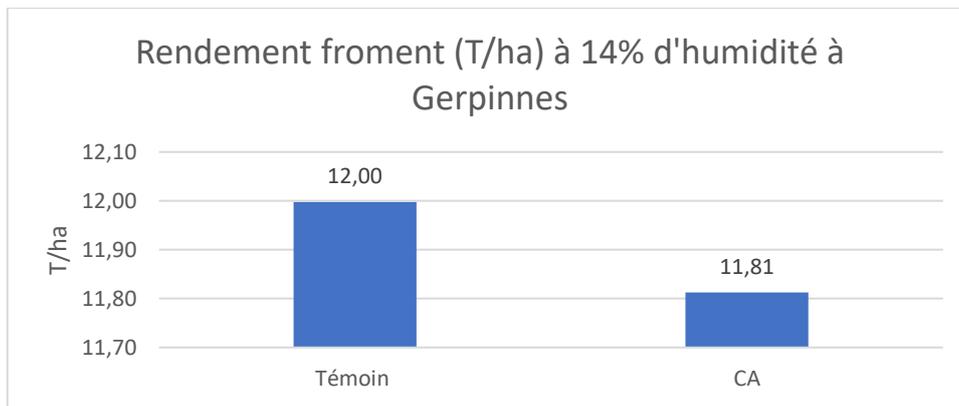


Graphique 43 : Lien entre le rendement froment 2019 et le colza 2018



Graphique 44 : Rendement froment 2019 à Corbais

4.6.2.1 Gerpennes



La modalité à Gerpennes présente une différence de 190 kg/ha entre le colza associé et le témoin.

5 Piste d'amélioration

5.1 Le colza associé

Afin d'améliorer les futures recherches sur la technique du colza associé il serait intéressant de faire des pesées de pivots de colza et de mesurer leur profondeur. À cela, on pourrait effectuer des prélèvements de biomasse racinaires pour montrer le développement racinaire du colza associé (structure du sol en profondeur). Ainsi on pourrait comparer les résultats avec les différents profils azotés et observer si le colza est capable de capter l'azote dans les profils profonds du sol. Cela permettrait de mesurer la capacité du colza à capturer les nitrates.

En parallèle à cette piste d'amélioration, il serait intéressant de faire un comptage des pieds de colza afin de mesurer leur date de levée. En ajoutant la pesée des colzas (pivot + racine) on pourrait alors connaître le poids de chaque colza en entrée d'hiver.

Il serait également intéressant de mettre en place un essai sur la date d'implantation avec différents couverts. Ainsi, on pourrait analyser quel couvert a eu une influence sur la perturbation des ravageurs en fonction de la levée de ceux-ci. Ceci dans le but de diminuer l'utilisation de pesticides.

Afin d'élargir les perspectives d'amélioration de la technique, je pense qu'un suivi non seulement du colza est important mais du couvert associé également. Car le couvert a aussi des besoins nutritifs à combler. Ainsi, on pourrait améliorer la technique du colza associé avec des apports de nutriments correspondant au besoin du couvert associé afin qu'il ne pénalise pas le colza lorsque celui-ci aura besoin de nutriment.

5.2 Le colza pâturé

Nous avons vu que le colza pâturé présentait un rendement moindre par rapport à un schéma classique. Cependant, ces données varient en fonction de la date de pâture, de sa densité (charges à l'hectare), de la taille du couvert après pâture, ... Afin d'améliorer ce système, il faut travailler sur ces différents aspects.

Dans le cadre de ce premier essai, toutes les modalités (associé ou non) ont été pâturées au même moment. Donc la matière organique a été dispersée de façon homogène. Il aurait fallu tester modalité par modalité afin d'observer l'impact du couvert associé sur la quantité de matière organique produite.

2 Conclusion

L'objectif de ce travail était de comparer l'itinéraire technique d'une culture innovante, le colza associé, avec celui du colza en culture pure. Des comparaisons ont été réalisées à plusieurs niveaux, que ce soit agronomique, environnemental ou économique.

Nous avons observé que les couverts associés avaient un impact non négligeable sur les bioagresseurs tel que la grosse altise. Cette technique perturbe les altises et les différents résultats montrent une diminution des attaques des cotylédons. Cet effet est d'autant plus marqué que la culture est implantée suffisamment tôt. Cette perturbation entraîne également une présence de larves dans les colzas plus faible que dans le colza pur. Ainsi, la pression des ravageurs et de leur agression se voit diminuée dans un colza associé. Ceci permet une diminution de l'utilisation d'insecticides. Ce qui, dans le contexte de la campagne 2019, est intéressant étant donné que les années sèches sont propices aux insectes.

Cette technique permet de diminuer ses intrants tels que les produits phytopharmaceutiques sans trop impacter le rendement du colza. En effet, les résultats montrent une quantité d'azote plus importante dans les profils de colza associé à des légumineuses.

Nous avons pu constater que l'implantation du colza et des plantes compagnes demandait rigueur et réflexion pour un bon déroulement de la culture. L'agriculteur devra changer ces pratiques agricoles. Un semis tôt dans la saison permet une biomasse importante du couvert qui pourra exprimer pleinement son potentiel.

Le pâturage du colza apporte un gain d'azote par rapport au modalité non pâturée. Cependant la gestion du troupeau est très importante dans ce contexte car on ne voudrait pas pénaliser en excès la culture. De plus étant donné que les années 2018 et 2019 étaient sèches avec des températures élevées par rapport à la moyenne cette météo a eu des conséquences vis-à-vis des altises et des charançons du bourgeon terminal. En effet, ce climat était propice à ces ravageurs et ont montré une pression très importante dans les parcelles de colza. L'automne 2018 était doux et donc la période de ponte s'est étalée sur une durée importante. Le colza associé, une fois pâturé fin octobre, n'a pas eu l'effet escompté sur la population de larves dans les plants de colza. Les couverts non pâturés ont eu moins de larves que les modalités pâturées. Car l'effet de perturbation a été annulé, rendant le colza accessible aux altises. On remarquait un nombre plus important de larves dans les modalités pâturées le plus tôt.

Les rendements ont montré que la technique fonction avec un gain nettement supérieur au colza seul. Cependant, certaines modalités les différences sont faibles.

Pour conclure, je pense que la technique de l'association de cultures peut apporter beaucoup d'avantages à la culture du colza notamment en diminuant le coût des intrants et en réduisant les coûts de production de cette culture. La technique du colza associé a encore beaucoup de chose à nous apprendre afin de comprendre les complexes biologiques et les liens qui les unissent. Je terminerai par évoquer une citation de Albert Einstein, « Vous ne pouvez pas utiliser une vieille carte pour explorer un nouveau monde. » Car bien que la technique soit innovante, il faut s'adapter et changer ses pratiques agricoles pour explorer au mieux cette technique.

D. Glossaire

Agriculture biodynamique	<p>L'agriculture biodynamique (ou biodynamie) a été créée en 1924 par Rudolf Steiner, philosophe et scientifique autrichien. Selon ses propos, la biodynamie « assure la santé du sol et des plantes pour procurer une alimentation saine aux animaux et aux Hommes. ». Proche de l'agriculture biologique, la spécificité de la biodynamie vient de l'usage de « préparations » à base de produits naturels, utilisées pour dynamiser les sols et soigner les cultures.</p> <p>L'agriculture biodynamique tient également compte de l'influence des astres et des rythmes de la nature.</p> <p>Principes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Concevoir la ferme ou le jardin comme un organisme agricole, une entité autonome et individualisée. 2. Utiliser des “préparations biodynamiques” : préparations à base de plantes médicinales, de bouse de vache et de quartz qui agissent énergétiquement pour l'équilibre du domaine. 3. Travailler avec les “rythmes cosmiques”, c'est-à-dire tenir compte des influences du Soleil, de la Lune, des planètes et du zodiaque.
Agriculture biologique	<p>L'agriculture biologique constitue un mode de production qui trouve son originalité dans le recours à des pratiques culturales et d'élevage soucieuses du respect des équilibres naturels. Ainsi, elle exclut l'usage des produits chimiques de synthèse, des OGM, limite l'emploi d'intrants et la conservation des cultures par irradiation</p>
Agriculture conventionnelle	<p>L'agriculture conventionnelle résulte des transformations initiées dans les années '50 en Europe notamment, et est caractérisée par l'emploi de variétés et races à haut rendement, d'intrants permettant d'en optimiser la production (engrais et pesticides ou aliments concentrés et forte médication) dans des exploitations agricoles très spécialisées et mécanisées.</p>
Agriculture de conservation des sols	<p>Agriculture qui repose sur trois grands principes agronomiques appliqués simultanément : la suppression de tout travail du sol, la couverture (végétale ou organique) permanente du sol ainsi que la diversification de la rotation culturale. Le principal objectif de cette combinaison de principes est de réduire la dégradation des sols et d'améliorer à terme leur fertilité en utilisant intensivement les processus biologiques et écologiques de l'écosystème sol en remplacement de certains intrants.</p>
Agriculture de précision	<p>L'agriculture de précision est un concept de gestion des parcelles agricoles, elle prend en compte l'hétérogénéité intra parcellaire afin d'ajuster la dose d'intrants en quantité, en temps et en lieu (modulation) pour améliorer le bilan économique, agronomique et environnemental des exploitations agricoles.</p> <p>Elle requiert l'utilisation de nouvelles technologies, telles que l'imagerie satellite, l'informatique. Elle est facilitée par l'utilisation de moyen de localisation dans la parcelle comme le système de positionnement par satellite de type GPS.</p>
Agriculture de subsistance	<p>Une agriculture de subsistance qualifie une agriculture de survie avec peu ou pas de récoltes à vendre. Elle est généralement du type biologique, simplement par manque d'argent pour acheter des intrants</p>

	<p>industriels.</p> <p>L'agriculture de subsistance est l'autosuffisance agricole par laquelle les agriculteurs se concentrent sur la production de suffisamment de nourriture pour eux-mêmes et nourrir leurs familles.</p>
Agriculture durable	<p>L'Agriculture durable est généralement définie comme un mode d'exploitation qui répondrait aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs.</p> <p>Principes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. La conservation du sol 5. La conservation des ressources en eau 6. La conservation des ressources génétiques et de la biodiversité 7. L'aménagement durable des pâturages naturels 8. La lutte contre la désertification
Agriculture étagée	<p>La culture associée, compagnonnage végétal ou culture étagée, est un système de culture consistant à cultiver plusieurs espèces végétales ou variétés sur la même parcelle en même temps. Ces plantes peuvent s'échanger divers services (fertilisation, action répulsive ou toxique sur des insectes spécifiques et/ou des mauvaises herbes).</p> <p>Associations</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Variétales <ul style="list-style-type: none"> • cultiver en même temps deux cultivars d'une même espèce végétale en même temps : le semis et la récolte sont simultanés. 2. D'espèces <ul style="list-style-type: none"> • cultiver en même temps deux cultivars d'une même espèce végétale en même temps : le semis et la récolte sont simultanés. 3. avec des cultures pérennes <ul style="list-style-type: none"> • Agroforesterie • Culture sous couverts végétaux permanents • avec plantes auxiliaires
Agriculture extensive	<p>L'agriculture extensive est un système de production agricole qui ne maximise pas la productivité à court terme du sol en ne faisant pas appel à des intrants chimiques, à l'arrosage ou au drainage, mais plutôt aux ressources naturellement présentes sur place. Pratiquée généralement sur de vastes étendues, elle se caractérise par des rendements à l'hectare relativement faibles et par un plus grand nombre d'emplois par quantité produite, mais avec des revenus parfois très bas.</p>
Agriculture intégrée	<p>L'agriculture intégrée est une agriculture visant à minimiser le recours aux intrants extérieurs à l'exploitation agricole par la mise en œuvre d'une diversité d'ateliers de production, de rotations longues et diversifiées, de restitutions des résidus de cultures ou des déjections animales au sol. Leur mise en œuvre favorise le recyclage des éléments minéraux et la qualité des sols et réduisent les problèmes liés aux ravageurs et aux maladies.</p> <p>Principes :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La restauration ou préservation de la fertilité des sols et d'un environnement diversifié 2. Les moyens biologiques, techniques et chimiques sont utilisés de manière équilibrée pour prendre en compte la protection de

	<p>l'environnement, ainsi que les exigences économiques (rentabilité) et sociales</p> <p>3. Méthodes de lutte intégrée, méthodes de protection des cultures tenant compte d'un seuil de nuisibilité du ravageur, de la maladie, cryptogamique ou virale, au-delà duquel le résultat économique est touché.</p>
Agriculture intensive	<p>Système de production agricole qui repose sur une forte utilisation d'intrants et dont l'objectif est d'optimiser au maximum la production. C'est pourquoi elle est également nommée agriculture productiviste.</p> <p>L'agriculture intensive existe dans deux systèmes opposés, l'un traditionnel, l'autre moderne. En système traditionnel, les ressources humaines sont nombreuses, la force animale est souvent employée, la biodiversité est élevée et plusieurs espèces complémentaires sont parfois cultivées ensemble, mais les moyens matériels (et souvent les disponibilités foncières) sont rares : l'intensification agricole y est fondée sur l'investissement humain maximal par rapport aux autres facteurs de production. Les impacts environnementaux sont faibles. En système moderne, la situation est inverse : les moyens humains sont en grande partie remplacés par des machines ou robots, l'intensification requiert des investissements importants et une utilisation accrue d'intrants agricoles (engrais, produits phytosanitaires, matériel agricole, énergie). C'est ce deuxième système qui est habituellement désigné par l'appellation « agriculture intensive ». Les impacts environnementaux y sont plus importants.</p>
Agriculture itinérante	<p>L'agriculture itinérante est une forme d'agriculture essentiellement basée sur l'autoconsommation, et caractérisée par le défrichage, la mise en culture puis l'abandon (retour à la friche) d'une parcelle dont la fertilité a beaucoup diminué au profit de la culture d'un autre terrain plus fertile.</p>
Agriculture paysanne	<p>L'agriculture paysanne est une idée de l'agriculture qui s'inscrit dans les critères de durabilité, de respect de l'environnement et de conservation du tissu social. C'est une vision qui affirme que l'agriculture n'a pas qu'un rôle de production de denrées alimentaires, mais a aussi un rôle social, environnemental et de maintien de la qualité des produits agricoles.</p> <p>Principes :</p> <ol style="list-style-type: none"> 9. Répartir les volumes de production afin de permettre au plus grand nombre d'accéder au métier et d'en vivre. 10. Être solidaire des paysans des autres régions d'Europe et du monde. 11. Respecter la nature. 12. Valoriser les ressources abondantes et économiser les ressources rares. 13. Rechercher la transparence dans les actes d'achat, de production, de transformation et de vente des produits agricoles. 14. Assurer la bonne qualité gustative et sanitaire des produits. 15. Viser le maximum d'autonomie dans le fonctionnement des exploitations. 16. Rechercher les partenariats avec d'autres acteurs du monde rural. 17. Maintenir la diversité des populations animales élevées et des

	<p>variétés végétales cultivées.</p> <p>18. Raisonner toujours à long terme et de manière globale.</p>
Agriculture raisonnée	L'agriculture raisonnée est un mode de gestion des productions agricoles, visant à minimiser l'impact de l'agriculture sur l'environnement en optimisant les intrants (produits phytosanitaires, fertilisants, aliments pour animaux, etc.) tout en maintenant, voire en améliorant la rentabilité économique des fermes. Elle est issue du constat, qu'au-delà de la quantité optimale d'intrant, leur efficacité n'est plus proportionnelle à la dose appliquée. Les produits chimiques sont donc autorisés dans le cas où le seuil d'efficacité optimale n'est pas dépassé, ce qui assure une meilleure rentabilité économique.
Agriculture urbaine	L'agriculture urbaine et périurbaine (AUP) consiste à cultiver des plantes et à élever des animaux à l'intérieur et aux alentours des villes. Elle peut être pratiquée sur des toits, dans des cours, des potagers partagés et même dans des espaces publics.
Agriculture verticale	La notion de « ferme verticale » ou d'agriculture verticale regroupe divers concepts fondés sur l'idée de cultiver des quantités significatives de produits alimentaires dans des tours, parois ou structures verticales, de manière à produire plus sur une faible emprise au sol, éventuellement en ville pour répondre à des besoins de proximité (filières courtes). Certains projets sont des sortes de gratte-ciel consacrés à l'agriculture.
Agriculture vivrière	Agriculture qui repose essentiellement sur l'autoconsommation et l'économie de subsistance. Elle propose donc un éventail de cultures et d'élevages grâce auquel une famille peut se nourrir et se vêtir tout au long d'une année.
Agro-écologie	Façon de concevoir des systèmes de production qui s'appuient sur les fonctionnalités offertes par les écosystèmes. Elle les amplifie tout en visant à diminuer les pressions sur l'environnement (ex : réduire les émissions de gaz à effet de serre, limiter le recours aux produits phytosanitaires) et à préserver les ressources naturelles. Il s'agit d'utiliser au maximum la nature comme facteur de production en maintenant ses capacités de renouvellement.
Agroforesterie	= L'agroforesterie est un terme générique servant à désigner les systèmes d'utilisation des terres et les pratiques dans lesquelles les plantes ligneuses vivaces sont délibérément intégrées aux cultures agricoles et / ou à l'élevage pour une variété de bénéfices et de service
Artificialisation	= En agriculture, modification du milieu ou des plantes par l'homme dans un objectif d'amélioration de la production agricole
C/N	Le rapport carbone sur azote est un indicateur de la capacité d'un produit organique à se décomposer. Lorsqu'une plante ou amendement organique est déposé au sol, il est dégradé par les micro-organismes. Or ceux-ci ont besoin d'azote pour leur constitution. Si le C/N de l'amendement est supérieur à 25, il y a trop de carbone par rapport à l'azote. Les micro-organismes vont puiser dans les réserves du sol au lieu d'en libérer. C'est le phénomène de faim d'azote. A l'inverse, si le C/N est inférieur à 25, les micro-organismes vont libérer l'azote en excès, à disposition des plantes.
Degrés-jours	Mesure empirique utilisée pour calculer l'accumulation de chaleur qui sert à estimer la durée d'un développement biologique

Échalas	Perche à laquelle on attache des plantes dont la tige ou les rameaux sont trop faibles pour se soutenir naturellement.
Interculture courte	Une <i>interculture</i> est une période comprise entre deux cultures principales. Elle débute à la récolte de la culture précédente et se termine au semis de la culture suivante. L'interculture courte se positionne entre la fin de l'été et le mois de septembre.
Micro-agriculture biointensive	<p>= La micro-agriculture biointensive est un système agricole durable visant à produire une alimentation grâce à une petite parcelle de terre tout en enrichissant en humus le sol cultivé. C'est un système agricole auto-fertile et autonome en semences.</p> <p>Principes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Culture sur buttes avec double-bêchage 2. Apports en matière organique humifiante 3. Semis/plantations en quinconce 4. Association d'espèces à bénéfices réciproques 5. Usage de trois grands types de plantes : <ul style="list-style-type: none"> • les plantes à grains • les légumes-racines et bulbes à forte productivité calorique et protéique • les légumes-feuilles, légumes-fruits, pois et haricots 6. Autoproduction de semences 7. Nécessité de mettre en pratique ces 6 choses à la fois
mob grazing	« pâturage ultra haute densité » ou Mob Grazing. Un grand nombre d'animaux est concentré sur une surface faible pendant une très courte période.
Permaculture	<p>= La permaculture est une méthode systémique et globale qui vise à concevoir des systèmes (par exemple des habitats humains et des systèmes agricoles, mais cela peut être appliqué à n'importe quel système) en s'inspirant de l'écologie naturelle (biomimétisme ou écomimétisme) et de la tradition. Elle n'est pas une méthode figée mais un « mode d'action » qui prend en considération la biodiversité de chaque écosystème. Elle ambitionne une production agricole durable, très économe en énergie (autant en ce qui concerne le carburant que le travail manuel et mécanique) et respectueuse des êtres vivants et de leurs relations réciproques, tout en laissant à la nature « sauvage » le plus de place possible.</p> <p>Principes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Observer et interagir 5. Capter et stocker l'énergie 6. Obtenir une production 7. Appliquer l'autorégulation et accepter la rétroaction 8. Utiliser et valoriser les ressources et les services renouvelables 9. Ne produire aucun déchet 10. La conception, des grandes structures au détails 11. Intégrer au lieu de séparer 12. Utiliser des solutions lentes et à petite échelle 13. Se servir de la diversité et la valoriser 14. Utiliser les bordures et valoriser la marge 15. Face au changement, être inventif
Relay-cropping	Le relay-cropping (culture relai) permet de faire deux cultures en un

	an, en semant la culture d'été dans la culture d'hiver à une date de semis normale, sur des bandes de terre nues où les rangs de semis de la céréale ont été préalablement fermés. Il faut donc anticiper dès le semis de la céréale les opérations culturales à venir pour limiter les pertes mécaniques par écrasement.
Rotation des cultures	La rotation des cultures ou rotation culturale est une technique de gestion du sol cultivé. Elle consiste à faire se succéder sur la même parcelle de terrain des cultures de plantes différentes selon un rythme régulier annuel ou saisonnier. On peut avoir des rotations biennales (sur deux ans), triennales, quadriennales...
Semis direct	La notion de semis direct désigne une technique culturale simplifiée basée sur l'introduction directe de la graine dans le sol, sans passer par le travail du sol
Strip-till	Le strip till (travail en bande) est une technique venue tout droit de l'Amérique du nord. Ce procédé principalement destiné aux cultures à fort espacement entre rangs (maïs, tournesol, betteraves colza...) consiste à préparer le sol uniquement sur la ligne de semis.
TCS	En agriculture, les techniques culturales simplifiées (TCS) ou encore Technique de Conservation des Sols sont des méthodes de travail limitant le travail du sol.
Tête de rotation	Première culture dans une rotation culturale.

E. Bibliographie

- Centre de Développement de l'Agroécologie. (2017, juillet 28). *Les associations de cultures, exemple du colza*. Consulté le août 19, 2019, sur centre-developpement-agroecologie.fr: <https://centre-developpement-agroecologie.fr/associations-de-cultures-exemple-colza/>
- agriculture-de-conservation.com. (2016). *Gilles Sauzet, associer du colza et des légumineuses*. Consulté le août 17, 2019, sur agriculture-de-conservation.com: <https://agriculture-de-conservation.com/Quels-sont-les-benefices-d-une-association.html>
- agriculture-de-conservation.com. (s.d.). *Légumineuse / Bactérie Rhizobium = Symbiose*. Consulté le août 18, 2019, sur agriculture-de-conservation.com: <https://agriculture-de-conservation.com/Legumineuse-Bacterie-Rhizobium-Symbiose.html>
- APPO, C.-W. (2019, avril 30). *Le colza : Pourquoi ne fleurit-il pas bien partout ?*. (C. Cartrysse, & M. De Proft, Édés.) Consulté le mai 14, 2019, sur <http://www.gembloux.ulg.ac.be>: <http://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotecnie-temperee/appo/Menu/avertissements/2019/04-30-2019%20avis%20reseau/CePiCOP%20avis%20reseau%2030avril%202019.pdf>
- APPO, CRA-W. (2018, septembre 25). *Le colza : de la pluie et de la fraîcheur automnale*. (C. Cartrysse, & M. De Proft, Édés.) Consulté le mars 4, 2019, sur www.gembloux.ulg.ac.be: <http://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotecnie-temperee/appo/Menu/avertissements/2018/09-25-2018%20avis%20reseau/CePiCOP%20avis%20reseau%2025%20septembre%202018.pdf>
- APPO, CRA-W. (2018, octobre 9). *Le colza : les altises toujours actives et arrivée des premiers charançons du bourgeon terminal !* (C. Cartrysse, & M. De Proft, Édés.) Consulté le mars 4, 2019, sur www.gembloux.ulg.ac.be: <http://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotecnie-temperee/appo/Menu/avertissements/2018/10-09-2018%20avis%20reseau/CePiCOP%20avis%20reseau%2009%20octobre%202018.pdf>
- APPO, CRA-W. (2018, octobre 2). *Le colza : les grosses altises toujours présentes !* (C. Cartrysse, & M. De Proft, Édés.) Consulté le mars 4, 2019, sur www.gembloux.ulg.ac.be: <http://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotecnie-temperee/appo/Menu/avertissements/2018/10-02-2018%20avis%20reseau/CePiCOP%20avis%20reseau%2002%20octobre%202018.pdf>
- APPO, CRA-W. (2018, octobre 16). *Le colza : un peu de tout en insectes et en stades de développement !* (C. Cartrysse, & M. De Proft, Édés.) Consulté le mars 4, 2019, sur www.gembloux.ulg.ac.be: <http://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotecnie-temperee/appo/Menu/avertissements/2018/10-16-2018%20avis%20reseau/CePiCOP%20avis%20reseau%2016%20octobre%202018.pdf>
- APPO, CRA-W. (2018, octobre 23). *Le colza et les conditions automnales !* (C. Cartrysse, & M. De Proft, Édés.) Consulté le mars 4, 2019, sur www.gembloux.ulg.ac.be: <http://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotecnie-temperee/appo/Menu/avertissements/2018/10-23->

- 2018%20avis%20reseau/CePiCOP%20avis%20reseau%2023%20octobre%202018.pdf
- APPO, CRA-W. (2019, avril 23). *Le colza : Arrivée des charançons des siliques!* (C. Cartrysse, & M. De Proft, Édts.) Consulté le avril 25, 2019, sur [www.gembloux.ulg.ac.be: http://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotempere/appo/Menu/avertissements/2019/04-23-2019%20avis%20reseau/CePiCOP%20avis%20reseau%2023avril%202019.pdf](http://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotempere/appo/Menu/avertissements/2019/04-23-2019%20avis%20reseau/CePiCOP%20avis%20reseau%2023avril%202019.pdf)
- APPO, CRA-W. (2019, mars 19). *Le colza : Faible présence d'insectes après la tempête.* (C. Cartrysse, & M. De Proft, Édts.) Consulté le avril 25, 2019, sur [www.gembloux.ulg.ac.be: http://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotempere/appo/Menu/avertissements/index.htm](http://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotempere/appo/Menu/avertissements/index.htm)
- APPO, CRA-W. (2019, mars 26). *Le colza : Présence de méligèthes dans les inflorescences.* Consulté le avril 25, 2019, sur [www.gembloux.ulg.ac.be: http://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotempere/appo/Menu/avertissements/2019/03-26-2019%20avis%20reseau/CePiCOP%20avis%20reseau%2026%20mars%202019.pdf](http://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotempere/appo/Menu/avertissements/2019/03-26-2019%20avis%20reseau/CePiCOP%20avis%20reseau%2026%20mars%202019.pdf)
- APPO, CRA-W. (2019, avril 1). *Le colza : Toujours sous la menace des méligèthes .* (C. Cartrysse, & M. De Proft, Édts.) Consulté le avril 25, 2019, sur [http://www.gembloux.ulg.ac.be: http://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotempere/appo/Menu/avertissements/2019/04-01-2019%20avis%20reseau/CePiCOP%20avis%20reseau%2001avril%202019.pdf](http://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotempere/appo/Menu/avertissements/2019/04-01-2019%20avis%20reseau/CePiCOP%20avis%20reseau%2001avril%202019.pdf)
- APPO, CRA-W. (2019, avril 9). *Le colza : Vers le début de la floraison !* Consulté le avril 25, 2019, sur [www.gembloux.ulg.ac.be: http://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotempere/appo/Menu/avertissements/2019/04-09-2019%20avis%20reseau/CePiCOP%20avis%20reseau%2009avril%202019.pdf](http://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotempere/appo/Menu/avertissements/2019/04-09-2019%20avis%20reseau/CePiCOP%20avis%20reseau%2009avril%202019.pdf)
- APPO, CRA-W. (2019, mars 22). *Le colza : Vol de méligèthes.* (C. Cartrysse, & M. De Proft, Édts.) Consulté le avril 25, 2019, sur [www.gembloux.ulg.ac.be: http://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotempere/appo/Menu/avertissements/2019/03-22-2019%20avis%20reseau/CePiCOP%20avis%20reseau%2022%20mars%202019.pdf](http://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotempere/appo/Menu/avertissements/2019/03-22-2019%20avis%20reseau/CePiCOP%20avis%20reseau%2022%20mars%202019.pdf)
- APPO, CRA-W. (2019, avril 16). *Le colza commence à fleurir !* (C. Cartrysse, & M. De Proft, Édts.) Consulté le avril 25, 2019, sur [www.gembloux.ulg.ac.be: http://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotempere/appo/Menu/avertissements/2019/04-16-2019%20avis%20reseau/CePiCOP%20avis%20reseau%2016avril%202019.pdf](http://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotempere/appo/Menu/avertissements/2019/04-16-2019%20avis%20reseau/CePiCOP%20avis%20reseau%2016avril%202019.pdf)
- asbl A.P.P.O. (s.d.). *Le colza d'hiver: l'essentiel de la culture.* Consulté le août 20, 2019, sur [www.appo.be: https://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotempere/appo/Menu/conduite_des_cultures/Colza/Culture%20de%20colza%20L%20essentiel.pdf](https://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotempere/appo/Menu/conduite_des_cultures/Colza/Culture%20de%20colza%20L%20essentiel.pdf)
- BASF. (2006). *La culture du colza d'hiver en Belgique.* 58. Belgique: BASF Belgium B.U. Crop Protection.
- BASF France Agro. (2019). *Le charançon des siliques.* Consulté le mars 8, 2019, sur [www.agro.basf.fr: https://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/fr/cultures/le_colza/les_maladies_ravageurs_advences1_pgc/les_ravageurs3_pgc/charancon_des_siliques_1.html](https://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/fr/cultures/le_colza/les_maladies_ravageurs_advences1_pgc/les_ravageurs3_pgc/charancon_des_siliques_1.html)

- BASF France Agro. (2019). *Le charançon des tiges*. Consulté le mars 7, 2019, sur www.agro.basf.fr: https://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/fr/cultures/le_colza/opticolza/charancon_des_tiges_1.html
- BASF France Agro. (2019). *Le charançon du bourgeon terminal*. Consulté le mars 7, 2019, sur www.agro.basf.fr: https://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/fr/cultures/le_colza/les_maladies_ravageurs_advantages1_pgc/les_ravageurs3_pgc/charancon_du_bourgeon_terminal.html
- BASF France Agro. (2019). *Maîtrisez les limaces avant les semis de colza*. Consulté le mars 7, 2019, sur www.agro.basf.fr: https://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/fr/cultures/le_colza/opticolza/limaces.html
- Bedoussac, L., & Journet, E.-P. (2017, avril 13). *Culture associée*. Consulté le mars 13, 2019, sur Dictionnaire d'agro-écologie: <https://dicoagroecologie.fr/encyclopedie/culture-associee/>
- Bio Jardin Services. (s.d.). *La milpa, mère de toutes les cultures associées*. Consulté le 13 3, 2019, sur Bio Jardin Services: <http://biojardinservices.com/jardinage-bio/articles-jardin/la-milpa-mere-de-toutes-les-cultures-associees.php>
- bio-enligne.com. (2018, décembre 29). *Cultures associées: Définition, avantages, exemples et effets bénéfiques*. Consulté le avril 1, 2019, sur bio-enligne.com: <https://www.bio-enligne.com/jardin-biologique/289-culture-associee.html>
- Boucher, P. (2015, mars 14). *Tentez la Joualle : le compagnonnage des plantes au service de nos jardins*. Consulté le mars 13, 2019, sur ConsoGlobe: <https://www.consoglobe.com/joualle-compagnonnage-plantes-cg>
- Brieuc, Q. (2019). *L'agriculture Wallonne en chiffres* (éd. SPW). Jambes, Belgique. Consulté le mai 9, 2019, sur <https://agriculture.wallonie.be/documents/20182/43924/Rapport2019.pdf/da2b01ba-1f78-4fd2-a09f-2b03b5a5bdd4>
- Brieuc, Q. (2019). *L'agriculture Wallonne en chiffres* (éd. SPW). Jambes, Belgique. Consulté le mai 9, 2019, sur <https://agriculture.wallonie.be/documents/20182/21858/FR-2015.pdf/591e9fba-0df8-43a3-ac3a-042aeb83714c>
- Cadillon, A. (2013, janvier). *couvert végétal pendant l'interculture en AB: caractéristiques des espèces*. Consulté le août 18, 2019, sur <https://agriculture-de-conservation.com>: <https://agriculture-de-conservation.com/sites/agriculture-de-conservation.com/IMG/pdf/interculture-bio-2013.pdf>
- Cadoux, S., & Sauzet, G. (2016). *Colza associé à un couvert de légumineuses gélives*. Thiverval-Grignon, France: Terres Inovia.
- Cadoux, S., & Sauzet, G. (2016, octobre). Colza associé, des bénéfiques agronomiques confirmés. *Perspectives agricoles* (n°437), p. 66.
- Carette, M. (2017, juillet/août). Rendement et régularité: des marges de manœuvres existent. *Cultivar* (n°700), p. 22.
- Carré latin*. (2018). Récupéré sur Wikipédia: https://fr.wikipedia.org/wiki/Carr%C3%A9_latin
- Cartrysse, C. (2018, août 14). Le colza d'hiver en 2017-2018: retour sur l'emprise des «anomalies» climatiques! *le sillon belge*. Consulté le mai 9, 2019, sur

- <https://www.sillonbelge.be/2925/article/2018-08-14/le-colza-dhiver-en-2017-2018-retour-sur-lemprise-des-anomalies-climatiques>
- Cartrysse, C. (2019, août 13). COLZA 2020 : c'est déjà demain ! Nalines. Récupéré sur https://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotechnie-temperee/appo/Menu/conduite_des_cultures/Colza/INFO/2019/resultats2019/colza%20APPO%20Nalines%20expose%202019.pdf
- Cartrysse, C., & De Proft, M. (2018, septembre 19). Culture de colza d'hiver: du soleil mais également des altises! *Le sillon belge*. Consulté le février 13, 2019, sur <https://www.sillonbelge.be/3111/article/2018-09-19/culture-de-colza-dhiver-du-soleil-mais-egalement-des-altises>
- Cartrysse, C., & De Proft, M. (2018, novembre 9). Le colza d'hiver au début novembre: les insectes sont toujours présents! *Le sillon belge*. Consulté le février 13, 2019, sur <https://www.sillonbelge.be/3359/article/2018-11-09/le-colza-dhiver-au-debut-novembre-les-insectes-sont-toujours-presents>
- Cartrysse, C., & De Proft, M. (2018, septembre 12). Les premières altises sont là, déjà! *Le sillon belge*. Consulté le février 13, 2019, sur <https://www.sillonbelge.be/3069/article/2018-09-12/les-premieres-altises-sont-la-deja>
- Cartrysse, C., & De Proft, M. (2019, mars 1). Culture de colza d'hiver : douceur record en cette fin février et arrivée précoce des premiers insectes. *Le Sillon belge* (n°3855), 17. Consulté le mars 4, 2019, sur <https://www.sillonbelge.be/3866/article/2019-02-28/colza-dhiver-douceur-record-en-cette-fin-fevrier-et-arrivee-precoce-des-premiers>
- CETIOM. (2005). *Petit guide pratique du CETIOM : Les insectes du colza*. Thiverval-Grignon: CETIOM.
- Chèze, B. (1993). *Les matériels de travail du sol, semis et plantation* (éd. 1re, Vol. 3). Paris, France: CEMAGREF.
- David, P., Descombe, C., & Bedoussac, L. (2016, septembre 2). *Semis direct sous couvert végétal*. Consulté le mai 9, 2019, sur Dictionnaire d'agroécologie: <https://dicoagroecologie.fr/encyclopedie/semis-direct-sous-couvert-vegetal/>
- DEKALB. (s.d.). Consulté le août 15, 2019, sur www.dekalb.fr: https://www.dekalb.fr/documents/37663/0/20170531+BENEFIT+GUIDE+TRANSLATED+VF.compressed.pdf/d89a8c2c-1b19-4158-aa0c-d56a18f99652
- Dufosse, E. (2018). *Étude de la technique du colza d'hiver en culture associée* (éd. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Bachelier en agronomie, finalité Technique et Gestion Agricole). HEPN, Namur, Belgique.
- FAO. (2019). *les principes de l'agriculture de conservation*. Consulté le février 7, 2019, sur www.fao.org: http://www.fao.org/conservation-agriculture/fr/
- FOP (Fédération Française des Producteurs d'Oléagineux et de Protéagineux). (2019). *Colza*. (F. F. Protéagineux, Éd.) Consulté le août 7, 2019, sur www.fopoleopro.com: http://www.fopoleopro.com/la-fop/nos-cultures/colza/
- Frédéric, T., & Archambeaud, M. (2013). *Les couverts végétaux, gestion pratique de l'interculture*. Paris, France: Éditions France Agricole.
- Gagnon, M.-È. (2017). *Caractérisation de la guilda des ennemis naturels du méligèthe des crucifères (Brassicogethes viridescens, Coleoptera : Nitidulidae) dans la culture du canola dans la région néartique* (éd. Mémoire présenté comme exigence partielle de la

- maîtrise en biologie). Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec. Consulté le mars 11, 2019, sur <https://archipel.uqam.ca/10774/1/M15243.pdf>
- Gautellier, L., & Bonin, L. (2017, mars). Gestion des adventices, diversifier au maximum les cultures et les moyens de luttés. *Perspectives agricoles*(n°442), p. 66.
- Greenotec. (2018).
- Greenotec. (2019). *Les Greenofiches*. (Greenotec, Éd.) Consulté le août 20, 2019, sur www.greenotec.be: <http://www.greenotec.be/pages/c-est-pratique/les-greenofiches.html>
- Greenotec. (2019). *Page d'accueil*. (A. Greenotec, Éditeur) Consulté le février 11, 2019, sur www.greenotec.be: <http://www.greenotec.be/>
- Guihard, M.-D. (2013, septembre/octobre). Associations avec des légumineuses, les idées reçues sur l'azote s'effondrent. *TCS Techniques Culturelles Simplifiées* (n°74), p. 34.
- Heitz, L. (2017, septembre 21). *La Milpa, une association de culture gagnant-gagnant*. Consulté le mars 13, 2019, sur www.alsagarden.com: <https://www.alsagarden.com/blog/la-milpa-une-association-de-culture-gagnant-gagnant/>
- Hirschy, M., & Blocaille, s. (2019, janvier 30). *Associer le colza à des plantes de service gélives*. Consulté le août 24, 2019, sur geco.ecophytopic.fr: https://geco.ecophytopic.fr/concept/-/concept/voir/http%25A%25F%25Fwww%25Egeco%25Eecophytopic%25Efr%25Fgeco%25Fconcept%25Fimplanter_Un_Couvert_De_Legumineuses_En_Association_Avec_Le_Colza
- Hoffmann, J. (2016). *les associations de cultures, associez vos plantes pour lutter efficacement contre les ravageurs et les maladies*. Consulté le avril 1, 2019, sur defi-ecologique.com: http://ekladata.com/raem-y14OBWCmoMH_Us5ljHqHTML.pdf
- INRA. (2017, février 26). *L'agriculture de conservation : faut-il labourer le sol?* (P. Mollier, Éd.) Consulté le février 7, 2019, sur <http://www.inra.fr>: <http://www.inra.fr/Chercheurs-etudiants/Agroecologie/Tous-les-dossiers/L-agriculture-de-conservation>
- INRA. (s.d.). *Méligèthe des crucifères*. Consulté le mars 11, 2019, sur [inra.fr](http://www.inra.fr): <https://www7.inra.fr/hyppz/RAVAGEUR/3melvir.htm>
- INRA. (s.d.). *Méligèthe du colza*. Consulté le mars 11, 2019, sur [inra.fr](http://www.inra.fr): <https://www7.inra.fr/hyppz/RAVAGEUR/3melaen.htm>
- INRA science & impact. (2014). *Associations végétales*. École Supérieure d'Agriculture, Angers. Récupéré sur <https://www6.inra.fr/ciag/content/download/5547/42335/file/RevueIAvolume40.pdf>
- INRA, Arvalis, IRD, PerfCom, & ANR. (2015, décembre). Les Cultures Associées céréale/légumineuse, en agriculture "bas intrants" dans le Sud de la France. (P. Hinsinger, Éd.) p. 28.
- INRA, Arvalis, IRD, PerfCom, ANR. (Décembre 2012). *Les Cultures Associées céréale/légumineuse, en agriculture "bas intrants" dans le Sud de la France*. (P. Hinsinger, Éd.) France. Récupéré sur <http://inra-dam-front-resources-cdn.brainsonic.com/ressources/afile/246508-6e585-resource-article-inra-toulouse-cultures-associees.html>

- Institut Phytofar. (2015, novembre 5). *La technique du colza et couverts associés : optimiser la culture du colza en lui associant d'autres espèces végétales*. Bruxelles: Institut Phytofar Instituut.
- Labreuche, J., & Carton, N. (2015, avril). Les couverts et cultures: des complémentarités à optimiser. *Perspectives agricoles* (n°421), p. 66.
- Labreuche, J., & Sauzet, G. (2016, septembre). Bénéficiaire à plein de l'effet "couvert". *Perspectives agricoles*(n°436), p. 63.
- Labreuche, J., Edeline, P., & Sauzet, G. (2017, avril). Implantation d'un couvert permanent : le colza, une culture bien adaptée. *Perspectives agricoles* (n°443), 66. Récupéré sur https://www.perspectives-agricoles.com/file/galleryelement/pj/6a/50/59/f5/443_1831496138593410766.pdf
- Labreuche, J., Légère, R., Sauzet, G., Bouet, S., & Deneufbourg, F. (2015, avril). Les légumineuses pérennes profitent à couvert. *Perspectives agricoles* (n°421), 66.
- Lambert, A. (2018, juillet/août). Couverture permanente: Le couvert ne solutionne pas le salissement. *Cultivar* (n°709), p. 22.
- Le Quemener, A. (2018, septembre). Association de cultures, les avantages de chaque espèce sans leurs défauts. *Cultivar*(n°87), p. 50.
- Lecourtier, M. (2018, juillet/août). Colza associés: les essayer, c'est les adopter. *Cultivar* (n°709), p. 22.
- Les associations colza-légumineuse et importance de la relation azote/soufre (décembre 15, 2017). Consulté le février 18, 2019
- Lévêque, O. (2018, juillet/août). Le colza en bonne compagnie: Des plantes compagnes pour moins de phyto. *Cultivar*, n°709, p. 22.
- Louarn, G., & al. (2017). *Dynamique de l'azote dans les associations graminées-légumineuses : quels leviers pour valoriser l'azote fixé ?* Belgrade, Serbie. Consulté le 04 04, 2018, sur <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01484832/document>
- Loubes, F., Brasiles, V., & Sarthou, J.-P. (2016, août 7). *Couverture végétale permanente*. Consulté le janvier 6, 2019, sur [dicoagroecologie.fr: https://dicoagroecologie.fr/encyclopedie/couverture-vegetale-permanente/](https://dicoagroecologie.fr/encyclopedie/couverture-vegetale-permanente/)
- Meyer, C. (s.d.). *Dictionnaire des Sciences Animales*. Consulté le août 7, 2019, sur [dico-sciences-animales.cirad.fr: http://dico-sciences-animales.cirad.fr/liste-mots.php?fiche=7016&def=colza](http://dico-sciences-animales.cirad.fr/liste-mots.php?fiche=7016&def=colza)
- Milou, C. (2016, septembre). Le semis direct sous couvert: Dent ou disque, un débat sous conditions. *Cultivar* (n°69), p. 23.
- Milou, C. (2016, mai/juin). Semis sous couvert, Couvrez ce sol que je ne saurais voir ! *Cultivar*(n°67), p. 50.
- Ministère de l'Agriculture. (2013, septembre). L'agriculture de conservation. *Centre d'études et de prospectives*(Analyse n°61). (N. Schaller, Éd.) Consulté le février 7, 2019, sur <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=18&ved=2ahUKEwi90v64pangAhVEaFAKHd4CDn8QFjARegQIChAC&url=http%3A%2F%2Fagriculture.gouv.fr%2Ffile%2Fagriculture-de-conservation%2Fdownload&usg=AOvVaw0yWibuTMdNCwu4KiM0qjbW>

- Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation. (2013, avril 22). *Qu'est-ce que l'agro-écologie ?* Consulté le février 11, 2019, sur Alim'agri: <https://agriculture.gouv.fr/quest-ce-que-lagro-ecologie>
- Moureaux, B., & Sauzet, G. (2016, septembre). Valoriser les avantages agronomiques du colza associé. *Perspectives agricoles*(n°436), p. 63.
- PROTECTEAU. (2018, avril). *Fertilisation du colza*. Consulté le mai 14, 2019, sur protecteau.be: [https://protecteau.be/resources/shared/publications/fiches-techniques/Fertilisation/PE_6.6_FertilisationColza\(1804\).pdf](https://protecteau.be/resources/shared/publications/fiches-techniques/Fertilisation/PE_6.6_FertilisationColza(1804).pdf)
- Robert, C. (2017, février). Colza, diminuer les insecticide c'est possible. *Perspectives agricoles* (n°441), p. 62.
- Rouanet, G. (1984). *Le Maïs* (éd. Éditions Maisonneuve et Larose). Paris, France: Maisonneuve et Larose . Consulté le avril 2, 2019, sur www.nzdl.org: <http://www.nzdl.org/gsdldmod?e=d-00000-00---off-0unesco--00-0----0-10-0---0---0direct-10---4-----0-11--11-en-50---20-about---00-0-1-00-0--4---0-0-11-10-0utfZz-8-10&cl=CL2.3&d=HASH01a6bd5ef8d57538f6030bcc.6.2.2>=1>
- Roussel, G. (2009). *Le hautain*. Consulté le mars 25, 2019, sur www.arbre-celtique.com: <http://www.arbre-celtique.com/forum/hautain-7319.htm>
- Sauzet, G. (2016, janvier/février). Colza associé avec des légumineuses, gestion de la fertilisation azotée. *TCS Techniques Culturelles Simplifiées* (n°86), p. 34. Récupéré sur <https://agriculture-de-conservation.com/sites/agriculture-de-conservation.com/IMG/pdf/colza-associe-tcs-86.pdf>
- Sauzet, G. (2018). Association de culture: le colza associé.
- Sauzet, G. (2019). Agriculture de Conservation, Colza Associé, Couvert Permanent et Semis Direct. *Assemblée Générale Greenotec 2019*. Biesme: Terre Inovia. Consulté le février 14, 2019
- Syngenta. (2019). *Altise des crucifères ou petite altise*. Consulté le mars 7, 2019, sur www.syngenta.fr: <https://www.syngenta.fr/traitements/altise-des-cruciferes-ou-petite-altise>
- Syngenta. (2019). *Altise d'hiver ou grosse altise*. Consulté le mars 7, 2019, sur www.syngenta.fr: <https://www.syngenta.fr/traitements/altise-dhiver-ou-grosse-altise>
- Syngenta. (2019). *Cécidomyie des siliques des crucifères*. Consulté le mars 7, 2019, sur www.syngenta.fr: <https://www.syngenta.fr/traitements/cecidomyie-des-siliques-des-cruciferes>
- Syngenta. (2019). *Méligèthe du colza*. Consulté le mars 11, 2019, sur www.syngenta.fr: <https://www.syngenta.fr/traitements/meligethe-du-colza>
- Syngenta. (2019). *Puceron cendré du chou*. Consulté le mars 7, 2019, sur www.syngenta.fr: <https://www.syngenta.fr/traitements/puceron-cendre-du-chou>
- Terres Inovia. (2018). *Conduite de culture colza 2018*. Thiverval-Grignon, France: Terres Inovia. Consulté le février 13, 2019, sur http://www.terresinovia.fr/fileadmin/cetiom/kiosque/brochures_colza/Guide_colza_2018/guide_culture_colza2018.pdf
- Terres Inovia. (s.d.). *Attaques d'oiseaux sur colza*. Consulté le mars 11, 2019, sur <http://www.terresinovia.fr>: <http://www.terresinovia.fr/colza/cultiver-du-colza/ravageurs/oiseaux/>

- Terres Univia. (s.d.). *Colza*. Consulté le août 7, 2019, sur [www.terresunivia.fr: http://www.terresunivia.fr/cultures-utilisation/les-especes-cultivees/colza](http://www.terresunivia.fr/cultures-utilisation/les-especes-cultivees/colza)
- Terres Univia. (s.d.). *Tourteaux d'oléagineux*. Consulté le août 8, 2019, sur [www.terresunivia.fr: http://www.terresunivia.fr/produitsdebouches/alimentation-animale/tourteaux-d-oleagineux](http://www.terresunivia.fr/produitsdebouches/alimentation-animale/tourteaux-d-oleagineux)
- Thomas, F. (2017, juin/juillet/août). Colza associé, un couvert à pâturer. *TCS Techniques Culturelles Simplifiées*(n°93), p. 35.
- Thomas, F., & Sauzet, G. (2011, juin/juillet/août). Colza: tour d'horizon technique avec Gilles Sauzet (CETIOM). *TCS Techniques Culturelles simplifiées* (n°63), p. 38.
- Thomas, F., & Waligora, C. (2016, juin/juillet/août). Colza, opportunités et économies. *TCS Techniques Culturelles Simplifiées*(n°88), p. 34.
- ValBiom. (s.d.). *Fiche 1 : la culture de colza*. Consulté le août 8, 2019, sur [energie.wallonie.be: https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/?IDR=4832](https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/?IDR=4832)
- Verhaeghe-Cartrysse, C. (2018, août 13). Colza 2018 et le changement climatique ! 64. Nalinnes, Hainaut, Belgique: ASBL APPO. Consulté le février 13, 2019, sur http://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotechnie-temperec/appo/Menu/conduite_des_cultures/Colza/INFO/2018/resultats/expose%202018%20colza%20APPO%20Nalinnes.pdf
- Viaux, P. (2012). *Systèmes intégrés: une troisième voie en grande culture*. Paris, France: France Agricole.
- Vinopôle. (2017). *Fiche légumineuse*. Consulté le août 10, 2019, sur [www.vinopole.com: https://www.vinopole.com/fileadmin/user_upload/fichiers_vinopole/Agronomie/Entretien_de_la_fertilite/Fiches_-_Legumineuses_-_L_Cazenave_Vinopole_2017.pdf](https://www.vinopole.com/fileadmin/user_upload/fichiers_vinopole/Agronomie/Entretien_de_la_fertilite/Fiches_-_Legumineuses_-_L_Cazenave_Vinopole_2017.pdf)
- Waligora, C. (2013, mars/avril/mai). Des brebis et dix ans de SD. *TCS Techniques Culturelles Simplifiées* (n°72), p. 34.
- Waligora, C. (2016, septembre). Limaces, leurs préférences alimentaires. *Cultivar*(n°69), p. 50.
- Waligora, C. (2017, janvier). Couvert à durée indéterminée, Arvalis mène l'enquête... *Cultivar*(n°72), p. 52.
- Wikipédia. (2019, février 19). *Carré latin*. Consulté le août 25, 2019, sur Wikipédia: https://fr.wikipedia.org/wiki/Carr%C3%A9_latin
- Wikipédia. (2019, février 26). *Hautain*. Consulté le mars 25, 2019, sur Wikipédia: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Hautain>
- www.semences-de-colza.fr. (2015). *Les bioagresseurs du Colza*. Consulté le janvier 5, 2019, sur [www.semences-de-colza.com: http://www.semences-de-colza.com](http://www.semences-de-colza.com): <http://www.semences-de-colza.fr/bioagresseurs-colza.html>
- YARA. (2019). *Le colza dans le contexte oléagineux mondial*. Consulté le août 7, 2019, sur [www.yara.fr: https://www.yara.fr/fertilisation/solutions-pour-cultures/colza/colza-dans-contexte-oleagineux-mondial/](https://www.yara.fr/fertilisation/solutions-pour-cultures/colza/colza-dans-contexte-oleagineux-mondial/)
- YARA. (2019). *Production mondiale*. Consulté le août 7, 2019, sur [www.yara.fr: https://www.yara.fr/fertilisation/solutions-pour-cultures/colza/production-mondiale-colza/](https://www.yara.fr/fertilisation/solutions-pour-cultures/colza/production-mondiale-colza/)

F. Table des figures

Figure 1 : les différentes études organisées par Greenotec (source : http://www.greenotec.be/)	13
Figure 2 : Schéma des différents systèmes de production agricole (source : DE SMIDT Marie-Aline).....	19
Figure 3 : La production de colza en Belgique (source : https://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotechnie-temperee/appo/Menu/production_stats/zstats_productionx.html)	24
Figure 4 : Étapes de transformation des graines de colza en huile et autres dérivés (source : http://controverses.sciences-po.fr/archive/biocarburants/images/schema2.png)	27
Figure 5 : cycle de reproduction des limaces (sources : http://tpelimace.e-monsite.com/pages/presentation.html).....	30
Figure 6 : Image d'un hypocotyle (source : http://idao.cirad.fr/content/adventoi/defs/plantule_fr.gif).....	30
Figure 7 : 2 espèces de petites altises : à gauche : <i>Phyllotreta atra</i> , à droite : <i>Phyllotreta nemorum</i> (source : https://www.bayer-agri.fr/fileadmin/_processed_/9/2/csm_Petite-altise_01_abe20c7027.jpg).....	32
Figure 8 : Grosse altise adulte (source : www.terre-net.fr).....	32
Figure 9 : Larve de grosse altise (source : www.terre-net.fr).....	32
Figure 10 : Cycle biologique de la grosse altise (source : http://www.agriculture-de-demain.fr/Cultures/COLZA/ravageurs/Grosse_altise/gr_altise_cycle.JPG).....	33
Figure 11 : Charançon du bourgeon terminal adulte (source : www.agrifind.fr).....	34
Figure 12 : Larve de charançon du bourgeon terminal (source : www.terresinovia.fr).....	34
Figure 13 : Cycle du charançon du bourgeon terminal (source : (CETIOM, 2005)).....	34
Figure 14 : Puceron cendré du chou (source : http://static.jardipedia.com/photos_animal/Puceron-cendre-du-chou__1.jpg)	35
Figure 15 : Cycle du puceron cendré du chou (source : (CETIOM, 2005))	35
Figure 16 : Méligèthe des crucifères (<i>Meligethes viridescens</i> F.) + larve (source : https://www.agrireseau.net/documents/Document_95710.pdf).....	36
Figure 17 : Méligèthe du colza (<i>Meligethes aeneus</i>) + larves (source : docplayer.fr).....	36
Figure 18 : charançon de la tige du chou et charançon de la tige de colza (source : ardennes.chambre-agriculture.fr)	38
Figure 19 : Cycle du charançon de la tige (source : www.agriculture-de-demain.fr).....	38
Figure 20 : Charançon des siliques (source : www.agro.basf.fr).....	40
Figure 21 : Cycle du charançon des siliques (source : www.agriculture-de-demain.fr)	40
Figure 22 : Cécidomyie des siliques (source : Syngenta)	41
Figure 23 : Larves de cécidomyie des siliques (source : Syngenta).....	41
Figure 24 : Cycle de la cécidomyie des siliques	41

Figure 25 : Les ravageurs mineurs du colza (source : CETIOM. (2005). Petit guide pratique du CETIOM : Les insectes du colza. Thiverval-Grignon: CETIOM.).....	42
Figure 26 : Colza atteint du sclérotinia (source : BASF)	43
Figure 27 : Cycle du sclérotinia (source : CETIOM).....	43
Figure 28 : Feuille de colza atteinte par le cylindrosporiose (source : Terres Inovia).....	44
Figure 29 : Cycle de la cylindrosporiose du colza (source : CETIOM).....	44
Figure 30 : Cycle d'Alternaria en colza (source : CETIOM).....	45
Figure 31 : Symptôme d'alternaria sur colza (source : www.agrifind.fr	45
Figure 32 : Cycle du phoma en colza (source : CETIOM)	45
Figure 33 : Cycle de l'oïdium sur colza (source : CETIOM)	46
Figure 34 : Symptôme d'oïdium sur colza (source : Bayer-agri).....	46
Figure 35 : Interventions en culture de colza d'hiver (source : BASF ; Terres Inovia ; http://blog.agriconomie.com/comment-cultiver-du-colza/)	47
Figure 36 : méthode des « trois sœurs » - Femme semant haricot et courges aux pied du maïs (source : www.ecolopop.info).....	48
Figure 37 : technique de joualle (source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Joualle)	49
Figure 38 : Affiche de Greenotec dans les champs d'agriculteur membre (source : http://www.greenotec.be/)	50
Figure 39 : Colza associé à des légumineuse pérennes (source : (Sauzet, Agriculture de Conservation, Colza Associé, Couvert Permanent et Semis Direct, 2019))	56
Figure 40 : Les différents systèmes racinaires de plantes compagnes (source : SKY agriculture)	62
Figure 41 : Stade de végétation du colza (source : (www.semences-de-colza.fr, 2015))	63
Figure 42 : photographie des nodosités d'une féverole (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 27 février 2019 à Corbais).....	63
Figure 43 : Précocité et architecture aérienne des légumineuses (source : (Sauzet, Agriculture de Conservation, Colza Associé, Couvert Permanent et Semis Direct, 2019))	64
Figure 44 : Développement du colza et du couvert associé en début de cycle (source : (Sauzet, Agriculture de Conservation, Colza Associé, Couvert Permanent et Semis Direct, 2019))	64
Figure 45 : Programme de désherbage anti-dicotylédones (sources : (Greenotec, Les Greenofiches, 2019)).....	89
Figure 46 : Interactions pour les ressources entre le couvert et la culture (source : (Labreuche & Carton, Les couverts et cultures: des complémentarités à optimiser, 2015)).....	96
Figure 47 : Effet pâturage de vaches dans un colza associé en Maure-de-Bretagne (source : TCS n°86 (Sauzet, Colza associé avec des légumineuses, gestion de la fertilisation azotée, 2016))	106
Figure 48 : Dégâts sur colza provoqués par les morsures d'altises (source : DESSART François, le 12 septembre 2018 dans l'essai de Corbais).....	111
Figure 49 : Dégâts de larves de charançons de la tige de colza (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 30 avril et le 4 juin 2019 dans le champs d'essai à Fromiée).....	116

Figure 50 : Répartition des essais de colza associé 2018-2019 (source : Google Maps).....	118
Figure 51 : Mesures effectuées dans les essais au cours de la campagne 2018-2019.....	122
Figure 52 : plan des essais à Corbais.....	123
Figure 53 : Plan de l'essai pâturage et couvert à Corbais	124
Figure 54 : Pâturage de moutons (gauche) et colza associé non pâturé (droite).....	125
Figure 55 : Essai colza associé détruit par un produit phytopharmaceutique (source : DE SMIDT Marie-Aline, Saint-Gérard le 10 mai 2019).....	136
Figure 56 : Comparaison entre le colza sain et le colza détruit par un produit phytopharmaceutique (source : DE SMIDT Marie-Aline, Saint-Gérard le 10 mai 2019).....	136
Figure 57 : Essai de colza associé qui a été broyé (source : DE SMIDT Marie-Aline, Saint-Gérard le 15 mai 2019).....	136
Figure 58 : Comptage morsures d'altises sur colza (source : Greenotec, le 12 septembre 2018 à Corbais).....	140
Figure 59 : Comptage morsures d'altises sur colza (source : Greenotec, le 13 septembre 2018 à Fromiée)	140
Figure 60 : Mesure de la biomasse aérienne fraîche en sortie d'hiver (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 26 février 2019 à Fromiée)	141
Figure 61 Prélèvement des nitrates dans les sols (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 12 février 2019 à Corbais).....	142
Figure 62 : Tamisage des échantillons de sol (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 15 février 2019 à Corroy-le-Grand).....	142
Figure 63 : Échantillon de sol pour la pesée de matière sèche (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 15 février 2019 à Corroy-le-Grand)	143
Figure 64 : Pesée de l'échantillon de sol pour l'extraction des nitrates (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 15 février 2019 à Corroy-le-Grand).....	143
Figure 65 Extraction des nitrates des sols : en haut à gauche : la baratte utilisée pour agiter le mélange pendant 30 minutes ; à droite et en bas : filtration de la solution contenant les nitrates (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 15 février 2019 à Corroy-le-Grand).....	144
Figure 66 : Mise en place du test de Berlèse (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 26 février 2019 aux locaux du CRA-W à Gembloux)	145
Figure 67 : Colza séché après quelques semaines de séchage, larves récupérées dans le seau (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 14 mars 2019 aux locaux du CRA-W à Gembloux)..	145
Figure 68 : Moissonneuse expérimentale de Redebel (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 24 août 2019 à Corbais)	146
Figure 69 : moissonneuse qui détoure l'essai de colza (DE SMIDT Marie-Aline, le 24 août 2019 à Corbais)	146
Figure 70 : Récolte du colza dans le big-bag, photographie du peson (en bas à droite) (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 25 août 2019 à Ocquier).....	146
Figure 71 : Trieuse de graines (à gauche et à droite), graines de féverole triées (au centre) (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 1 août 2019 à Corbais)	147

Figure 72 : Récolte du froment après colza (à gauche : moissonneuse expérimentale de Redebel le 1 août 2019 ; à droite : moissonneuse-batteuse pour les longues bandes le 2 août 2019) (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 1 août 2019 à Corbais ; le 2 août 2019 à Terwagne)..... 147

Figure 73 : Pesée du big-bag avec peson sur les fourches d'un télescopique (source : DE SMIDT Marie-Aline, le 2 août 2019 à Terwagne)..... 147

G. Table des tableaux

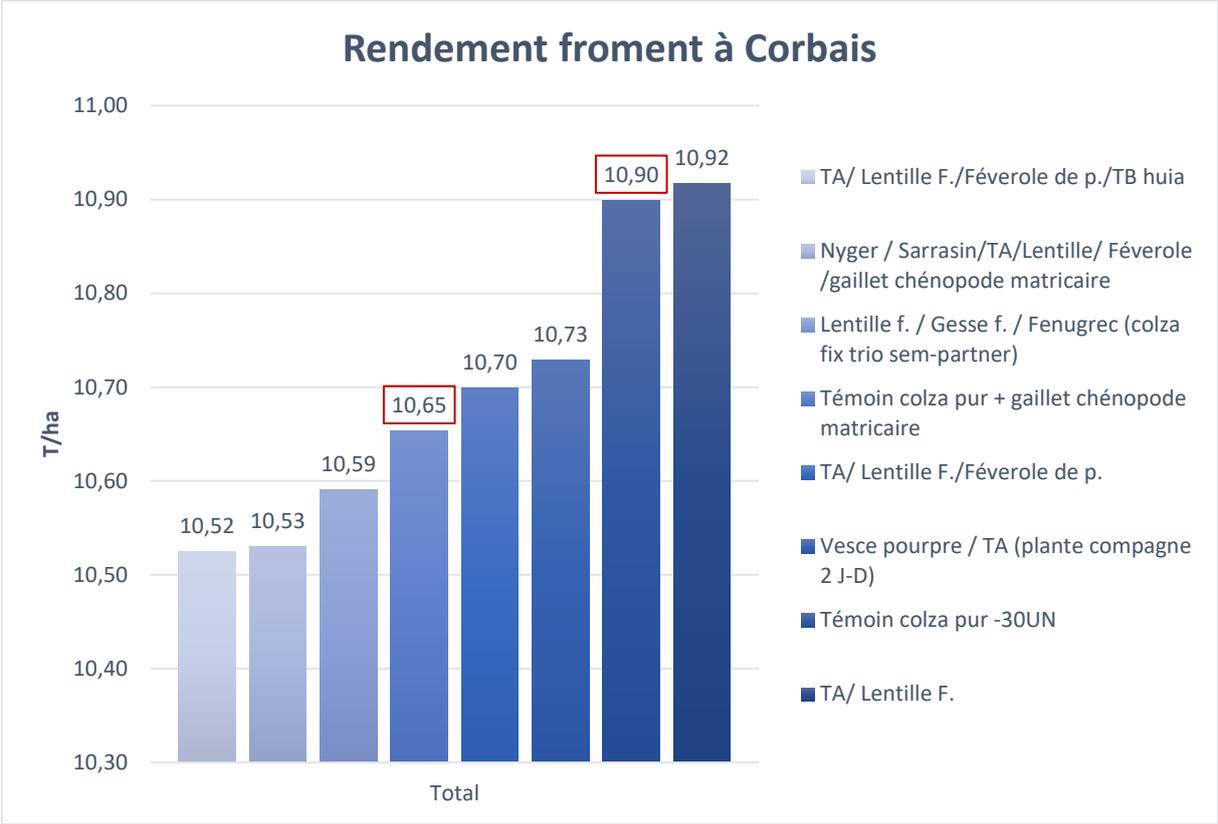
Tableau 1 : Principes de l'Agro-écologie (source : http://www.greenotec.be/).....	18
Tableau 2 : Les adventices du colza (source : BASF).....	29
Tableau 3: atouts et inconvénients de l'association culturale (source : (Labreuche & Carton, Les couverts et cultures: des complémentarités à optimiser, 2015) ; (Le Quemener, 2018))..	52
Tableau 4 : Avantages et inconvénients d'un couvert gélif (source : Greenotec ; (Moureaux & Sauzet, 2016)).....	55
Tableau 5 : Caractéristiques des principales espèces de couverts permanents (source : (Labreuche, Edeline, & Sauzet, Implantation d'un couvert permanent : le colza, une culture bien adaptée, 2017))	57
Tableau 6 : Pérennité du couvert selon le type de sol (source : ARVALIS – Institut du végétal)	58
Tableau 7 : Intérêt et inconvénients des couverts permanents (source : (Labreuche & Sauzet, Bénéficiaire à plein de l'effet "couvert", 2016) ; (Moureaux & Sauzet, 2016)).....	60
Tableau 8 : Intérêts et inconvénients des couverts à double récolte	61
Tableau 9 : Bénéfices apportés (source : (Cadoux & Sauzet, Colza associé à un couvert de légumineuses gélives, 2016))	67
Tableau 10 : Adaptation au type de sol (source : (Vinopôle, 2017) ; (Sauzet, Agriculture de Conservation, Colza Associé, Couvert Permanent et Semis Direct, 2019))	68
Tableau 11 : Couvert de légumineuses et pouvoir infectieux du sol (aphanomycètes) (source : (Cadoux & Sauzet, Colza associé à un couvert de légumineuses gélives, 2016))	68
Tableau 12 : Caractéristique des différentes espèces (source : ARVALIS - Institut du végétal, (Frédéric & Archambeaud, 2013), INRA)	70
Tableau 13 : Adaptation de la technique du colza associé selon le type de travail du sol et le niveau de pression adventices (source : (Cadoux & Sauzet, Colza associé à un couvert de légumineuses gélives, 2016))	81
Tableau 14 : Stratégie herbicide en colza associé (source : (Cadoux & Sauzet, Colza associé à un couvert de légumineuses gélives, 2016))	82
Tableau 15 : Densité de semis conseillée par rapport à la densité de peuplement souhaitée (source : (Cadoux & Sauzet, Colza associé à un couvert de légumineuses gélives, 2016))	86
Tableau 16 : Types de graines et de distribution conseillés selon le semoir et le mode de semis (source : (Cadoux & Sauzet, Colza associé à un couvert de légumineuses gélives, 2016))	86
Tableau 17 : Fractionner l'apport d'azote (source : (Cadoux & Sauzet, Colza associé à un couvert de légumineuses gélives, 2016))	90
Tableau 18 : Appétence de cultures intermédiaires ou repousses pour la limace (source : colloque Arvalis Acta Phyteurop Isara, mars 2016).....	94
Tableau 19 : Résumé des atouts et des inconvénients du colza associé.....	109
Tableau 20 : Espèces associées et objectifs de chaque essai.....	119
Tableau 21 : Suivi des essais de colza associé été 2018	126
Tableau 22 : Suivi des essais de colza associé en automne 2018	130

Tableau 23 : Suivi des essais de colza associé hiver 2018-2019	132
Tableau 24 : Suivi des essais de colza associé au printemps 2019	134
Tableau 25 : Suivi des essais de colza associé été 2019	137

H. Table des graphiques

Graphique 1 : Évolution de la production mondiale du colza le 20 juin 2018 (source : http://www.fopoleopro.com/marche-mondial-des-oleagineux-juin-2018/)	21
Graphique 2 : Évolution de la consommation mondiale d'huiles végétales (source : www.liberation.fr)	21
Graphique 3 : Production de l'Union européenne en 2015 (source : http://www.fopoleopro.com/la-fop/nos-cultures/colza/)	23
Graphique 4 : Surfaces de colza en Belgique (1980 à 2014) (source : https://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotechnie-temperee/appo/Menu/production_stats/zstats_productionx.html)	24
Graphique 5 : Composition de la graine de colza (source : http://www.terresunivia.fr/cultures-utilisation/les-especes-cultivees/colza)	25
Graphique 6 : Composition de l'huile de colza en acides gras (source : http://www.terresunivia.fr/cultures-utilisation/les-especes-cultivees/colza)	25
Graphique 7 : Composition moyenne du tourteau de colza (source : http://www.terresunivia.fr/produitsdebouches/alimentation-animale/tourteaux-d-oleagineux)	26
Graphique 8 : Relation entre le poids frais aérien en entrée d'hiver et le nombre d'adventices (géraniums, laiterons et quelques gaillet) (source : (Sauzet, Agriculture de Conservation, Colza Associé, Couvert Permanent et Semis Direct, 2019))	93
Graphique 9 : Effet des précédents sur le piégeage de limaces en blé (source : BSV)	94
Graphique 10 : Effet de l'azote et du soufre (source : (Les associations colza-légumineuse et importance de la relation azote/soufre, 2017))	97
Graphique 11 : Complémentarité de l'architecture racinaire entre un colza et une féverole (source : (Les associations colza-légumineuse et importance de la relation azote/soufre, 2017))	98
Graphique 12 : Influence du taux de plantes saines sur le rendement (source : (Sauzet, Agriculture de Conservation, Colza Associé, Couvert Permanent et Semis Direct, 2019)) ..	100
Graphique 13 : Absorption et répartition de l'azote dans le colza (source : CETIOM)	101
Graphique 14 : Comparaison entre la minéralisation de féverole et de vesce (source : Thèse M Lorin INRA/Terres Inovia)	101
Graphique 15 : Comparaison des rendements entre colza associé et pur (source : (Sauzet, Agriculture de Conservation, Colza Associé, Couvert Permanent et Semis Direct, 2019)) ..	102
Graphique 16 : Températures moyennes par décade à Ernage année 2018-2019 (source : (Cartryse, COLZA 2020 : c'est déjà demain !, 2019))	121
Graphique 17 : Précipitations moyennes par décade à Ernage année 2018-2019 (source : (Cartryse, COLZA 2020 : c'est déjà demain !, 2019))	121
Graphique 18 : Pourcentage d'attaques d'altises dans l'essai colza de Gerpinnes le 13/09/18 Semis du 24/08/2018	149
Graphique 19 : Pourcentage d'attaques d'altises dans l'essai Colza de Corbais au 12/09/18 Semis du 30/08/2018	150

Graphique 20 : Comparaison des attaques de morsures d'altises dans les essais de Gerpennes et Corbais.....	150
Graphique 21 : Nombre de pieds/m ² d'espèces présentes dans l'association comparé au nombre d'attaques recensé	151
Graphique 22 : Nombre de larves par plante dans les différents essais mesurés	152
Graphique 23 : Biomasse sèche en entrée d'hiver (T/ha) des essais de colza associé	153
Graphique 24 : Biomasse sèche (kg/ha) en entrée d'hiver à Corbais.....	153
Graphique 25 : Évolution de la biomasse entre l'entrée et la sortie d'hiver (T/ha)	154
Graphique 26 : Nitrates présents dans les couverts répartis sur les différents profils à Corbais	154
Graphique 27 : Nombre de plants/m ² à Grez-Doiceau le 11 avril 2019.....	155
Graphique 28 : Nombre de larves par plante dans l'essai pâturage de mouton à Corbais.....	155
Graphique 29 : Nombre de larves par modalité pâturée et non pâturée	156
Graphique 30 : Mesure des nitrates dans l'essai de Corbais	156
Graphique 31 : Rendement (kg/ha) des modalités couverts pâturés à Corbais.....	157
Graphique 32 : Rendement (T/ha) des modalités avec ou sans pâturage.....	157
Graphique 33 : Rendement des essais de colza associé (T/ha)	158
Graphique 34 : Rendement colza (T/ha) à 9 % d'humidité à Bois-de-Villers.....	158
Graphique 35 : Rendement (T/ha) du colza associé à Corbais	159
Graphique 36 : Biomasse sèche en entrée d'hiver (kg/ha) à Ocquier	159
Graphique 37 : Rendement du colza à Ocquier (T/ha) à 9 % d'humidité.....	160
Graphique 38 : Rendement colza (T/ha) à 9 % d'humidité à Verlaine	160
Graphique 39 : Rendement colza (T/ha) à 9% d'humidité à Gerpennes	161
Graphique 40 : Rendement colza-pois (T/ha) à Grez-Doiceau	161
Graphique 41 : Rendement du froment 2019 après colza associé 2018.....	162
Graphique 42 : Lien rendement froment 2019 et colza 2018 à Clavier	162
Graphique 43 : Lien entre le rendement froment 2019 et le colza 2018	163



Graphique 44 : Rendement froment 2019 à Corbais..... 163

I. Table des matières

A.	REMERCIEMENTS	5
B.	SOMMAIRE	7
C.	LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES, CONVENTIONS ET SYMBOLES	9
1	INTRODUCTION.....	11
A)	PRÉSENTATION DE L'ASBL GREENOTEC.....	13
I	PARTIE THÉORIQUE.....	15
1	AVANT-PROPOS.....	17
1.1	<i>Définition de l'agriculture de conservation</i>	<i>17</i>
1.1.1	Les piliers de l'agriculture de conservation	17
1.2	<i>L'agro-écologie.....</i>	<i>18</i>
1.2.1	Les principes de l'agro-écologie.....	18
1.3	<i>Résumé.....</i>	<i>19</i>
2	LA CULTURE DE COLZA.....	20
2.1	<i>Importance économique du colza</i>	<i>20</i>
2.1.1	Dans le monde	20
2.1.1.1	Répartition de la production de graines de colza dans le monde	20
2.1.1.2	Les échanges de graines de colza	20
2.1.1.3	La consommation mondiale d'huile de colza	21
2.1.1.4	La compétitivité de l'huile de colza	22
2.1.1.5	La production mondiale de biodiesel	22
2.1.2	En Europe.....	23
2.1.2.1	En Belgique.....	23
2.1.3	Ses débouchés	25
2.1.3.1	Alimentation humaine	25
2.1.3.2	Alimentation animale.....	26
2.1.3.3	Énergie renouvelable	26
2.1.3.4	Chimie du végétal.....	26
2.1.3.5	Résumé.....	27
2.2	<i>Le colza dans le monde agricole.....</i>	<i>28</i>
2.2.1	Intérêt de la culture	28
2.2.2	Problèmes rencontrés	29
2.2.2.1	Les adventices rencontrées en culture de colza d'hiver	29
2.2.2.2	Les ravageurs du colza.....	30
a)	Limaces (Automne).....	30
b)	Petites altises (Automne)	32
c)	Grosses altises (Automne).....	32
d)	Charançon du bourgeon terminal (Automne)	34
e)	Puceron cendré du chou (Automne & Printemps)	35
f)	Meligèthe (Printemps).....	36
g)	Charançon de la tige du colza.....	38
h)	Charançon des siliques (printemps)	40
i)	Cécidomyie des siliques (Printemps)	41
j)	Oiseaux	42
k)	Autres ravageurs	42
2.2.2.3	Les maladies	43
2.2.2.3.1	Sclérotinia	43
2.2.2.3.2	Cylindrosporiose.....	44
2.2.2.3.3	Alternaria	45
2.2.2.3.4	Phoma	45
2.2.2.3.5	Oïdium.....	46
2.3	<i>Résumé.....</i>	<i>46</i>
3	L'ASSOCIATION DES CULTURES	48
3.1	<i>Définition.....</i>	<i>48</i>
3.2	<i>Historique.....</i>	<i>48</i>
3.3	<i>Popularisation des associations de cultures.....</i>	<i>50</i>
3.4	<i>Atouts & inconvénients</i>	<i>51</i>

4	TECHNIQUE DU COLZA ASSOCIÉ	53
4.1	<i>Début du colza associé</i>	53
4.2	<i>Type d'association</i>	54
4.2.1	Couvert temporaire à l'automne	54
4.2.2	Couvert permanent	56
4.2.2.1	Implantation	56
4.2.2.1	Gestion du couvert	57
4.2.2.2	Atouts et inconvénients du CDI	59
4.2.3	Espèce pérenne récoltée	61
4.3	<i>Caractéristiques des espèces</i>	62
4.3.1	Le colza	62
4.3.2	Le couvert associé	63
4.3.2.1	Légumineuse	63
4.3.2.1.1	Espèces gélives	66
4.3.2.1.2	Espèces pérennes	66
4.3.2.2	Non-légumineuse	66
4.3.3	Choix du couvert associé	67
5	ITINÉRAIRE CULTURALE	81
5.1	<i>Conditions de l'association de culture en colza d'hiver</i>	81
5.1.1	Historique de la parcelle	81
5.1.2	Semis précoce	82
5.1.3	Fertilisation azotée réduite	82
5.2	<i>Implantation</i>	83
5.2.1	Variété	84
5.2.1.1	Colza	84
5.2.1.2	Espèces associées	84
5.2.2	Date	85
5.2.3	Densité	85
5.2.4	Mode de semis	86
5.2.4.1	Type de semoir	86
5.2.4.2	Semis d'un couvert permanent	87
5.2.4.2.1	Semis direct sous couvert	87
5.2.4.2.2	Semis à la volée d'un couvert pérenne	87
5.3	<i>Interventions</i>	88
5.3.1	Désherbage	88
5.3.1.1	Anti-dicotylédones	88
5.3.1.2	Anti-graminée	89
5.3.2	Fongicide	90
5.3.3	Insecticide	90
5.3.4	Fertilisation	90
5.4	<i>Récolte</i>	91
5.5	<i>Gestion de la parcelle après la récolte</i>	91
6	EFFETS DE L'ASSOCIATION	92
6.1	<i>Début du cycle</i>	92
6.1.1	La flore	92
6.1.2	La faune	92
6.1.3	Le système racinaire	92
6.2	<i>Croissance active</i>	93
6.2.1	Flore	93
6.2.2	La faune	94
6.2.2.1	Limace	94
6.2.2.2	Les insectes d'automne	95
6.2.1	Sur les maladies	95
6.2.1	Les ressources	95
6.2.1.1	Eau	95
6.2.1.2	Lumière	96
6.2.1.3	Nutriments	96
6.2.2	Le sol	97
6.3	<i>Période hivernale</i>	99
6.3.1	La faune	99
6.3.2	La fertilisation	99
6.4	<i>Printemps</i>	100

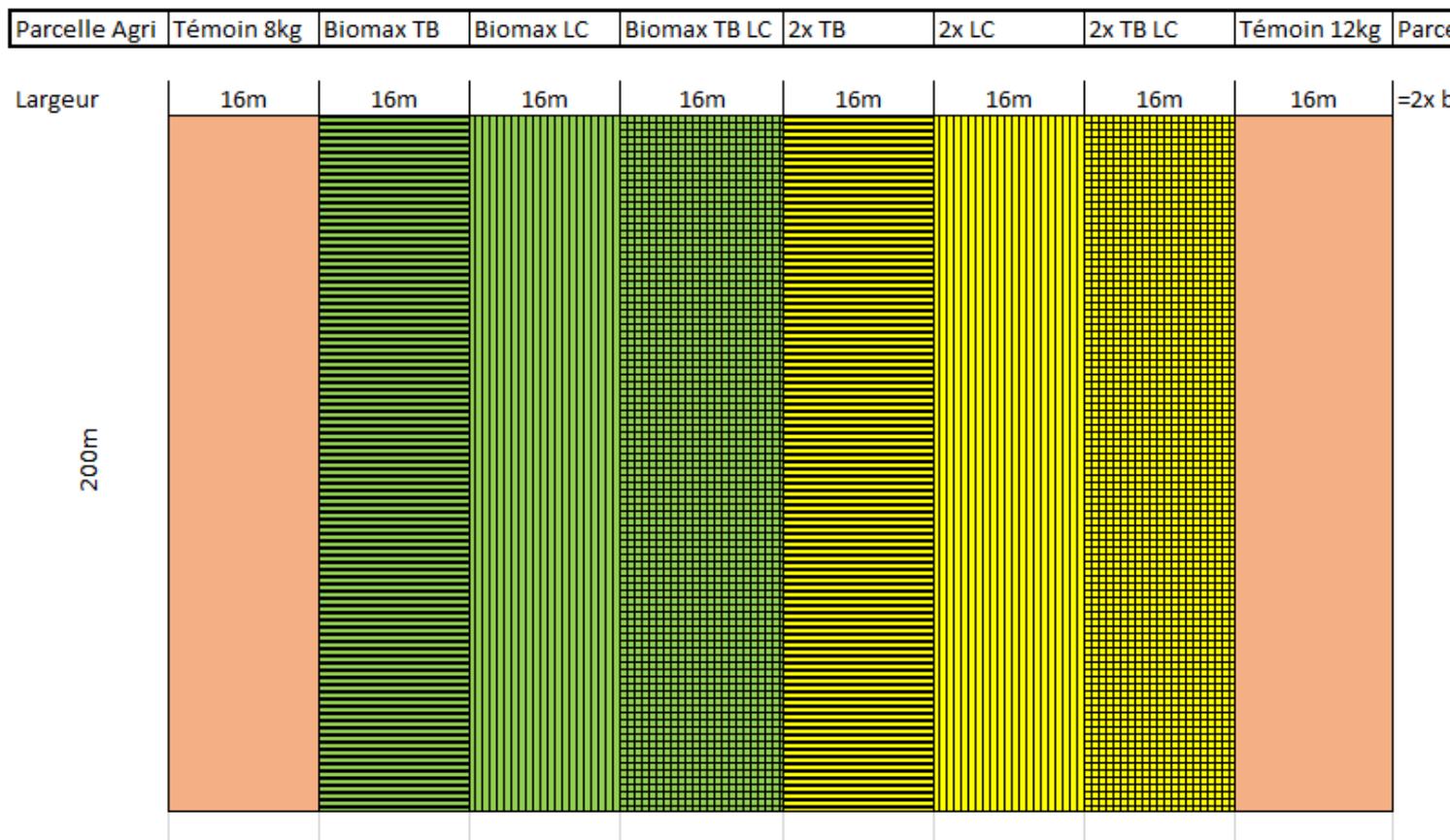
6.4.1	Ravageur	100
6.4.2	La fertilisation	100
6.4.1	Fertilité du sol	103
6.5	<i>Récolte</i>	104
6.6	<i>Effets sur le long terme</i>	104
6.6.1	Les campagnols	104
6.6.2	Sur les auxiliaires	104
6.7	<i>Froments de colza associé</i>	105
6.8	<i>Économique</i>	105
7	LE PÂTURAGE DES MOUTONS	106
7.1	<i>Témoignages</i>	106
7.2	<i>Intérêt du pâturage</i>	108
8	SYNTHÈSE	109
II	PARTIE PRATIQUE	110
1	CULTURE DU COLZA 2018-2019	111
1.1	<i>Été 2018</i>	111
1.2	<i>Automne 2018</i>	112
1.3	<i>Hiver 2018-2019</i>	113
1.4	<i>Printemps 2019</i>	114
1.5	<i>Été 2019</i>	117
2	PARCELLES D'ESSAI	118
2.1	<i>Description</i>	118
2.1.1	Situation	118
2.1.2	Climat	121
3	MESURES EFFECTUÉES	122
3.1	<i>Mise en place de des essais</i>	122
3.1.1	Colza associé	123
3.1.1	Froment après colza associé	123
3.1.1	Mise en place du pâturage	124
3.2	<i>Suivi des essais</i>	126
3.2.1	Été 2018	126
3.2.2	Automne 2018	130
3.2.3	Hiver 2018-2019	132
3.2.4	Printemps 2019	134
3.2.5	Été 2019	137
3.3	<i>Comptage morsures d'altises</i>	140
3.4	<i>Mesure de la biomasse</i>	140
3.4.1	En entrée d'hiver	140
3.4.2	En sortie d'hiver	141
3.5	<i>Les mesures nitrates dans les sols</i>	142
3.5.1	Pesée pour la matière sèche	142
3.5.2	Pesées pour l'extraction	143
3.5.3	Extraction des nitrates dans les sols	144
3.6	<i>Comptage des larves d'altises</i>	145
3.7	<i>Mesure du rendement et de la qualité technologique du colza</i>	146
3.8	<i>Mesure du rendement du froment après colza associé</i>	147
4	RÉSULTATS, DISCUSSIONS ET INTERPRÉTATIONS	149
4.1	<i>Ravageurs</i>	149
4.1.1	Stade cotylédon du colza	149
4.1.2	Durant l'hiver	151
4.2	<i>Mesures de biomasses</i>	152
4.2.1	Entrée d'hiver	152
4.2.2	Sortie d'hiver	154
4.3	<i>Mesures des nitrates dans le sol</i>	154
4.4	<i>Comptage de pieds de pois et de colza</i>	155
4.5	<i>Effet pâturage de moutons</i>	155
4.5.1	Ravageurs	155
4.5.2	Nitrates dans le sol	156
4.5.3	Rendements	157

4.6	<i>Rendements</i>	158
4.6.1	Colza associé	158
4.6.1.1	Bois-de-Villers	158
4.6.1.2	Corbais	159
4.6.1.3	Ocquier	159
4.6.1.4	Verlaine	160
4.6.1.5	Gerpinnes	160
4.6.1.6	Grez-Doiceau	161
4.6.2	Froment après colza	162
4.6.2.1	Gerpinnes	164
5	PISTE D'AMÉLIORATION	165
5.1	<i>Le colza associé</i>	165
5.2	<i>Le colza pâturé</i>	165
2	CONCLUSION	166
D.	GLOSSAIRE	167
E.	BIBLIOGRAPHIE	173
F.	TABLE DES FIGURES	182
G.	TABLE DES TABLEAUX	186
H.	TABLE DES GRAPHIQUES	188
I.	TABLE DES MATIÈRES	191
J.	ANNEXE	195
I.	ANNEXE 1 : PLAN ANTHEIT	197
II.	ANNEXE 2 : PLAN BOIS-DE-VILLERS	198
III.	ANNEXE 3 : PLAN GERPINNES	200
IV.	ANNEXE 4 : PLAN SAINT-GÉRARD	201
V.	ANNEXE 5 : PLAN OCQUIER	203
VI.	ANNEXE 6 : PLAN VERLAINE	204
VII.	ANNEXE 7 : PLAN CORBAIS	205
VIII.	ANNEXE 8 : PLAN CORBAIS PÂTURAGE	206
IX.	ANNEXE 9 : PLAN GREZ-DOICEAU	207
X.	ANNEXE 10 : LES STADES REPÈRES DU COLZA	208
K.	ABSTRACT	209

J. Annexe

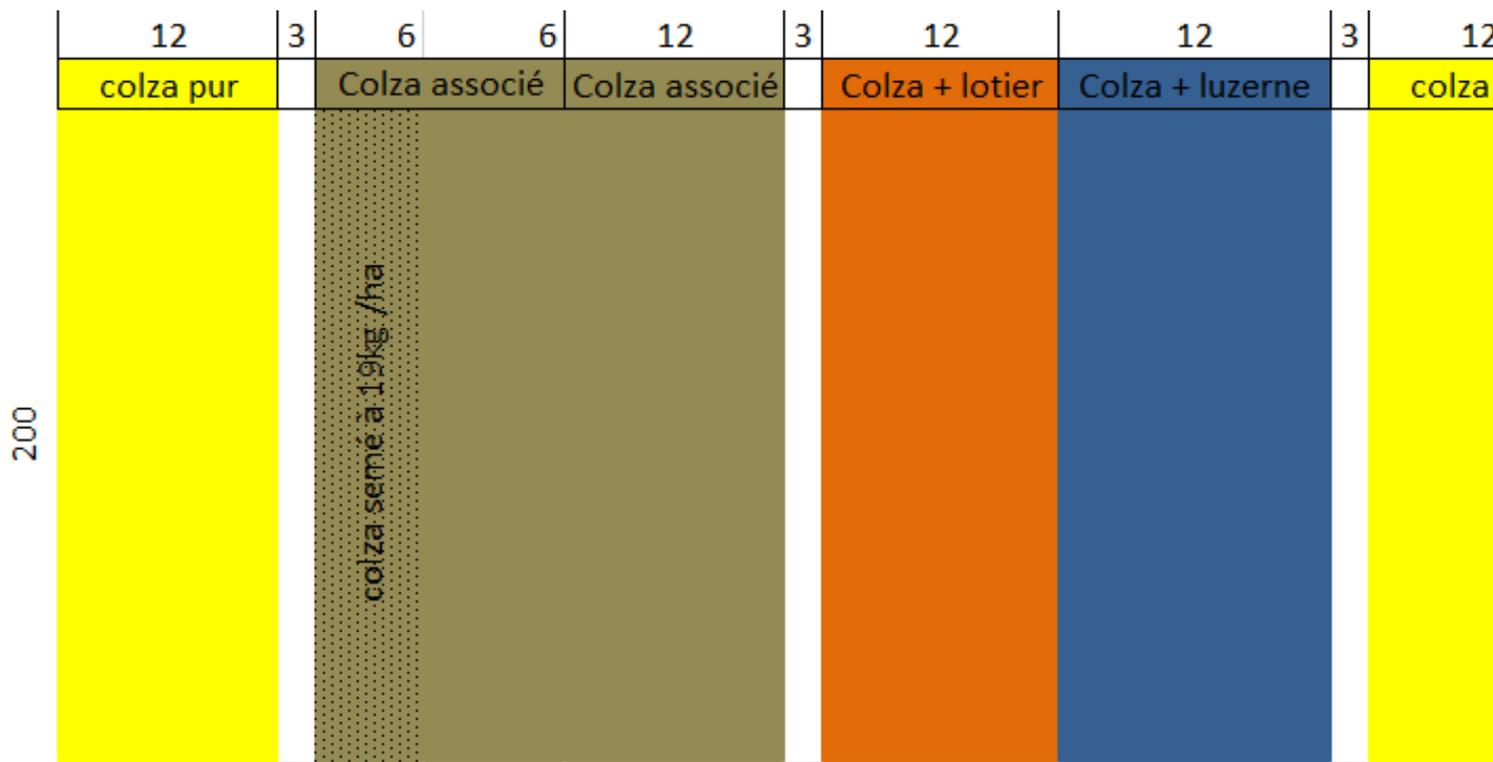
I. Annexe 1 : plan Antheit

Essais colza associé Bio 2019



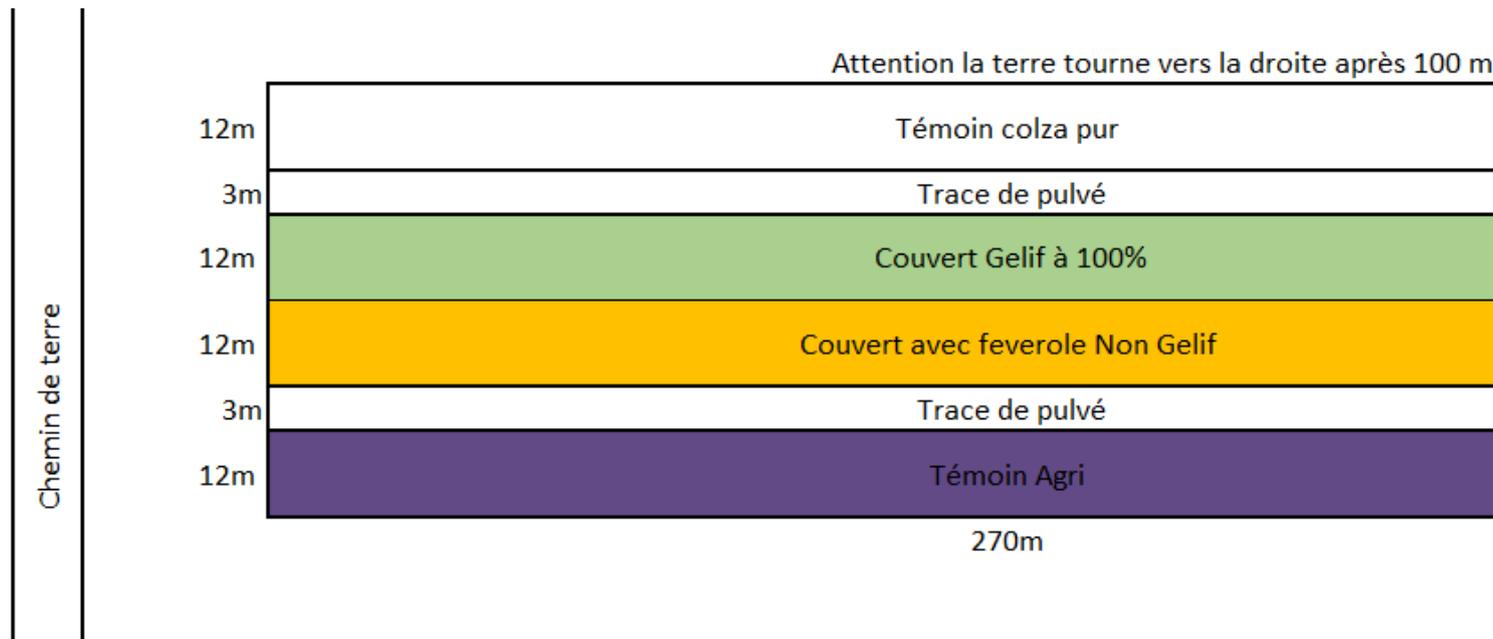
	Colza pur semé à 8 ou 12kg
	Colza (4kg) associé à 2kg Sarrasin/ 2,5kg Niger/ 2kg Lin / 5kg T. d'Alexandrie (TABOR)/ 6kg Lentille fourragère / 60kg
	Colza (4kg) associé à 30kg Pois fourrager d'hiver (Andrea/Arkta) / 100kg de Féverole d'hiver Nebraska + 15kg Causse
	4 kg de Trèfle blanc nain
	8 kg de Lotier corniculé
	2kg de TB nain + 4kg de Lotier c.

II. Annexe 2 : plan Bois-de-Villers



Colza associé	20kg Caussade 80kg féverole expresso
tb	3kg
lotier	8kg
luzerne	16kg

III. Annexe 3 : plan Gerpinnes



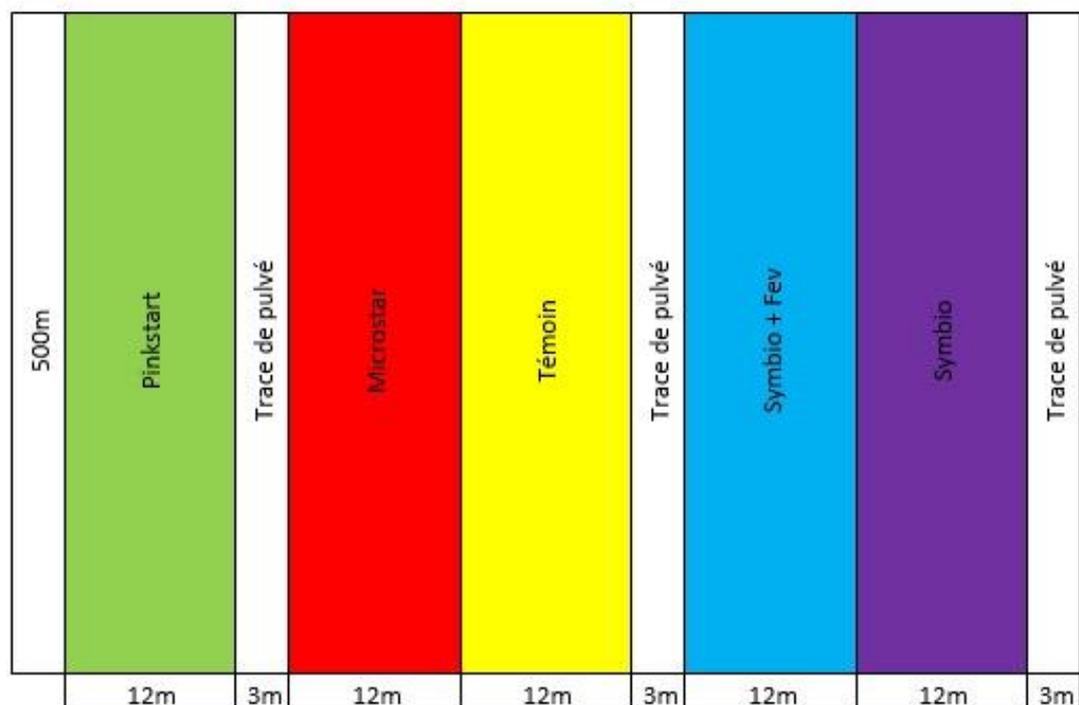
Code couleur	Nom	Couvert	Densité théorique	Densité réelle	Réglage Vaderstad
	Témoin		2kg/ha Colza 50 grains/m ²		
	Couvert 100% gelif	TA Akenaton Lentille Anicia Féverole P. Fuego Pois P.	4 kg/ha 8 kg/ha 60 kg/ha 50 kg/ha	66.13 kg/ha 55.11 kg/ha	42.5
	Couvert avec Féverole Non Gelif	TA Akenaton Lentille Anicia Féverole H. Nebraska	4 kg/ha 8 kg/ha 100 kg/ha	113.5 kg/ha	42.5
	Témoin Agri	TA Akenaton Lentille Anicia Féverole P. Fuego	4 kg/ha 8 kg/ha 45 kg/ha		

IV. Annexe 4 : plan Saint-Gérard

Code Couleur	Objet	Variété	Description	Densité théorique (kg/ha)	Densité + réelle (kg/ha)	Dates
Orange	Sous-semis trèfle violet	Global	24m	15		Semis 2 mars 2019
Rouge	Témoin colza pur	Dalton	24m	2,6		Semis 28 aout 2018
Vert	Sous-semis Lotier	?	24m	15		Semis 2 mars 2019
Bleu	Sous-semis Trèfle blanc	Apollon	24m	8		Semis 2 mars 2019



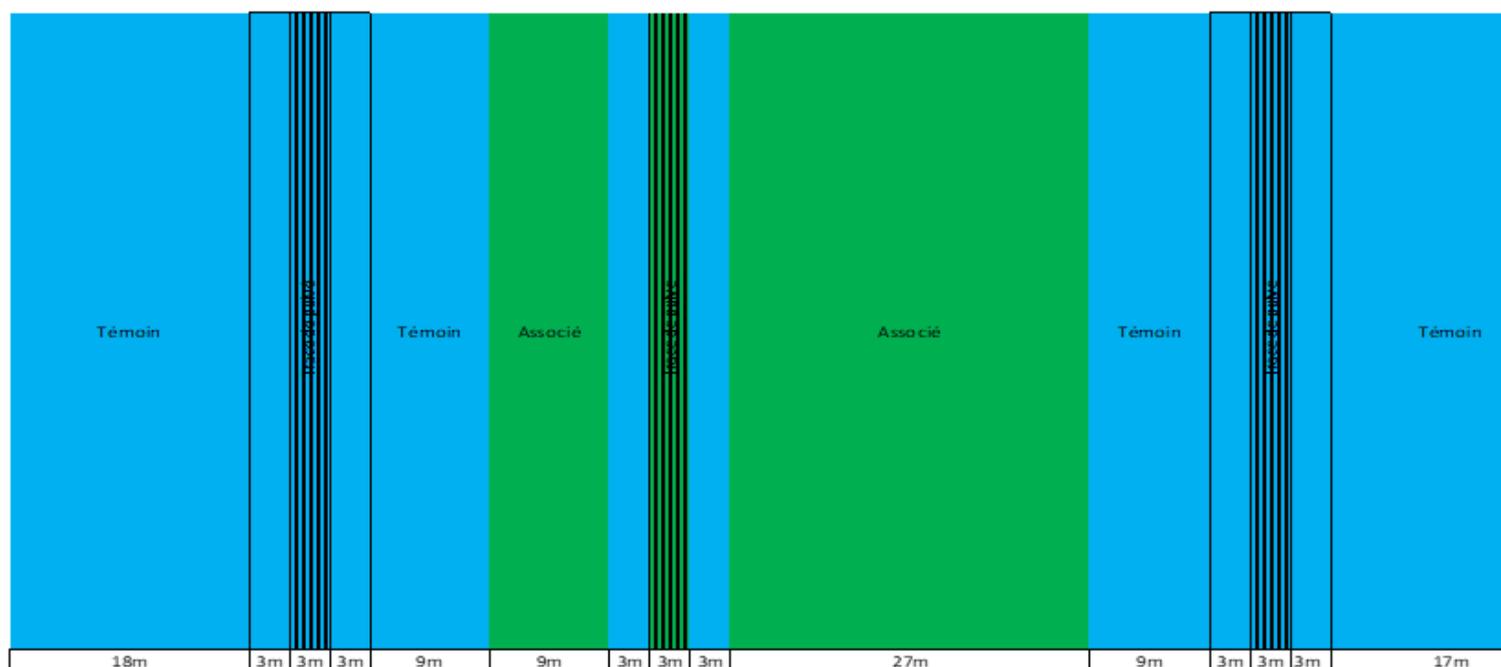
V. Annexe 5 : plan Ocquier



Modalités	Composition	Dose de semis à l'ha	Densité ha total
Symbio	Gesse, Lentille, TA, Colza	12kg/6kg/2kg/2,7kg	22,7 kg/ha
Symbio + Fev	Gesse, Lentille, TA, Fev, Colza	12kg/6kg/2kg/80kg/2,7kg	102,7 kg/ha
Témoin	Colza	2,7kg	2,7 kg/ha
Microstar	Colza + Engrais N: 10% P2O5: 40% SO3: 11% ZN: 2%	2,7kg/20kg	22,7 kg/ha
Pinkstart	Colza + Engrais P2O5: 28% P2O5: 8% K2O/5% (NPK: 0-28-5)	2,7kg/25kg	27,7kg/ha

	Variété	Proportion
Colza	Alicia	6,25%
	Architect	46,87%
	DK Extime	46,87%

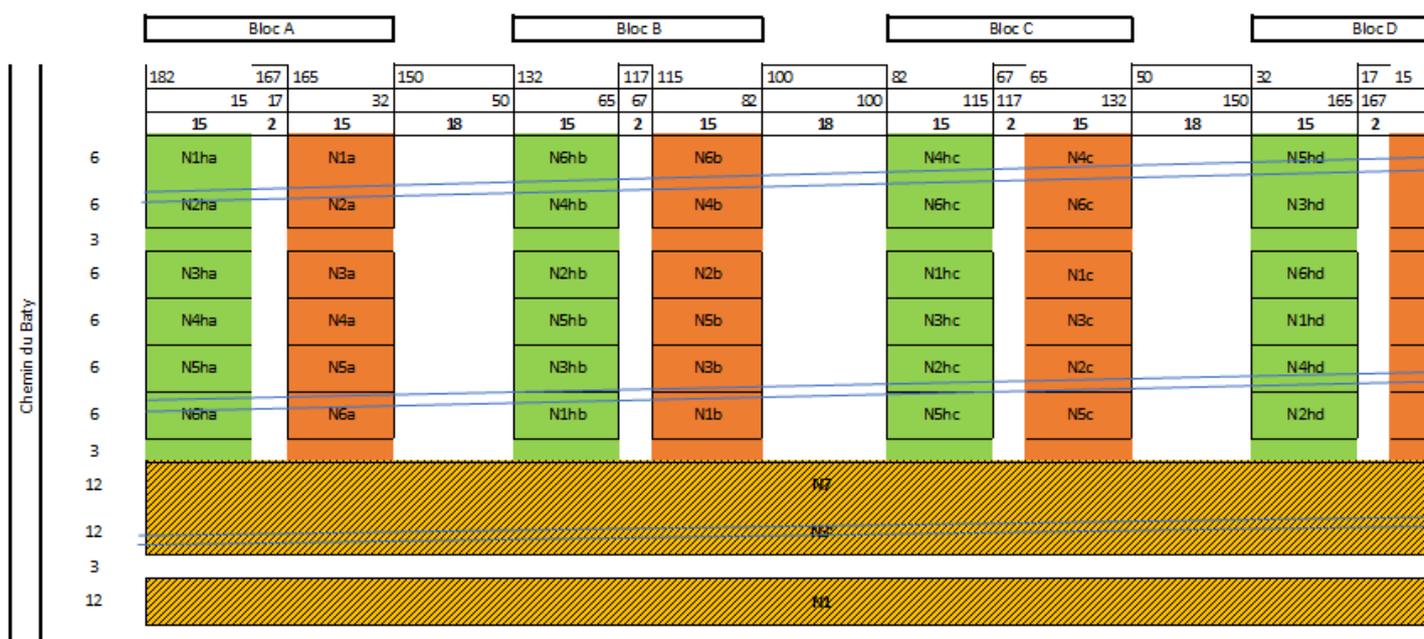
VI. Annexe 6 : plan Verlainne



Code Couleur	Objet	Description	Largeur	Semé le
	Témoin Désherbé		9m	27 août
	Associé désherbé	TA 6kg	9m, 27m	27 août
Lentille 10kg				
TB 4kg				
	Trace de pulvérisateur			

Mélange de colza	
Expansion	27,70%
Architect	27,70%
exception	27,70%
anapolis	11%
Exalt	5,50%

VII. Annexe 7 : plan Corbais

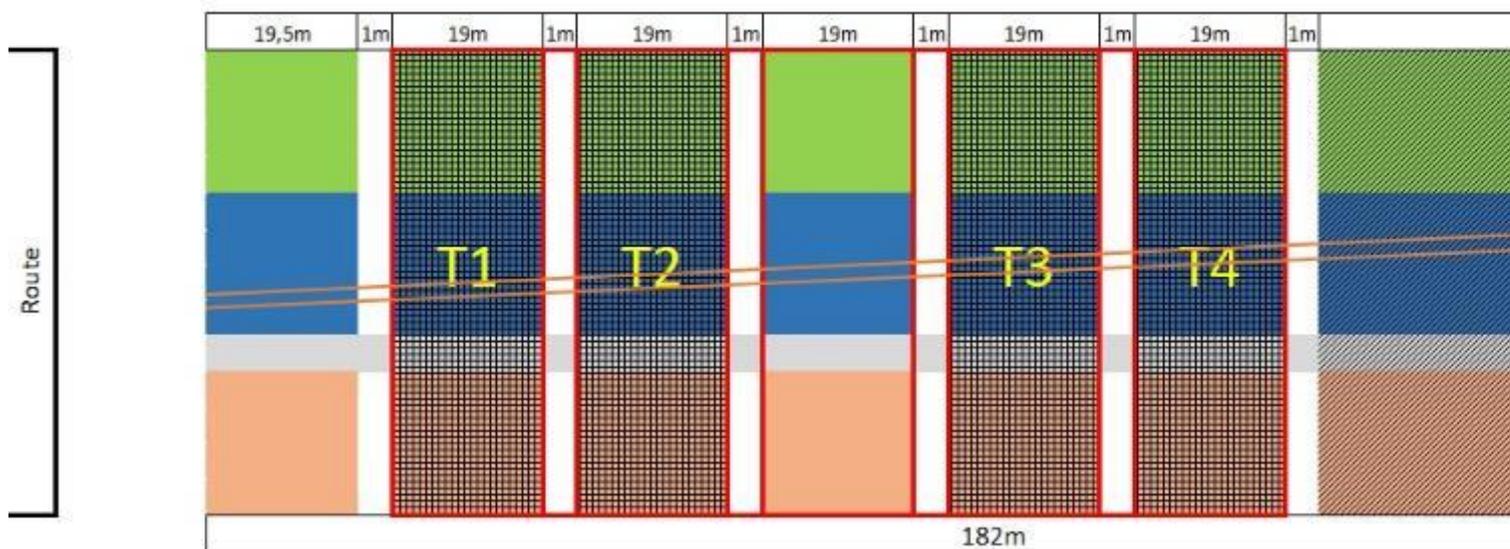


- Superficie essais scientifique 0,702 ha
- Sans désherbage d'automne
- 1,7/ha Butisan gold post-levée (BBCH12)
- Ancienne Trace pulvé

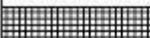
Objet	Espèce de couvert associé	Densité de semis	Date de semis
N1	Témoin colza pur	/	22-08-18
N2	Témoin + 30 N	/	22-08-18
N3	TA/ Lentille F./Féverole de p./TB huia	6/10/80/3 kg/ha	22-08-18
N4	TA/ Lentille F.	6/10 kg/ha	22-08-18
N5	Sarrasin /Nyger / Lin/TA/Lentille f / Féverole de prtp (Expresso pmg: 640g) /Gesse	2/2,5/2/5/6/80/8 kg/ha	22-08-18
N6	Caussade Symbio GLA Couv	20kg/ha	22-08-18

Objet	Essai en bandes	Densité de semis	Date de semis
N7	Pois f. d'hiver (Andrea 25,2kg/ha; Arkta 24,8kg/ha) / Fév. hiver précoce + TA +Lentille f. + TB	50/100/6/10/4 kg/ha	30-08-18
N3'	TA/ Lentille F./Féverole de p./TB huia semé	6/10/80/3 kg/ha	30-08-18
N1	Témoin colza pur	/	30-08-18

VIII. Annexe 8 : plan Corbais pâturage

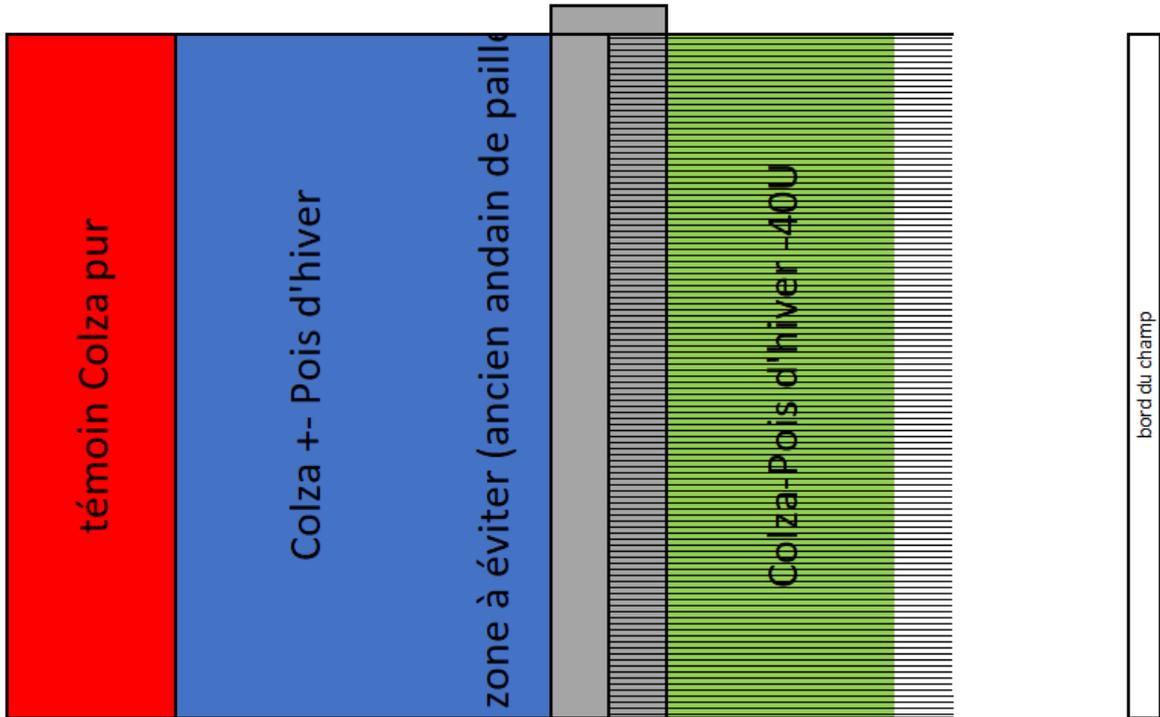


	Objet	Essai en bandes	Densité de semis	Date de semis		De
	N7	Pois f. d'hiver (Andrea 25,2kg/ha; Arkta 24,8kg/ha) / Fév. hiver précoce + TA +Lentille f. + TB (sans butisan)				50/
	N3'	TA/ Lentille F./Féverole de p./TB huia (sans butisan)				6/3
	N1	Témoin colza pur (+ Butisan 2,5l)				

		T1	T2	T3	T4
	Paturage 11 Moutons	22-25/10	25-28/10	28-30/10	30/10 - 02/11
	Raccourcisseur: Caramba 25/10	Dose ?			
	Cloture mouton				

IX. Annexe 9 : plan Grez-Doiceau

Bois



Sections Pulvé:	4,5m	3m	3m	3m	1,5m	1,5m	3m	3	1,5	
	4,5m	4,5m		4,5m	3m		4,5m	4,5m	1,5	4,5m
Largeur pulvé:	12m				3m		12m			
	27m									

Légende	
	Trace de pulvé (semé avec p)
	Pois -40 Unités d'Azote (Variété Flokon 50-55kg/ha)
	Pois (Variété Flokon 50-55kg/ha)
	Témoin
	Zone recevant 40 unités d'azote en moins

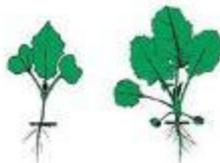
X. Annexe 10 : Les stades repères du colza

A l'automne



A- Stade cotylédonaire - stade A (10)

Levée : les jeunes plantes marquent la ligne.
Pas de feuilles "vraies".
Seuls les deux cotylédons sont visibles.



B- Formation de la rosette - stades B1 et B4

Stade B : apparition des feuilles.
Pas d'entre-nœuds entre les pétioles. Absence de vraie tige.
Stade B1 (11) : 1 feuille vraie étalée ou déployée (voir ci-contre).
Stade B2 (12) : 2 feuilles vraies étalées ou déployées.
Stade B3 (13) : 3 feuilles vraies étalées ou déployées.
Stade B4 (14) : 4 feuilles vraies étalées ou déployées (voir ci-contre).
Stade Bn (1n) : n feuilles vraies étalées ou déployées.
Jusqu'à B9 (19) ou davantage de feuilles étalées
ou fin de la formation de la rosette.

Au printemps



C- Montaison

Stade C1 (30) : reprise de végétation.
Apparition de jeunes feuilles.
Stade C2 (31) : entre-nœuds visibles.
On voit un étranglement vert clair
à la base des nouveaux pétioles.
C'est la tige (voir ci-contre).



D- Boutons accolés

Stade D1 (50) : boutons accolés encore cachés par les feuilles
terminales (voir ci-contre).
Stade D2 (53) : inflorescence principale dégagée.
Boutons accolés. Inflorescences secondaires visibles.
Au cours de ce stade, la tige atteint et dépasse la hauteur
de 20 cm mesurée entre la base de la rosette et les bouquets floraux
(voir ci-contre).



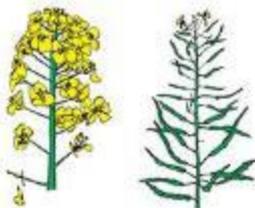
E- Boutons séparés - Stade E (57)

Les pédoncules floraux
s'allongent en commençant par
ceux de la périphérie.



F- Floraison - Stade F1 (60)

Premières fleurs ouvertes.
Stade F2 (61) : allongement de la hampe florale.
Nombreuses fleurs ouvertes.



G- Formation des siliques

Stade G1 (65) : chute des premiers pétales. Les 10 premières siliques ont une longueur inférieure à 2 cm.
La floraison des inflorescences secondaires commence à ce stade (voir ci-contre).
Stade G2 (71) : les 10 premières siliques ont une longueur comprise entre 2 et 4 cm.
Stade G3 (72) : les 10 premières siliques ont une longueur supérieure à 4 cm.
Stade G4 (73) : les 10 premières siliques sont bosselées (voir ci-contre).
Stade G5 (81) : grains colorés.

K. Abstract

A l'heure actuelle, le colza est une culture bien répandue en Wallonie ainsi que dans une grande partie du monde. Elle est largement cultivée pour la production d'huile alimentaire et d'agrocarburant.

Cependant, c'est une culture consommatrice d'intrants, que ce soit en engrais, ou en produits phytosanitaires. L'agriculteur des temps modernes doit continuellement penser à la rentabilité de son exploitation et donc faire attention aux intrants agricoles qu'il utilise. En outre, en raison de l'épuisement des ressources de la planète et des critiques dont les produits phytopharmaceutiques font l'objet, une autre manière de cultiver le colza doit être envisagée, plus responsable d'un point de vue environnemental. La technique du colza associé semble sur la bonne voie pour répondre à ces contraintes.

L'objectif recherché par ce travail de fin d'études est de comparer la technique du colza associé à la technique du colza en culture pure et ainsi évaluer son efficacité sur différents objectifs agronomiques, environnementaux et économiques.

Le cadre de ce travail se limite à la Belgique et en particulier à la Wallonie durant une même année. Ce mémoire va donc, via le biais d'essais réalisés chez différents agriculteurs en Wallonie, permettre de tester l'effet des plantes compagnes, essentiellement composés de légumineuses, sur les adventices, l'azote, les ravageurs d'automne, les biomasses et finalement les rendements. Ce travail de fin d'étude s'intéressera également sur l'effet du pâturage automnal de mouton au sein d'une parcelle de colza associé.

Nowadays rapeseed is a widespread crop not only in Wallonia, but also in many parts of the world. It is widely grown for the production of edible oil and biofuel.

However, it is a crop that consumes inputs, whether in fertilizers or plant protection products. A modern farmer must continually think about the profitability of his farm and therefore pays close attention to the agricultural inputs he uses. In addition, because of the depletion of the planet resources and the criticism of pesticides, an alternative, more environmentally responsible way of growing rapeseed should be considered. The technique of intercropped winter oilseed rape seems to be a promising response to these constraints.

The objective of this assignment is to compare the technique of intercropped winter oilseed rape with sole winter oilseed rape culture in order to assess its effectiveness in achieving different agronomic, environmental and economic objectives.

The scope of this work is limited to Belgium, particularly to Wallonia, over a whole year. This thesis will, through trials conducted with different farmers in Wallonia, allow an assessment of the effect of companion plants (mainly composed of legumes) on weeds, nitrogen, autumn pests, biomasses and crop yields. This thesis will also observe the effect of autumn sheep grazing on a field of intercropped winter oilseed rape.

Mots clés :

Colza d'hiver, Légumineuses, Association, Plantes compagnes, Réduction d'intrants, Azote, Service agroécologique, Pâturage colza