

Réseau DEPHY

Recueil de fiches du projet PHYTO-SOL















Ce document rassemble les 3 types de fiches produites dans le cadre du réseau EXPE : Les fiches PROJET, les fiches SITE et les fiches SYSTEME. Ces fiches sont compilées par projet d'expérimentation.



Caractéristiques des fiches

Fiche PROJET



- Présente les enjeux et les objectifs du projet
- Présente la liste des systèmes expérimentés, des leviers mobilisés et les objectifs de réduction d'IFT

Un projet est constitué de un à plusieurs sites

Fiche SITE





Caractérise de manière synthétique le contexte de production, le milieu et la pression biotique Présente les essais et les dispositifs « terrain »

Sur un site, un ou plusieurs systèmes de culture sont testés

Fiche SYSTÈME





- Présente les caractéristiques du système de culture testé
- Apporte des éléments sur les stratégies de gestion des bioagresseurs
- Présente les résultats obtenus, les enseignements, les difficultés rencontrées, les possibilités d'amélioration





Sommaire

Projet PHYTO-SOL : Maîtrise de la réduction d'au moins 50% des produits phytosanitaires dans les systèmes de grandes cultures sous contrainte de travail réduit du sol	5
Site Villedieu-sur-Indre	7
o Système YAC Innovant	11
Site Murs	18
o Système YLI Innovant	22
Site Doignies	29
o Système YNO Innovant	33











PROJET EXPE

à la recherche de systèmes très économes en phytosanitaires

PHYTO-SOL: Maîtrise de la réduction d'au moins 50% des produits phytosanitaires dans les systèmes de grandes cultures sous contrainte de travail réduit du sol

Organisme chef de file : Terres Inovia

Chef de projet : Stéphane CADOUX (s.cadoux@terresinovia.fr)

Période: 2012-2017



Localisation des sites

Nombre de sites EXPE:

3

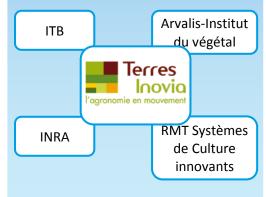
3

en station expérimentale :

Nombre de systèmes DEPHY

économes en pesticides :

es Partenaires



Présentation du projet

> Enjeux

Les surfaces et les systèmes de grandes cultures conduits en non labour tendent à augmenter. Les enjeux de PHYTO-SOL sont (i) de **tester la faisabilité technique** de la réduction d'au moins 50% en produits phytosanitaires dans des systèmes de culture innovants conduits en travail réduit du sol, (ii) d'**identifier les leviers** permettant d'y arriver et les points de blocage.

> Objectifs

Indicateur	Objectif	Référence
IFT	- 50 %	Référence régionale
Quantité d'azote minéral	- 30 %	Système de référence
Émissions de gaz à effet de serre (GES)	- 50 %	Système de référence
Bilan d'énergie	+ 20 %	Système de référence
Rendement	100 %	Système de référence
Marge semi-nette	100 %	Système de référence

> Résumé

Ce projet vise à mettre au point des **systèmes de culture innovants** permettant de concilier l'ensemble des objectifs listés ci-dessus dans des milieux différents, *via* un réseau d'essais 'systèmes de culture'. Pour cela, le dispositif expérimental s'appuie sur 3 sites (Berry limons sableux profonds, Berry argilocalcaires superficiels et Nord limons profonds) avec comparaison d'un système de référence et d'un système innovant.

En complément, un réseau d'essais analytiques permet de mettre au point des itinéraires techniques (ITK) innovants pour le colza (date, mode d'implantation, association avec des légumineuses gélives, stratégies innovantes de gestion des bioagresseurs, etc.) visant à réduire la dépendance vis à vis des produits phytosanitaires et de l'azote minéral.

Un apport méthodologique pour l'évaluation multicritère des performances des systèmes de culture innovants est également développé.



Projet 1-24 2016



Le mot du chef de projet

"Le projet PHYTO-SOL fait suite au projet CASDAR REDUSOL dont le but était de concevoir des systèmes de culture sans labour permettant de réduire le temps de travail, les émissions de GES et la consommation d'énergie fossile. Dans un contexte de développement des techniques sans labour et parallèlement d'incitation à la réduction de l'usage des produits phytosanitaires, il nous a semblé important d'évaluer la compatibilité entre ces deux éléments. Le partenariat avec les autres instituts techniques, l'INRA et le RMT 'Systèmes de Culture innovants' a pour but de mutualiser les expertises sur l'ensemble des espèces des systèmes de culture expérimentés, les connaissances et les méthodes pour la conception et l'évaluation des systèmes de culture et des itinéraires techniques innovants. Les sites d'expérimentations ont été choisis pour explorer différents contextes de production et différents potentiels de productivité. "

Leviers et objectifs des systèmes DEPHY

						LI	VIER	S		
SITE	SYSTEME DEPHY	AGRICULTURE BIOLOGIQUE	ESPECES DU SYSTEME DE CULTURE	Contrôle cultural	Contrôle génétique	Lutte biologique ¹	Lutte chimique	Lutte physique	Stratégie globale E-S-R ²	OBJECTIF Réduction d'IFT du SDC
Villedieu- sur-Indre	YAC Innovant	Non	Pois /orge H - Colza associé - Blé tendre - Orge H - Tournesol	x	x		x	x	R	50 %
Murs	YLI Innovant	Non	Pois P- Colza - Blé - Tournesol	х	х		х	Х	R	50 %
<u>Doignies</u>	YNO Innovant	Non	Féverole P - Colza H - Blé tendre - Lin P - Betterave	х	х		х	х	R	50 %

¹y compris produits de biocontrôle

Le pourcentage de réduction d'IFT est calculé par rapport à la référence régionale.

Les 3 sites d'expérimentation 'systèmes de culture' permettent de mettre au point des systèmes multi-objectifs, issus d'une phase de re-conception. Les rotations des systèmes de culture innovants sont allongées et diversifiées avec notamment l'introduction de légumineuses en cultures principales, associées et inter-cultures (YAC et YLI) ou seulement diversifiées (YNO). Les autres leviers sont combinés et adaptés à chaque contexte.

Interactions avec d'autres projets

Les expérimentations 'systèmes de culture' font partie du réseau expérimental du RMT 'Systèmes de Culture innovants'. Elles sont utilisées comme support pour de nombreuses visites, notamment d'agriculteurs et de conseillers.

Pour en savoir + , consultez les fiches SITE et les fiches SYSTEME

Action pilotée par le Ministère chargé de l'agriculture et le Ministère chargé de l'écologie, avec l'appui financier de l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan ECOPHYTO.









² E – Efficience, S – Substitution, R – Reconception





SITE EXPE

à la recherche de systèmes très économes en phytosanitaires

Projet: PHYTO-SOL – Maîtrise de la réduction d'au moins 50% des produits phytosanitaires dans les systèmes de grandes cultures sous contrainte de travail réduit du sol

Site: Villedieu-sur-Indre

Localisation: Les Galvaux - 36320 VILLEDIEU-SUR-INDRE

(46.822215, 1.525453)

Contact : Stéphane CADOUX (s.cadoux@terresinovia.fr)

Gilles SAUZET (g.sauzet@terresinovia.fr)



Localisation du site

Site producteur

Villedieu-sur-Indre

Cet essai (dénommé 'YAC') est implanté chez un agriculteur à Villedieu-sur-Indre près de Châteauroux (région Centre), dans un bassin de production traditionnel de céréales et de colza (Champagne berrichonne).

La SAU de l'agriculteur est d'environ 150 ha, avec 1 UTH.

Les sols sont majoritairement des argilocalcaires superficiels et caillouteux. L'exploitation est en non labour depuis plus de 10 ans.

L'essai est piloté par Terres Inovia. L'agriculteur, habitué des expérimentations, réalise certaines opérations culturales (travail du sol notamment), à la demande de Terres Inovia.

Historique et choix du site

Le projet PHYTO-SOL teste la faisabilité et les conditions de réussite d'une réduction de l'usage des produits phytosanitaires, des engrais et des émissions de gaz à effet de serre (GES) dans trois contextes différents. De plus dans ce projet, la réduction du travail du sol est également recherchée.

Le site de Villedieu-Sur-Indre représente une situation de sol argilocalcaire superficiel, dans un bassin céréalier où dominent les rotations courtes type 'colza-blé-orge'. Dans ce type de milieu, les techniques culturales sans labour se développent à la fois en raison de la charge en cailloux mais également pour optimiser les coûts de production et le temps de travail. Pour ces conditions, les problématiques qui sont apparues consistent en une stagnation des rendements, l'augmentation de la pression des bioagresseurs et de l'usage des intrants et l'apparition d'impasses techniques. Ces différentes problématiques justifient la recherche de systèmes de culture plus robustes.

Interactions avec d'autres projets

L'essai 'YAC' a été initié en 2009 dans le cadre du projet 'Redusol' et a été poursuivi jusqu'en 2015, sur la durée d'une rotation du système de culture innovant testé.

En 2015, un nouvel essai a été mis en place chez le même agriculteur, afin de tester un système de culture encore plus en rupture, dans le cadre de l'action inter-instituts 'Syppre'.

Le mot du responsable de site

"L'essai de Villedieu-Sur-Indre est positionné dans un contexte à forte problématique agronomique. Le risque élevé de stress hydrique conduit à privilégier les cultures d'hiver, jugées sécurisantes *a priori*, dans des rotations courtes. Mais dans ces situations, on observe souvent des stagnations de rendement et une augmentation des pressions d'adventices et d'insectes. La performance des cultures est aléatoire et totalement dépendante de la réussite de l'implantation et de l'efficacité des intrants, qui s'avère très variable. Le principal enjeu est de mettre en place des systèmes de culture plus robustes, moins favorables aux bioagresseurs et moins dépendants de l'azote minéral. "



Système DEPHY testé

Le système de culture innovant testé a été conçu à dire d'experts. Il a pour objectif de réduire de 50 % l'IFT par rapport à la référence régionale, de 50 % les émissions de GES, de 30 % les apports d'azote minéral, de maintenir les rendements et la marge semi-nette et d'augmenter l'efficience énergétique de 20 %, par rapport au système de référence.

Pour atteindre ces objectifs, la stratégie consiste à allonger la rotation de référence (6 ans au lieu de 3), la diversifier en termes de familles cultivées et de périodes de semis (introduction du pois et du tournesol), à introduire des légumineuses en cultures principales, associées ou en interculture, et à adapter la réduction du travail du sol aux spécificités de chaque culture (semis direct ou travail superficiel). Le colza est associé à des légumineuses gélives et le pois est associé à un couvert d'orge. Le colza a été positionné après le pois pour maximiser la valorisation de l'azote. En termes de conduite culturale, les variétés tolérantes aux principales maladies sont privilégiées, le niveau de tolérance des dégâts est augmenté par rapport au système de référence et le binage est utilisé en tournesol.

Nom du système	Années début-fin	Agriculture Biologique	Surface de la parcelle		Objectif de réduction d'IFT
YAC Innovant	2009-2015	Non	2 ha	Pois /orge H - Colza associé - Blé tendre - Orge H - Tournesol	50 %

Dispositif expérimental et suivi

> Dispositif expérimental

La surface du dispositif est d'environ 2 ha. Les parcelles élémentaires sont de 12 mètres de large sur 24 mètres de long. Le dispositif expérimental permet de comparer 3 systèmes de culture :

- un système de référence ;
- un système 'simplifié' : rotation colza/blé/orge et semis direct;
- un système 'innovant': rotation pois + couvert d'orge/colza associé/blé/orge/tournesol/blé et travail du sol superficiel (pas de labour)/semis direct.

Tous les termes de la rotation de chaque système sont présents chaque année, et répétés dans 3 blocs.



Système de référence :

Le dispositif comprend un système de culture de référence, qui correspond à la rotation et aux pratiques culturales dominantes dans ce type de milieu : rotation colza/blé/orge, non labour profond, itinéraires techniques raisonnés.

Aménagements et éléments paysagers :

Il n'y a pas d'aménagement particulier hormis des allées enherbées qui facilitent les interventions culturales.

> Suivi expérimental

Le suivi expérimental consiste en des observations qui permettent de déclencher les interventions culturales. Une note de satisfaction de l'état d'enherbement est déterminée avant récolte. A la récolte, les rendements sont mesurés et la qualité des graines est analysée.



> Pédoclimatique

Météorologie	Type de sol	Comportement du sol
Climat océanique dégradé Pluviométrie annuelle : 725mm Température moyenne : 11.3°C	Argilo-calcaire superficiel Caillouteux Réserve utile ≈ 60mm	Risque sécheresse très élevé Ressuyage rapide

> Socio-économique

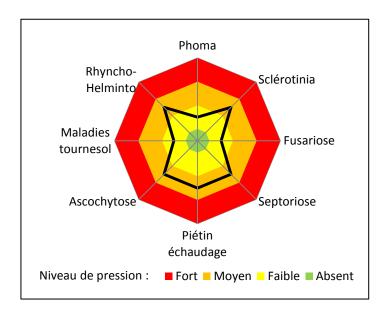
La Champagne berrichonne est une petite région agricole dominée par les grandes cultures. Les sols argilocalcaires superficiels ont un potentiel de productivité limité. De nombreuses exploitations agricoles cherchent à réduire le temps de travail à l'hectare et les charges de mécanisation pour permettre une augmentation des surfaces cultivées. Le maintien, voire l'augmentation des rendements et des revenus est particulièrement important dans ce milieu.

> Environnemental

Les deux principaux enjeux environnementaux sont la réduction des pertes de nitrate (sols filtrants, zone vulnérable) et la maîtrise des émissions de GES. La problématique GES est essentiellement liée au débouché colza diester. Le maintien du colza est jugé important pour la région car c'est une des seules têtes de rotation d'hiver, qui est donc moins exposées au stress hydrique de fin de cycle. La filière diester est un débouché important pour le colza mais sa pérennisation passe par une amélioration du bilan GES/quintal produit. Dans ce milieu où les rendements sont faibles, le maintien du débouché nécessite une réduction des émissions de GES.

> Maladies

La pression maladies est globalement faible, voire moyenne.



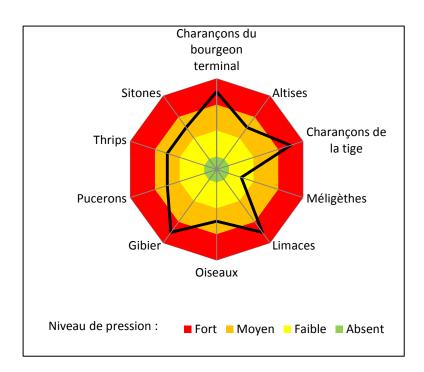


> Ravageurs

La pression ravageurs est assez forte, en particulier sur colza avec le charançon du bourgeon terminal à l'automne et le charançon de la tige au printemps.

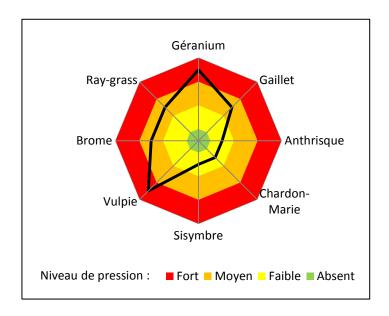
La présence importante d'oiseaux et surtout de gibier conduit souvent à des dégâts à la levée du tournesol, accentués par le dispositif expérimental en petite parcelle et la faible présence de cultures de printemps dans la région.

La réduction du travail du sol augmente les risques liés aux limaces.



> Adventices

La pression adventice est la problématique majeure dans ce milieu. Les rotations courtes, de cultures d'hiver exclusivement, et l'absence de labour ont conduit à une spécialisation de la flore. Les principales dicotylédones sont les géraniums et le gaillet. Les principales graminées sont le vulpin, le brome et le ray-grass.



Pour en savoir +, consultez les fiches PROJET et les fiches SYSTEME

Action pilotée par le Ministère chargé de l'agriculture et le Ministère chargé de l'environnement, avec l'appui financier de l'Agence Française pour la Biodiversité, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan ECOPHYTO.













SYSTEME de CULTURE EXPE

à la recherche de systèmes très économes en phytosanitaires

Projet: PHYTO-SOL - Maîtrise de la réduction d'au moins 50% des

produits phytosanitaires dans les systèmes de grandes cultures

sous contrainte de travail réduit du sol

Site: Villedieu-sur-Indre

Localisation: Les Galvaux 36320 VILLEDIEU-SUR-INDRE

(46.822215, 1.525453)

Système DEPHY: YAC Innovant

Contact: Stéphane CADOUX (s.cadoux@terresinovia.fr)

Gilles SAUZET (g.sauzet@terresinovia.fr)



Localisation du système (\triangle) (autres sites du projet \triangle)

Innovation en sols argilo-calcaires superficiels

Site: Villedieu-Sur-Indre (YAC)

Durée de l'essai : 6 ans

Conduite: conventionnelle

Dispositif expérimental : parcelles de 288 m². Toutes les cultures sont présentes chaque année, avec trois blocs répétitions.

Système de référence : système colza-blé-orge, représentatif des pratiques locales avec pratiques optimisées. Randomisé avec le système innovant dans l'essai.

Type de sol : argilo-calcaire superficiel (RU ≈ 60 mm)

Origine du système

Le système classique de la région est basé sur une **rotation courte** de cultures d'hiver (colza-blé-orge), en raison de la **faible réserve utile** du sol, et conduit en **non labour** à cause de la charge en **cailloux**. Ce système conduit à des difficultés de maîtrise des adventices et des dégâts d'insectes en colza et à une stagnation des rendements.

Dans ce contexte, nous avons cherché à mettre au point un système de culture permettant à la fois de maintenir les rendements et la marge, de réduire la dépendance à l'azote minéral et aux produits phytosanitaires, le tout sous contrainte de travail réduit du sol.

Objectif de réduction d'IFT



Par rapport à la référence régionale

Mots clés

Fertilité - implantation couverts - semis direct - TCS légumineuses - colza associé

Stratégie globale

Efficience ★★★☆☆
Substitution ★☆☆☆☆
Reconception ★★★☆

Efficience : amélioration de l'efficacité des traitements

Substitution : remplacement d'un ou plusieurs traitements phytosanitaires par un levier de gestion alternatif

Reconception : la cohérence d'ensemble est repensée, mobilisation de plusieurs leviers de gestion complémentaires



Le mot du pilote de l'expérimentation

« Dans les systèmes colza-blé-orge classiques de la région, la **performance des cultures est aléatoire** et totalement dépendante de la réussite de l'implantation et de l'efficacité des intrants, qui s'avère très variable. Le principal enjeu est de mettre en place **systèmes de culture plus robustes**, **moins favorables aux bioagresseurs** et **moins dépendants de l'azote minéral**. Nous avons donc mis l'accent sur **l'amélioration de la fertilité du sol**.» G. SAUZET





Caractéristiques: représentatif des pratiques régionales.

Caractéristiques du système innovant

Rotation: la rotation est allongée avec l'introduction du pois d'hiver et du tournesol. Le colza est positionné après pois pour maximiser la valorisation de l'azote.



Légende pictogrammes:



Travail du sol : les céréales sont implantées en semis direct, le colza en semis direct ou travail simplifié quand le sol est trop compacté en surface, le pois et le tournesol sont implantés en non labour, après un travail du sol à 10-15 cm.

Intercultures : Un couvert composé de féverole, gesse, vesce et avoine est implanté avant le tournesol. Avant blé et orge, soit un faux-semis est réalisé, soit un couvert de légumineuses est implanté.



Vue aérienne du dispositif expérimental. Crédit photo : Terres Inovia

Objectifs du système innovant

Indicateur	Objectif	Référence
IFT	-50 % (2,5)	Référence régionale
Quantité N minéral	-30% (105 kg/ha)	Système de référence
Émissions GES	-50% (1221 kg éqCO₂/ha)	Système de référence
Temps de travail	< (106 min/ha)	Système de référence
Rendement	2	Système de référence
Marge Brute	≥ (584 €/ha)	Système de référence
Contribution dév. Durable (Méthode MASC 2.0)	>	Système de référence

Il s'agit d'objectifs à concilier et à atteindre si possible, pas des obligations de résultats.



Résultats sur les campagnes de 2010 à 2015 (1 rotation)

> Maîtrise technique et agronomique

Stratégie	Bilan satisfaction
Gestion intercultures et travail du sol	 Très bonne maîtrise des implantations en céréales (semis direct), pois et tournesol (non labour). Bonne réussite des couverts d'interculture incluant des légumineuses. Problèmes d'implantation du colza en semis direct après le pois qui laisse un sol compacté en surface.
Gestion adventices	 Amélioration globale de la gestion des adventices, notamment grâce à la complémentarité entre le semis direct sans flux de terre qui limite les levées et les associations qui améliorent la couverture du sol. La succession pois-colza dégrade la maîtrise des adventices dicotylédones et empêche le semis du colza en direct l'exposant aux levées de géraniums.
Gestion maladies	© Très bonne maîtrise globale malgré le programme fongicide allégé.
Gestion ravageurs	 Bonne maîtrise globale. Dégâts récurrents d'oiseaux et gibier sur tournesol accentués par l'effet dispositif (petites parcelles).
Gestion de la nutrition azotée	© Bonne maîtrise globale malgré de fortes réductions de doses.

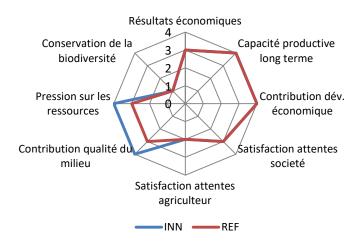
> Performances moyennes pluriannuelles par rapport à la référence

	Moy. REF	Moy. INN	Écart/REF	Diff. Stat.4
IFT	4.9 (ref.			
	région)	4.5	-8 %	NS (0.17)
Quantité N minéral (kg N/ha)	150	100	-34 %	***
Emissions GES ¹ (kg eq-CO ₂ /ha)	2441	1711	-30 %	***
Temps travail (h/ha)	1h46	1h32	-14 %	NS (0.28)
Rendement ² (%/REF)	100	95	-5 %	*
Marge brute (€/ha)	584	621	+6 %	NS (0.165)
Marge semi-nette (€/ha)³	503	710	+41 %	/

¹ Calcul avec EGES®; ² Moyenne des pourcentages de rendement de chaque culture chaque année, par rapport aux mêmes cultures dans le système de référence ou par rapport à une moyenne locale donnée par expertise pour les cultures non présentes dans le système de référence; ³ Performances calculées à partir de la synthèse pluriannuelle des interventions culturales; ⁴ / = non testé ou test non valide, *, **, *** = significatif aux seuils respectifs de 5 %, 1 % et 0.1 %. NS = non significatif. Le chiffre entre parenthèse correspond au risque de première espèce.

Les résultats d'indicateurs obtenus sont globalement bons. Les objectifs sont atteints en terme de réduction des apports d'azote, du temps de travail, et d'amélioration de la marge brute. Les résultats de rendement et d'émissions de GES se rapprochent des objectifs fixés. En revanche, si l'IFT est réduit par rapport au système de référence (-21%), il est loin d'atteindre l'objectif de réduction de 50% par rapport à la référence régionale. Toutefois, cette référence régionale semble mal refléter la situation particulière des argilocalcaires superficiels.

> Contribution au développement durable (Notes MASC 2.0 basées sur la synthèse pluriannuelle des pratiques)



Le système de culture innovant présente une **très bonne contribution au développement durable (6/7)**, meilleure que celle du système de référence (4/7). Cet écart s'explique par une **nette amélioration de la composante environnementale** et notamment en terme de pression sur les ressources et de contribution à la qualité du milieu (4/4). Ces résultats tempèrent la non atteinte de l'objectif de réduction de l'IFT.1





Zoom sur la succession pois-colza en argilo-calcaires superficiels

La succession pois-colza a été choisie pour maximiser la valorisation de l'azote après pois. Toutefois, après six ans d'essais elle s'avère **inadaptée au milieu**. En effet, cette succession accentue les difficultés de maîtrise des adventices **dicotylédones**. Par ailleurs, le pois laisse un sol souvent **compacté en surface** après récolte, ce qui pénalise la levée du colza en cas de semis direct. Si un travail du sol est effectué pour pallier à ce problème il favorise les levées de **géranium** qui posent des problèmes de concurrence dans ce milieu. Ces résultats confirment d'autres observations faites dans ce type de milieu chez des agriculteurs ou des partenaires. **La succession pois-colza peut donc être bénéfique dans certains milieux mais pas en argilo-calcaires superficiels avec forte problématique adventices.**



Transfert en exploitations agricoles

Stratégie d'insertion des légumineuses : la stratégie d'insertion des légumineuses en culture principale, en couverts d'interculture et associés, a permis de réduire de 30% les apports d'azote. Le pois d'hiver a montré tout son intérêt en tant que culture de diversification dans ce milieu car il a été inséré avec succès dans la rotation et la marge brute a été améliorée à l'échelle du système de culture.

Colza associé à un couvert de légumineuses gélives : le projet Phyto-Sol a permis la mise au point de la technique des colzas associés à un couvert de légumineuses gélives. Les bénéfices ont été démontrés en termes (i) de fourniture d'azote au colza, (ii) de contribution à la maîtrise des adventices, (ii) de contribution à la réduction des dégâts d'insectes, et (iv) d'amélioration du fonctionnement du colza avec parfois des déplafonnements de rendement. Quand ils sont valorisés, ces bénéfices permettent de réduire l'usage des herbicides, des insecticides et de l'azote tout en maintenant voire en augmentant les rendements. Cette technique permet d'obtenir des certificats d'économie de produits phytosanitaires (CEPP).

Pois d'hiver associé à un couvert de céréales : l'intérêt d'associer une céréale au pois d'hiver a d'abord été d'augmenter la couverture hivernale du sol pour mieux contrôler le développement des adventices. Cette fonction a été remplie avec l'association d'une avoine rude, tout en permettant une impasse de désherbage en entrée hiver. L'association avec une orge d'hiver a permis en plus de limiter le développement des maladies dans le pois, de fournir un tuteur et éventuellement de permettre une récolte complémentaire (destruction de la céréale par l'anti-graminée du pois en cas de levée de vulpins au printemps). En cas de double récolte, la vente nécessite un triage.

Stratégie de maîtrise des adventices: la maîtrise des adventices (vulpin, ray-grass, géranium notamment) est un enjeu majeur dans les argilo-calcaires superficiels. Dans un contexte de forte pression, l'essai YAC a permis de montrer l'intérêt (i) de la diversification de la rotation colza-blé-orge, (ii) du recours au semis direct pour éviter les levées et (iii) des couverts associés au colza et pois pour atténuer le développement des adventices levées.



Pistes d'améliorations du système et perspectives



Pour aller plus loin et notamment pour réduire d'avantage l'IFT de plus fortes ruptures sont nécessaires. Un nouvel essai a été mis en place à côté de l'essai YAC, dans le cadre du **projet inter-institut Syppre**. Un système innovant a été coconçu avec des agriculteurs et les partenaires locaux et est expérimenté sur le long terme. Des liens sont développés avec un réseau d'agriculteurs innovant dans leur exploitation afin de favoriser les échanges mutuels d'idées et d'expériences.



Action pilotée par le ministère chargé de l'agriculture et le ministère chargé de l'environnement, avec l'appui financier de l'Agence française pour la biodiversité, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Ecophyto.







AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

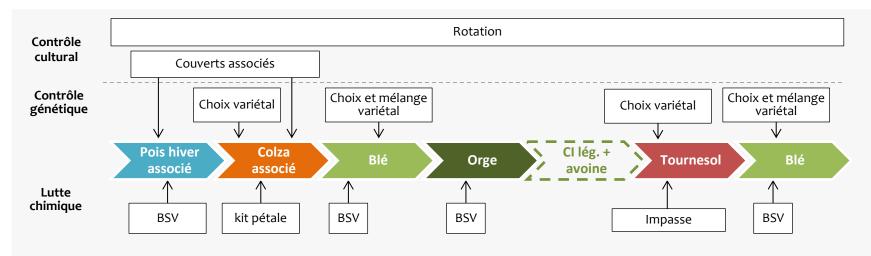
Document réalisé par **Stéphane Cadoux Terres Inovia**



Stratégie de gestion des maladies



Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des maladies.



11 ...

Maladies cibles:

Sclérotinia, septoriose, piétin échaudage, rhynco/helimnto, ascochytose

Objectifs:

- Réduire l'IFT fongicide par rapport au système de référence
- Maintenir les rendements
 ⇒ Dégâts tolérés

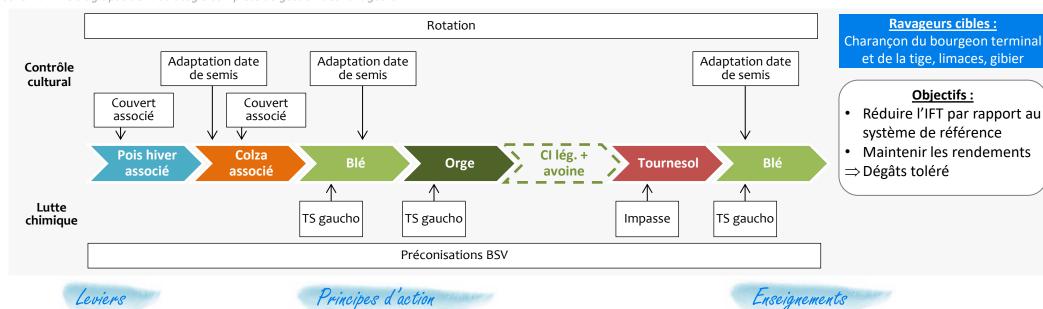
Leviers	Principes d'action	Enseignements
Rotation	Allongement de la rotation et diversification des familles cultivées : augmentation du délai de retour du colza et de la fréquence des céréales.	Pois d'hiver adapté au contexte. Tournesol adapté mais soumis à des dégâts d'oiseaux et gibier.
Choix variétal	Choix de variétés de colza : TPS phoma et au moins PS verse et élongation.Choix de variétés de tournesol : globalement tolérant.	Permet l'impasse de traitement phoma et régulateurs sur colza et impasse sur tournesol.
Choix et mélange variétal	Mélange de variétés de blé dont au moins une variété tolérante à la septoriose et peu sensible à la verse.	Diminution des traitements en blé, impasse de régulateurs.
BSV	Toutes cultures : observation et BSV avant déclanchement des interventions.	Diminution des traitements en blé.
Kit pétale	Kit pétale pour décider du traitement sclérotinia sur colza.	Pas de réduction des traitements sclérotinia (inoculum systématiquement présent et en quantité importante).
	Pois d'hiver associé à un couvert d'orge.	Le couvert de céréales semble favoriser la ventilation (effet tuteur) et limiter les maladies dans le pois.
Couverts associés	Colza associé avec légumineuses non sensibles à aphanomycès (féveroles, fenugrec).	Pas de symptôme aphanomycès constaté.



Stratégie de gestion des ravageurs



Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des ravageurs.



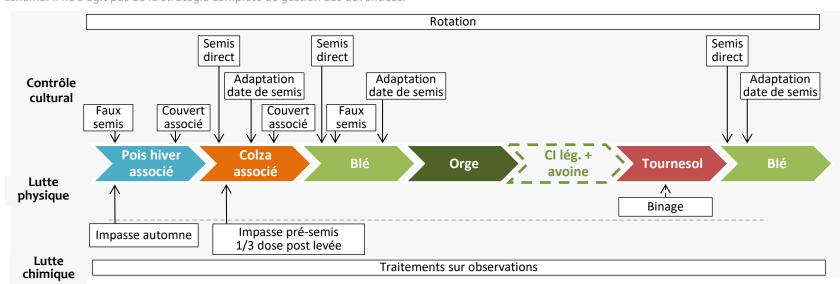
Rotation	Diversification de la rotation: réduire la fréquence de retour du colza.	Efficacité difficile à estimer. Globalement, résultats satisfaisants de la rotation diversifiée.
Couverts associés	Colza associé avec légumineuses (féveroles) pour perturber les insectes et favoriser la croissance du	Bonne efficacité des féveroles associées au colza pour réduire les dégâts d'insectes.
	colza.	La dynamique de croissance du colza reste déterminante pour décider d'une impasse. En situation de croissance dynamique , l'impasse insecticide d'automne
Colza après pois	Favoriser la dynamique de croissance.	est pertinente et le risque est limité, d'autant plus que le colza est associé à une féverole.
Adaptation dates de semis	Éviter d'avoir les cultures au stade sensible au moment des attaques: semis précoce du colza (≈ 15 août) et semis intermédiaire du blé (≈ 15 octobre).	Très bonne efficacité en colza : le semis précoce favorise l'atteinte du stade 4F avant les vols de grosses altises. Décalage pas suffisant en blé pour systématiser l'impasse de traitement insecticide en végétation.
Préconisations BSV	Ne traiter que quand le risque est avéré.	Informations utiles pour conforter les décisions d'intervention ou d'impasse.
TS Gaucho	Orge et blé.	Levier qui aurait pu être mieux valorisé pour des réductions d'usage d'insecticides en végétation.



Stratégie de gestion des adventices



Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des adventices.



D. . 11 11

Adventices cibles : Géranium, vulpin, gaillet, chardon-marie. sysimbre

Objectifs:

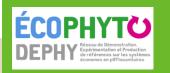
- Empêcher la multiplication des adventices
- Limiter la concurrence de la culture en place
- ⇒ En céréales : dégâts graminées tolérés, pas dicot.
- ⇒ En pois, colza et tournesol : dégâts dicot tolérés, pas graminées.

Allongement et diversification : perturber le cycle des adventices en diversifiant les dates d'implantation et en introduisant une culture de printemps. Colza positionné après pois.	Bonne efficacité globale de l'allongement de la rotation et de l'introduction d'une culture de printemps. Succession pois-colza non adaptée à cause du risque accru en géranium.
Déstocker les adventices.	Efficace entre colza et blé et entre blé et pois d'hiver. Peu efficace sur géranium entre blé et orge (peu de levées). A proscrire avant colza car stimule les levées de géranium en même temps que le colza.
Esquiver les levées d'adventices : semis précoce du colza (≈ 15 août) et semis tardif du blé (≈ 15 octobre).	Efficace en colza : levées réduites de géranium à cette période. Décalage pas suffisant en blé pour esquiver le vulpin.
Éviter les levées d'adventices.	Synergie SD et couvert associé en colza. Très bonne efficacité du semis direct, notamment pour réduire les levées de
Orge - pois et colza – légumineuse : concurrencer les adventices en augmentant la couverture du sol.	géraniums. Très bonne efficacité des couverts associés au pois (avoine ou orge) et colza (féverole + lentille).
Traiter en curatif (privilégier les traitements de post semis si possible) après observation des levées d'adventices.	Efficace pour valoriser les leviers de contrôle cultural. Observations exigeantes en temps et en expertise.
	Déstocker les adventices. Esquiver les levées d'adventices : semis précoce du colza (≈ 15 août) et semis tardif du blé (≈ 15 octobre). Éviter les levées d'adventices. Orge - pois et colza – légumineuse : concurrencer les adventices en augmentant la couverture du sol. Traiter en curatif (privilégier les traitements de post semis



Géraniums dans le colza associé Crédit photo : Terres Inovia







SITE EXPE

à la recherche de systèmes très économes en phytosanitaires

Projet: PHYTO-SOL – Maîtrise de la réduction d'au moins 50% des produits phytosanitaires dans les systèmes de grandes cultures sous contrainte de travail réduit du sol

Site: Murs

Localisation: La Grande Ecoltière - 36700 MURS

(46.929539, 1.145527)

Contact: Stéphane CADOUX (s.cadoux@terresinovia.fr)

Gilles SAUZET (g.sauzet@terresinovia.fr)



Localisation du site

Site producteur

Murs

Cet essai (dénommé 'YLI') est implanté chez un agriculteur à Murs au Nord-Ouest de Châteauroux (région Centre), dans un bassin orienté principalement vers les grandes cultures et dans une moindre mesure vers la polyculture-élevage (Boischaut Nord).

La SAU de l'agriculteur est d'environ 300 ha, avec 2 UTH. Les sols sont majoritairement des limons sableux profonds et sensibles à l'hydromorphie. L'exploitation est en non labour depuis plus de 10 ans.

L'essai est piloté par Terres Inovia.

L'agriculteur, habitué des expérimentations, réalise certaines opérations culturales (travail du sol notamment), à la demande de Terres Inovia.

Historique et choix du site

Le projet PHYTO-SOL teste la faisabilité et les conditions de réussite d'une réduction de l'usage des produits phytosanitaires, des engrais et des émissions de gaz à effet de serre (GES), dans trois contextes différents. De plus dans ce projet, la réduction du travail du sol est également recherchée.

Le site de Murs représente une situation de sol à potentiel assez élevé mais qui est sensible à l'hydromorphie, à la battance et à la prise en masse. La gestion du travail du sol est donc particulièrement délicate dans ces conditions.

Interactions avec d'autres projets

L'essai 'YLI' a été initié en 2009 dans le cadre du projet 'Redusol', et a été poursuivi jusqu'en 2014, sur la durée d'une rotation du système de culture innovant testé.

Le mot du responsable de site



"L'essai de Murs est positionné dans un contexte de sol à potentiel assez élevé mais à la structure fragile. La réduction du travail du sol, recherchée par certains agriculteurs pour gagner en productivité, peut aider à améliorer la porosité, l'activité biologique, la stabilité structurale et à limiter l'hydromorphie. Mais elle n'est pas toujours possible en raison de la faible teneur en matière organique et à la prise en masse régulière de l'horizon superficiel. Le principal enjeu est donc d'améliorer la fertilité du sol et d'adapter le type de travail du sol aux conditions pédoclimatiques et aux cultures »



Système DEPHY testé

Le système de culture innovant testé a été conçu à dire d'experts. Il a pour objectif de réduire de 50 % l'IFT par rapport à la référence régionale, de 50 % les émissions de GES, de 30 % les apports d'azote minéral, de maintenir les rendements et la marge semi-nette et d'augmenter l'efficience énergétique de 20 %, par rapport au système de référence.

Pour atteindre ces objectifs, la stratégie consiste à diversifier la rotation en termes de familles cultivées et de périodes de semis (introduction du pois), à introduire des légumineuses en cultures principales, associées ou en interculture et à adapter la réduction du travail du sol aux spécificités de chaque culture (travail superficiel, travail profond sans labour, strip-till ou semis direct). Le colza est associé à des légumineuses gélives et il a été positionné après le pois pour maximiser la valorisation de l'azote. En termes de conduite culturale, les variétés tolérantes aux principales maladies sont privilégiées et le niveau de tolérance des dégâts est augmenté par rapport au système de référence.

Nom du système	Années début-fin	Agriculture Biologique	Surface de la parcelle		Objectif de réduction d'IFT
YLI Innovant	2009-2014	Non	1 ha	Pois printemps - Colza - Blé - Tournesol	50 %

Dispositif expérimental et suivi

> Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental permet de comparer le système innovant et un système de référence.

La surface du dispositif est d'environ 1 ha. Les parcelles élémentaires sont de 12 mètres de large sur 24 mètres de long. Tous les termes de la rotation de chaque système sont présents chaque année et répétés dans 3 blocs.

La rotation pratiquée dans le système innovant est la suivante :

- pois de printemps/colza associé/blé/tournesol/blé

Système de référence :

Le dispositif comprend un système de culture de référence, qui correspond à la rotation et aux pratiques culturales dominantes dans ce type de milieu : rotation colza/blé/orge/tournesol/blé, travail profond sans labour, itinéraires techniques raisonnés, voire intégrés.



Aménagements et éléments paysagers :

Il n'y a pas d'aménagement particulier hormis des allées enherbées qui facilitent les interventions culturales.

> Suivi expérimental

Le suivi expérimental consiste en des observations qui permettent de déclencher les interventions culturales. A la récolte, les rendements sont mesurés et la qualité des graines est analysée.



> Pédoclimatique

Météorologie	Type de sol	Comportement du sol
Climat océanique dégradé Pluviométrie annuelle : 725 mm Température moyenne : 11.3°C	Limon sableux profond Réserve utile ≈ 140mm (risque de sécheresse faible)	Ressuyage lent Sensible à l'hydromorphie, à la prise en masse et à la battance Réchauffement tardif des sols au printemps

> Socio-économique

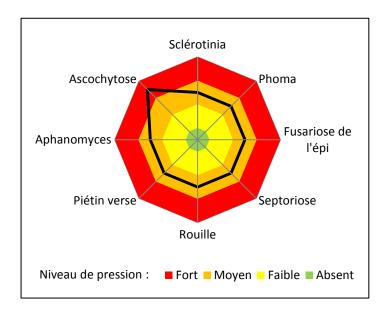
Le Boischaut Nord est une petite région agricole historique de polyculture-élevage, mais où les grandes cultures dominent aujourd'hui. L'hydromorphie hivernale et la réserve utile élevée des sols a favorisé l'implantation des cultures de printemps et explique en partie les rotations relativement diversifiées de la région.

> Environnemental

Les principales problématiques environnementales dans ce milieu sont les pertes de produits phytosanitaires et de nitrates (sols hydromorphes, zone vulnérable) et dans une moindre mesure les émissions de GES pour le maintien du débouché colza diester.

> Maladies

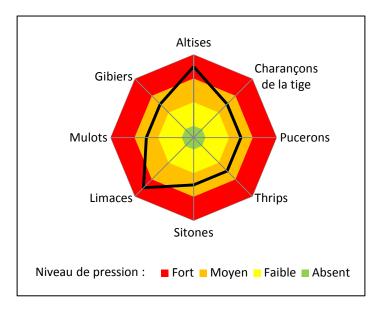
La pression maladies est globalement moyenne, et élevée pour l'ascochytose.





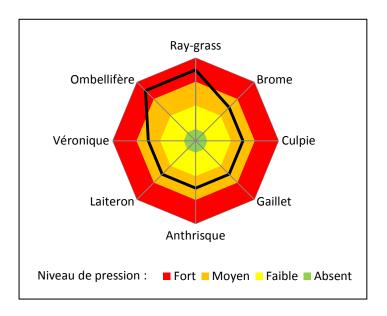
> Ravageurs

La pression ravageurs est assez élevée, notamment sur colza, blé (liée aux semis précoces en raison des sols hydromorphes) et protéagineux.



> Adventices

La pression adventice est élevée, surtout en graminées, du fait de l'historique de non labour, de rotations courtes sur l'exploitation, et de semis précoces de céréales d'hiver.



Pour en savoir +, consultez les fiches PROJET et les fiches SYSTEME

Action pilotée par le Ministère chargé de l'agriculture et le Ministère chargé de l'environnement, avec l'appui financier de l'Agence Française pour la Biodiversité, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan ECOPHYTO.













SYSTEME de CULTURE EXPE

à la recherche de systèmes très économes en phytosanitaires

Projet: PHYTO-SOL - Maîtrise de la réduction d'au moins 50% des

produits phytosanitaires dans les systèmes de grandes cultures

sous contrainte de travail réduit du sol

Site: Murs

Localisation: La Grande Ecoltière 36700 MURS

(46.929539, 1.145527)

Système DEPHY: YLI Innovant

Contact: Stéphane CADOUX (s.cadoux@terresinovia.fr)

Gilles SAUZET (g.sauzet@terresinovia.fr)



Localisation du système (\blacktriangle) (autres sites du projet Δ)

Système de grande culture en limons hydromorphes

Site : Murs (YLI).

Durée de l'essai : 5 ans.

Conduite : conventionnelle.

Dispositif expérimental : parcelles de 288 m². Toutes les cultures sont présentes chaque année, avec trois blocs répétitions.

Système de référence : système colza-blé-orge-tournesol-blé, représentatif des pratiques locales avec pratiques optimisées. Randomisé avec le système innovant dans l'essai.

Type de sol : limon sableux hydromorphe et battant (12% argile, $RU \approx 140 \text{ mm}$).

Origine du système

Le système classique de la région est basé sur une rotation relativement longue intégrant une culture de printemps (colza-blé-orge-tournesol-blé).

La principale difficulté dans ce milieu est la sensibilité du sol à la **battance et** à **l'hydromorphie** avec des difficultés pour intervenir en période humide, et la **pression de ravageurs du colza** (altises notamment).

Dans ce milieu et dans un contexte où de nombreux agriculteurs souhaitent **réduire le temps de travail** à l'ha, nous avons cherché à mettre au point un système de culture **multi-performants**, permettant d'améliorer le comportement du sol, le tout sous contrainte de **travail réduit du sol**.

Objectif de réduction d'IFT



-50 **%**

Par rapport à la référence régionale

Mots clés

Fertilité - Implantation - Semis direct - Strip-till - Couverts -Colza associé - Légumineuses

Stratégie globale



Efficience : amélioration de l'efficacité des traitements

Substitution : remplacement d'un ou plusieurs traitements phytosanitaires par un levier de gestion alternatif

Reconception : la cohérence d'ensemble est repensée, mobilisation de plusieurs leviers de gestion complémentaires

Le mot du pilote de l'expérimentation

« L'essai de Murs est positionné dans un contexte de sol à potentiel assez élevé mais à la structure fragile. La réduction du travail du sol, recherchée par certains agriculteurs pour gagner en productivité, peut aider à améliorer la porosité, l'activité biologique, la stabilité structurale et à limiter l'hydromorphie. Mais elle n'est pas toujours possible en raison de la faible teneur en matière organique et de la prise en masse régulière de l'horizon superficiel. Le principal enjeu est donc d'améliorer la fertilité du sol et d'adapter le type de travail du sol aux conditions pédoclimatiques et aux cultures. » G. SAUZET



Système de référence



Caractéristiques: représentatif des pratiques régionales.

Caractéristiques du système innovant

Rotation: la rotation est diversifiée avec l'introduction du pois de printemps qui remplace l'orge d'hiver et est positionné après colza pour maximiser la valorisation de l'azote.



Travail du sol : les blés sont implantées en semis direct, le colza au strip-till pour favoriser l'enracinement du pivot, le pois et le tournesol sont implantés en non labour, après un travail superficiel du sol à 10-15 cm.

Intercultures: Un couvert composé de vesce et d'avoine est implanté avant le pois de printemps et le tournesol.



Vue partielle du dispositif expérimental. Crédit photo : Terres Inovia.

Objectifs du système innovant

Indicateur	Objectif	Référence
IFT	-50% (2,5)	Référence régionale
Quantité N minéral	-30% (83 kg/ha)	Système de référence
Émissions GES	-50 % (977 kg éqCO₂/ha)	Système de référence
Temps de travail	< (104 min/ha)	Système de référence
Rendement	2	Système de référence
Marge brute	≥ (947€/ha)	Système de référence
Contribution dév. Durable (Méthode MASC 2.0)	>	Système de référence

Il s'agit d'objectifs à concilier et à atteindre si possible, pas d'obligations de résultats.



Résultats sur les campagnes de 2010 à 2014 (1 rotation)

Maîtrise technique et agronomique

Stratégie	Bilan satisfaction
Gestion des intercultures et travail du sol	 Bonne maîtrise des implantations en céréales (Semis direct) et colza (strip-till) à condition de semer tôt. Bonne maîtrise de l'implantation du pois également (non labour). Difficulté pour sécuriser la levée du tournesol en limitant le travail du sol (échec du semis direct).
Gestion adventices	 Légère amélioration de la maîtrise des adventices en céréales (dicotilédones). Apparition de vulpie en céréales. Dégradation de la maîtrise des dicots (anthrisque notamment) dans la succession pois-colza.
Gestion maladies	☺ Bonne maîtrise globale malgré le programme fongicide allégé en blé.
Gestion ravageurs	 Bonne maîtrise globale. Dégâts récurrents de limaces en tournesol notamment.
Gestion de la nutrition azotée	© Bonne maîtrise globale malgré de fortes réductions de doses.

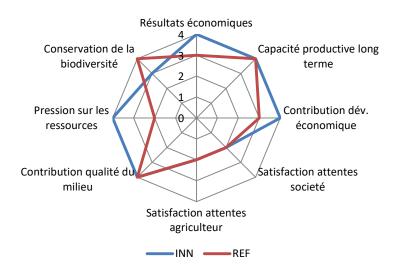
> Performances moyennes pluriannuelles par rapport à la référence

	Moy. REF	Moy. INN	Écart/ réf.	Diff. Stat. ³
IFT	4.9 (ref. région)	4.2	-14%	/
Quantité N minéral (kg N/ha)	118	85	-28 %	*
Emissions GES ¹ (kg eq-CO ₂ /ha)	1953	1528	-22 %	***
Temps travail (h/ha)	1h44	1h30	-14 %	NS (0.075)
Rendement ² (%/REF)	100	80	-20 %	***
Marge brute (€/ha)	947	757	-20 %	***
Marge semi-nette (€/ha)³	758	785	+4 %	/

¹ Calcul avec EGES®; ² Moyenne des pourcentages de rendement de chaque culture chaque année, par rapport aux mêmes cultures dans le système de référence ou par rapport à une moyenne locale donnée par expertise pour les cultures non présentes dans le système de référence; ³ Performances calculées à partir de la synthèse pluriannuelle des interventions culturales; ⁴ / = non testé ou test non valide, *, ***, *** = significatif aux seuils respectifs de 5 %, 1 % et 0.1 %. NS = non significatif. Le chiffre entre parenthèse correspond au risque de première espèce.

Les résultats d'indicateur obtenus sont mitigés. Les objectifs ne sont atteints qu'en terme de réduction des apports d'azote et du temps de travail. Les émissions de gaz à effet de serre sont réduites mais l'objectif de réduction de 50% n'est pas atteint. L'IFT est peu réduit par rapport au système de référence (-13%) et à la référence régionale. L'objectif des -50% n'est donc pas atteint. Le rendement et la marge brute sont nettement réduits. La marge semi-nette, incluant les charges de mécanisation, calculée avec CRITER sur la base de la synthèse des pratiques, est, elle, équivalente pour les deux systèmes.

> Contribution au développement durable (Notes MASC 2.0 basées sur la synthèse pluriannuelle des pratiques)



La synthèse des pratiques qui sert de base de calcul exclue les évènements exceptionnels non liés au systèmes de culture ou liés à un défaut de maîtrise technique résolu. Le système de culture innovant présente une très bonne contribution au développement durable (6/7), meilleure que celle du système de référence (5/7). Cet écart s'explique par une amélioration de la composante environnementale (5/5). A noter que la marge semi-nette calculée par CRITER est identique pour les 2 systèmes (cf tableau ci-dessus). Ces résultats tempèrent la non atteinte des objectifs de réduction de l'IFT et de maintien de la marge.





Zoom sur la succession pois-colza en sols limoneux assez profond

La succession pois-colza a été choisie pour maximiser la valorisation de l'azote après pois. Après six ans d'essais le résultat est mitigé. L'effet en termes de disponibilité en azote pour le colza est très positif. En effet, des mesures post essai d'azote absorbé par un colza non fertilisé ont montré un bonus moyen significatif (p=0.04) de 43 kg/ha pour le colza associé à des légumineuses dans les parcelles innovantes (après pois), comparé au colza seul positionné après blé du système de référence.

En revanche, cette succession dégrade la maîtrise des adventices dicotylédones (anthrisque notamment). Dans ce milieu, il semble donc nécessaire de hiérarchiser la priorité entre réduction de l'azote et maîtrise des adventices avant de décider ou non de mettre en œuvre une succession pois-colza.



Transfert en exploitations agricoles

Stratégie d'insertion des légumineuses : la stratégie d'insertion des légumineuses en culture principale, en couvert d'interculture et associées, a permis de réduire de presque 30% les apports d'azote. Le pois de printemps a montré tout son intérêt en tant que culture de diversification dans ce milieu.

Colza associé à un couvert de légumineuses gélives : le projet Phyto-Sol a permis la mise au point de la technique des colzas associés à un couvert de légumineuses gélives. Les bénéfices ont été démontrés en termes (i) de fourniture d'azote au colza, (ii) de contribution à la maîtrise des adventices, (ii) de contribution à la réduction des dégâts d'insectes, et (iv) d'amélioration du fonctionnement du colza avec parfois des déplafonnements de rendement. Ces bénéfices permettent de réduire l'usage des herbicides, des insecticides et de l'azote tout en maintenant voire en augmentant les rendements. Cette technique permet d'obtenir des certificats d'économie de produits phytosanitaires (CEPP).

Stratégie de réduction de travail du sol : dans ces limons sableux hydromorphes, la stratégie de réduction du travail du sol s'est avérée très efficace pour améliorer le comportement du sol mais a demandé une mise au point pour trouver les solutions les mieux adaptées à chaque culture :

- > Blé : bonne adaptation du semis direct, à condition d'avoir des semis précoces.
- Colza : implantation au strip-till très adaptée pour favoriser l'enracinement dans ces sols sensibles à la prise en masse, et nécessité de semis précoces pour une levée rapide et une moindre sensibilité aux attaques de limaces.
- > Tournesol : échec des essais en semis direct.



Pistes d'améliorations du système et perspectives

L'essai YLI n'a pas été reconduit après la première rotation. Améliorer davantage les performances et notamment réduire l'IFT semble devoir passer par des changements plus profonds de système. La problématique adventice étant majeure dans ce milieu, la succession pois-colza ne semble pas adaptée. Les travaux dans ce milieu se poursuivent mais directement au travers de l'accompagnement d'agriculteurs dans le cadre du volet réseaux du projet inter-instituts Syppre, et notamment en lien avec la plateforme expérimentale Syppre de Villedieu-Sur-Indre (argilo-calcaires superficiels).



Action pilotée par le ministère chargé de l'agriculture et le ministère chargé de l'environnement, avec l'appui financier de l'Agence française pour la biodiversité, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Ecophyto.







AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

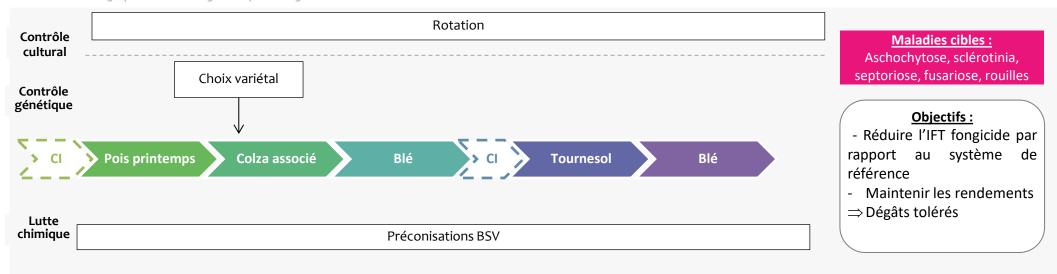
Document réalisé par **Stéphane Cadoux Terres Inovia**



Stratégie de gestion des maladies



Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des maladies.



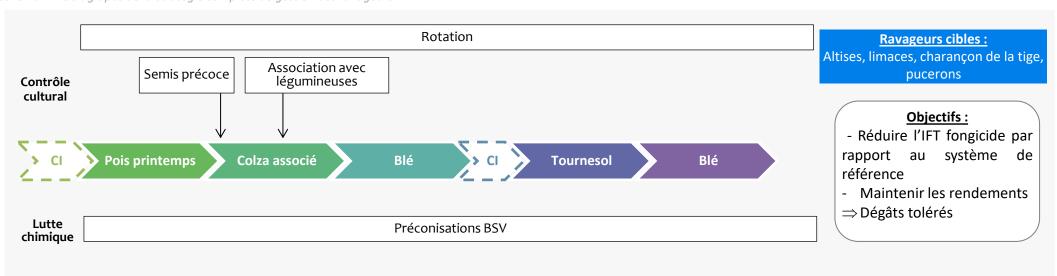
Leviers	Principes d'action	Enseignements	
Rotation	Diversifier les familles cultivées.	Bénéfice difficile à évaluer.	
Choix variétal	Variété de colza très peu sensible au phoma, à la verse et à l'élongation.	Très bonne efficacité en colza (impasse traitements phoma, impasses régulateurs). Levier qui aurait dû être testé en blé.	
Pilotage des traitements selon les préconisations du BSV: ne traiter Préconisations BSV que quand le risque est avéré.		Bonne efficacité en colza et tournesol. Permet de limiter fortement les traitements en tournesol. Sur pois et blé, réductions de traitement limitées par la sensibilité des variétés.	



Stratégie de gestion des ravageurs



Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des ravageurs.



Leviers	Principes d'action	Enseignements
Rotation	Diversifier la rotation et donc réduire la fréquence de retour du colza. Positionner le colza après pois.	Bénéfices difficiles à évaluer.
Association avec légumineuses	Perturber les insectes et favoriser la dynamique de croissance du colza.	Bonne efficacité pour réduire les dégâts d'insectes. La dynamique de croissance du colza reste déterminante pour décider d'une impasse. En situation de croissance dynamique l'impasse insecticide d'automne est pertinente et le risque est limité d'autant plus que le colza est associé à une féverole.
Semis précoce	Éviter d'avoir les cultures au stade sensible au moment des attaques.	Très bonne efficacité en colza : le semis précoce (≈ 15 août) favorise l'atteinte du stade 4F avant les vols de grosses altises. Retard de date de semis sur blé jugé trop risqué du fait des sols hydromorphes, donc non mis en œuvre.
Suivi des préconisations BSV	Ne traiter que quand le risque est avéré.	Informations utiles pour conforter les décisions d'intervention ou d'impasse.

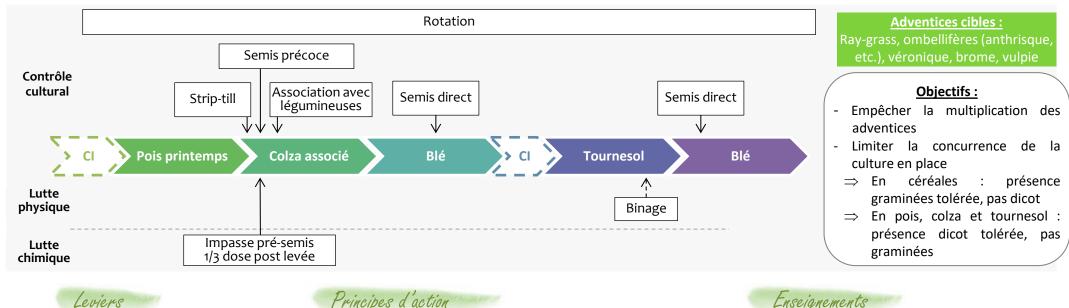




Stratégie de gestion des adventices

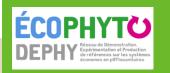


Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des adventices.



200,00	1 1 Morpes at all other	Photogramonio	
Rotation Perturber le cycle des adventices en diversifiant les dates d'implantation et en introduisant une 2ème culture de printemps . Positionner le colza après pois.		Bonne efficacité globale de la diversification de la rotation. La succession pois-colza augmente la problématique dicotylédones.	
Adaptation dates de semis	Esquiver les levées d'adventices.	Semis précoce efficace en colza : levées réduites avec semis ≈ 15 août. Retard de date de semis sur blé jugé trop risqué du fait des sols hydromorphes, donc non mis en œuvre.	
Semis direct ou strip-till	Éviter les levées d'adventices.	Très bonne efficacité du semis direct et du strip-till pour limiter les levées.	
Couverts associés	Concurrencer les adventices en augmentant la couverture du sol.	Très bonne efficacité des couverts associés colza (gesse, fénugrec et lentille). Synergie strip-till et couvert associé en colza.	
Lutte chimique	Traiter en curatif (privilégier les traitements de post semis si possible) après observation des levées d'adventices.	Efficace pour valoriser les leviers de contrôle cultural (notamment en colza). Observations exigeantes en temps et en expertise.	







SITE EXPE

à la recherche de systèmes très économes en phytosanitaires

Projet : PHYTO-SOL – Maîtrise de la réduction d'au moins 50% des produits phytosanitaires dans les systèmes de grandes cultures sous contrainte de travail réduit du sol

Site: Doignies

Localisation: 7 Rue de Beaumetz - 62147 DOIGNIES

(50.126852, 3.008982)

Contact: Stéphane CADOUX (s.cadoux@terresinovia.fr)



Site producteur

Doignies

L'essai est implanté chez un agriculteur à Doignies, à la frontière entre le Nord et le Pas de Calais.

L'exploitation est en polyculture-élevage et exploite une SAU d'environ 100 ha, avec 1 UTH.

Les sols sont des limons profonds.

Des céréales, des oléoprotéagineux et des cultures industrielles (betterave notamment) y sont cultivés.

L'essai est piloté par Terres Inovia.

L'agriculteur, habitué des expérimentations, réalise certaines opérations culturales (travail du sol notamment) à la demande de Terres Inovia.

Historique et choix du site

Le projet PHYTO-SOL teste la faisabilité et les conditions de réussite d'une réduction de l'usage des produits phytosanitaires, des engrais et des émissions de gaz à effet de serre (GES), dans trois contextes différents. De plus dans ce projet, la réduction du travail du sol est également recherchée.

Le site de Doignies représente une situation de sol à potentiel très élevé mais qui est sensible à la battance. La présence de cultures industrielles a un impact fort dans la rotation en termes de marge. Les récoltes tardives avec des engins lourds occasionnent des risques élevés de compactage et ont conditionnés jusqu'à présent des habitudes de travail profond du sol.

Interactions avec d'autres projets

Cet essai (dénommé 'YNO') a été initié en 2010 dans le cadre du projet 'Redusol' et a été poursuivi jusqu'en 2016, sur la durée d'une rotation du système de culture innovant testé.

En 2015, un nouvel essai a été mis en place dans la Santerre, afin de tester un système de culture encore plus en rupture, dans le cadre de l'action inter-instituts 'Syppre'.



Le mot du responsable de site

"L'essai de Doignies est positionné dans un contexte de sol à potentiel très élevé mais sensible à la battance. La présence de cultures industrielles, qui sont sensibles aux accidents structuraux et dont les récoltes peuvent occasionner d'importants tassements, conduit à un recours fréquent au labour. Dans ce milieu, la réduction du travail du sol peut contribuer à limiter les problèmes de battance et réduire le temps de travail à l'hectare, mais doit se raisonner en fonction de la structure du sol et des cultures. "



Système DEPHY testé

Le système de culture innovant testé a été conçu à dire d'experts. Il a pour objectif de réduire de 50 % l'IFT par rapport à la référence régionale, de 50 % les émissions de GES, de 30 % les apports d'azote minéral, de maintenir les rendements et la marge semi-nette et d'augmenter l'efficience énergétique de 20 %, par rapport au système de référence.

Pour atteindre ces objectifs, la stratégie consiste à diversifier la rotation en termes de familles cultivées (introduction du lin oléagineux); à introduire des légumineuses en cultures associées ou en interculture et à adapter la réduction du travail du sol aux spécificités de chaque culture (travail superficiel, travail profond sans labour, strip-till ou semis direct). Le colza a été positionné après la féverole pour maximiser la valorisation de l'azote. En termes de conduite culturale, les variétés tolérantes aux principales maladies sont privilégiées et le niveau de tolérance des dégâts est augmenté par rapport au système de référence.

Nom du système	Années début-fin	Agriculture Biologique	Surface de la parcelle		Objectif de réduction d'IFT
YNO Innovant	2010-2016	Non	2 ha	Féverole P - Colza H - Blé tendre - Lin P - Betterave	50 %

Dispositif expérimental et suivi

> Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental permet de comparer le système innovant et un système de référence.

La surface du dispositif est d'environ 2 ha. Les parcelles élémentaires sont de 6 mètres de large sur 24 mètres de long. Tous les termes de la rotation de chaque système sont présents chaque année et répétés dans 3 blocs.

Système de référence :

Le dispositif comprend un système de culture de référence, qui correspond à la rotation et aux pratiques culturales dominantes dans ce type de milieu : betterave/blé/colza/blé/féverole/blé, labour systématique, choix de variétés productives, itinéraires techniques raisonnés.



Aménagements et éléments paysagers :

Il n'y a pas d'aménagement particulier hormis des allées enherbées qui facilitent les interventions culturales.

> Suivi expérimental

Le suivi expérimental consiste en des observations qui permettent de déclencher les interventions culturales. A la récolte, les rendements sont mesurés et la qualité des graines est analysée.



> Pédoclimatique

Météorologie	Type de sol	Comportement du sol
Climat océanique Pluviométrie annuelle : 726mm Température moyenne : 10.8°C	Limon battant profond Réserve utile ≈ 200mm	Sensible à la battance Risque de sécheresse très faible

> Socio-économique

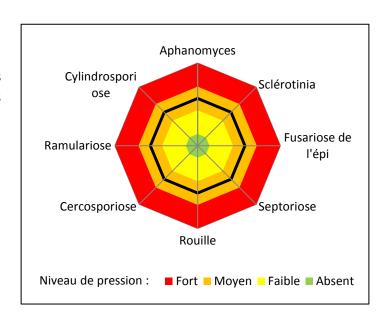
Le contexte socio-économique est marqué par la présence de débouchés pour les cultures industrielles à forte valeur ajoutée. Cette situation contribue à la présence de systèmes de culture diversifiés.

> Environnemental

Les principales problématiques environnementales sont l'érosion et le risque associé de pertes de produits phytosanitaires par ruissellement. Les systèmes en place nécessitent un recours important aux produits phytosanitaires pour préserver la qualité des productions ainsi qu'aux engrais azotés du fait de potentiels de production importants mais de faibles teneurs en matières organiques du sol.

> Maladies

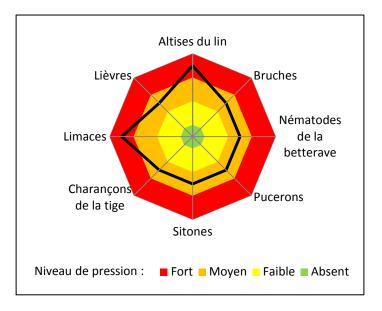
La pression maladies est globalement modérée. Les rotations diversifiées permettent un bon contrôle, mais l'humidité peut favoriser leur développement.





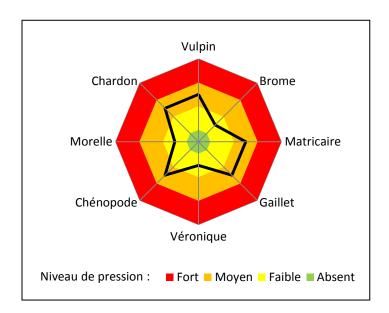
> Ravageurs

La pression exercée par les ravageurs est assez forte, notamment pour les altises du lin et les limaces. La pression limace est accentuée par les conditions parfois humides en été, par l'effet dispositif en petites parcelles séparées par des allées enherbées, et par la réduction du travail du sol dans le système innovant.



> Adventices

La pression adventice est faible à moyenne. L'historique de rotations longues et diversifiées a permis un bon contrôle cultural, mais la réduction de travail du sol, et notamment l'arrêt du labour, dans le système innovant tend à favoriser une nouvelle flore (vulpin, brome, chardons).



Pour en savoir +, consultez les fiches PROJET et les fiches SYSTEME

Action pilotée par le Ministère chargé de l'agriculture et le Ministère chargé de l'environnement, avec l'appui financier de l'Agence Française pour la Biodiversité, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan ECOPHYTO.













SYSTEME de CULTURE EXPE

à la recherche de systèmes très économes en phytosanitaires

Projet: PHYTO-SOL - Maîtrise de la réduction d'au moins 50% des

produits phytosanitaires dans les systèmes de grandes cultures

sous contrainte de travail réduit du sol

Site: Doignies

Localisation: 7 Rue de Beaumetz 62147 DOIGNIES

(50.126852, 3.008982)

Système DEPHY: YNO Innovant

Contact: Stéphane CADOUX (s.cadoux@terresinovia.fr)



Localisation du système (\triangle) (autres sites du projet \triangle)

Système betteravier en limons profonds

Site: Doignies (YNO)

Durée de l'essai : 6 ans (2012-2017)

Conduite: conventionnelle

Dispositif expérimental : parcelles de 144 m². Toutes les cultures sont présentes chaque année, avec trois blocs répétitions.

Système de référence : système betterave-blé-féverole-blé-colza-blé, représentatif des pratiques locales, randomisé avec le système innovant dans l'essai.

Type de sol : limon profond (14 % argile, RU ≈ 200 mm)

Origine du système

Le système classique de la région est basé sur une rotation **relativement longue** intégrant deux cultures de printemps dont la betterave et une légumineuse : la féverole.

Ce type de système cultivé en milieu à haut potentiel conduit à un recours fréquent au **travail profond du sol** et à **l'usage d' intrants** (azote et produits phytosanitaires).

Dans ce milieu et dans un contexte où de nombreux agriculteurs souhaitent **réduire le temps de travail** à l'hectare, nous avons cherché à mettre au point un système de culture **multi-performant**, plus **économe en intrants** et sous

Objectif de réduction d'IFT



-50 %

Par rapport à la référence régionale

Mots clés

Binage - Strip-till – Couverts -Légumineuses - Betteraves -Semis direct

Stratégie globale



Efficience : amélioration de l'efficacité des traitements

Substitution : remplacement d'un ou plusieurs traitements phytosanitaires par un levier de gestion alternatif

Reconception : la cohérence d'ensemble est repensée, mobilisation de plusieurs leviers de gestion complémentaires



Le mot du pilote de l'expérimentation

« L'essai de Doignies est positionné dans un contexte de **sol à potentiel très élevé mais sensible à la battance**. La présence de **cultures industrielles**, qui sont sensibles aux accidents structuraux et dont les récoltes peuvent occasionner d'importants tassements, conduit à un **recours fréquent au labour**. Dans ce milieu, la **réduction du travail du sol** peut contribuer à limiter les problèmes de battance et réduire le temps de travail à l'hectare, mais doit se raisonner en fonction de la structure du sol et des cultures. » S. SCHRYVE

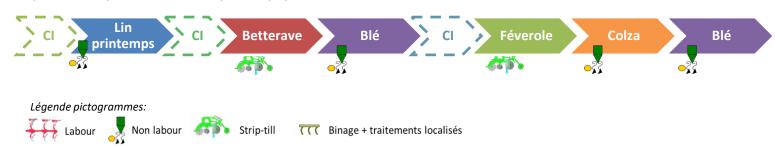


Système de référence (représentatif des pratiques régionales)



Caractéristiques du système innovant

Rotation: la rotation est diversifiée avec l'introduction du lin graine de printemps qui remplace un blé, et le colza est positionné après la féverole de printemps pour maximiser la valorisation de l'azote.



Travail du sol: le labour est abandonné. La betterave et la féverole sont implantées au strip-till à 45cm d'écartement. Les blés, le colza et le lin sont implantés en non labour, après un travail du sol dont la profondeur est adaptée en fonction du compactage du sol (8 à 15 cm).

Intercultures : un couvert de moutarde anti-nématodes est implanté avant betterave, comme dans le système de référence. Les autres couverts sont diversifiés : mélange d'avoine et pois fourrager avant lin, et phacélie avant féverole.



Vue aérienne du dispositif expérimental. Crédit photo : Terres Inovia.

Objectifs du système innovant

Indicateur	Objectif	Référence
IFT	-50 % (2,7)	Référence régionale
Quantité N minéral	-30 % (93 kg/ha)	Système de référence
Émissions GES	- 50 % (1193 kg éq CO ₂ /ha)	Système de référence
Temps de travail	< 299 min/ha	Système de référence
Rendement	2	Système de référence
Marge brute	≥ 1048 €/ha	Système de référence
Contribution dév. Durable (Méthode MASC 2.0)	>	Système de référence

Il s'agit d'objectifs à concilier et à atteindre si possible, pas d'obligations de résultats.



Résultats sur les campagnes de 2011 à 2016 (1 rotation)

Maîtrise technique et agronomique

Stratégie	Bilan satisfaction
Gestion intercultures et travail du sol	 Bonne maîtrise des implantations de blé (non labour voire semis direct si le sol n'est pas compacté), lin (non labour) et féverole (strip-till) Difficultés d'implantation du colza (semis tardif et sol sec après féverole) et des betteraves (réglages du strip-till Yetter) => peuplements irréguliers et parfois pertes de rendement
Gestion adventices	 Bonne maîtrise en blé, lin et betterave Maîtrise moyenne en féverole (grand écartement) et colza (semis tardifs/croissance lente) Apparition de chardons
Gestion maladies	© Bonne maîtrise globale malgré la forte réduction des fongicides
Gestion ravageurs	 Bonne maîtrise en blé, betterave et féverole Dégâts récurrents de limaces, notamment en colza (semis tardifs/croissance lente) Impossible de gérer correctement les dégâts d'altises sur le lin
Gestion de la nutrition azotée	⊕ Bonne maîtrise globale malgré les réductions de doses

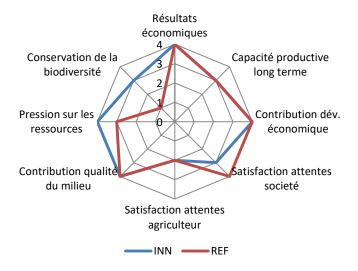
> Performances moyenne pluriannuelle par rapport à la référence

	Moy. REF	Moy. INN	Écart/ réf.	Diff. Stat.⁴
IFT	5.1 (ref. région)	3.8	-30%	*
Quantité N minéral (kg N/ha)	133	106	-20 %	***
Emissions GES ¹ (kg eq-CO ₂ /ha)	2386	1984	-17 %	**
Temps travail (h/ha)	4h59	3h59	-20 %	*
Rendement ² (%/REF)	100	79	-21 %	***
Marge brute (€/ha)	1048	922	-12 %	***
Marge semi-nette (€/ha)³	1296	1041	-20 %	/

¹ Calcul avec EGES®; ² Moyenne des pourcentages de rendement de chaque culture chaque année, par rapport aux mêmes cultures dans le système de référence ou par rapport à une moyenne locale donnée par expertise pour les cultures non présentes dans le système de référence; ³ Performances calculées à partir de la synthèse pluriannuelle des interventions culturales; ⁴ / = non testé ou test non valide, *, **, *** = significatif aux seuils respectifs de 5 %, 1 % et 0.1 %. NS = non significatif. Le chiffre entre parenthèse correspond au risque de première espèce.

Les résultats d'indicateurs obtenus sont mitigés. Les objectifs ne sont atteints qu'en terme de réduction du temps de travail (-20 %). Les indicateurs liés à l'azote (quantité d'azote, émissions de gaz à effet de serre) sont améliorés mais les objectifs ne sont pas atteints. L'IFT est réduit de 30 % par rapport à la référence régionale mais l'objectif des -50 % n'est pas atteint. Le rendement et la marge brute sont inférieurs au système de référence. La marge brute et la marge semi-nette (calculée sur la base de la synthèse des pratiques et qui inclue les charges de mécanisation) sont réduites.

Contribution au développement durable (Notes MASC 2.0 basées sur la synthèse pluriannuelle des pratiques)



Les deux systèmes de culture présentent une très bonne contribution développement durable (6/7),dimension notamment sur la économique (5/5). Le système innovant est moins performant sur la dimension sociale (3/5) et plus performant sur la dimension environnementale (5/5) que le système de référence (respectivement 4/5 et 3/5). Ces résultats tempèrent la non atteinte de l'objectif de réduction de l'IFT et de maintien de la marge.





Zoom sur la succession féverole de printemps-colza en sol profond

La succession féverole de printemps-colza a été choisie pour maximiser la valorisation de l'azote après féverole. Après six ans d'essais le résultat est mitigé. L'effet en termes de disponibilité en azote pour le colza semble positif. En revanche, la récolte tardive de la féverole empêche un semis précoce du colza et conduit souvent à une implantation dans un sol asséché. La levée du colza est donc souvent pénalisée ce qui expose à des risques accrus de dégâts de limaces notamment. Il semble donc préférable d'éviter de positionner le colza derrière un protéagineux récolté tardivement.



Transfert en exploitations agricoles

Stratégie de maîtrise des maladies: la stratégie innovante de gestion des maladies est la plus satisfaisante de l'essai YNO car elle a permis de réduire l'IFT fongicides et régulateurs en moyenne de 65 % par rapport au système de référence tout en maintenant une maîtrise satisfaisante des maladies. La stratégie innovante et son efficacité s'appuient sur : (i) l'introduction d'une culture sur laquelle on réalise une impasse fongicide (lin), (ii) l'augmentation de la tolérance des dégâts permettant notamment une impasse fongicide sur féverole, (iii) le choix de variétés résistantes permettant notamment une quasi impasse sur betterave, et (iv) la mise en œuvre d'itinéraires techniques intégrés en blé (semis fin octobre, mélange variétal, densité réduite, observations pour le déclenchement des interventions) permettant une réduction des fongicides et régulateurs de plus de 50 %.

Colza associé à un couvert de légumineuses gélives : le projet Phyto-Sol a permis la mise au point de la technique des colzas associés à un couvert de légumineuses gélives et a démontré les nombreux bénéfices associés. Dans le cadre de l'essai YNO, les tests d'association de légumineuses au colza n'ont pas été concluants du fait des dates tardives d'implantation du colza. Dans le nord (et l'est) de la France, si on veut valoriser les bénéfices des légumineuses, une implantation avant le 20 août est indispensable.

Maîtrise strip-till et couplage avec binage et désherbage localisé: des mises au point en cours d'essai ont été nécessaires pour maîtriser l'usage du strip-till et son couplage au binage. Tout d'abord, réussir le semis (betterave et féverole) au printemps après passage du strip-till à l'automne a nécessité le recours à un GPS de précision centimétrique. Ensuite, pour pouvoir biner en bonnes conditions dans l'inter-rang non travaillé, il s'est avéré nécessaire de faire en plus une préparation très superficielle du sol. Ce couplage strip-till x travail superficiel x binage x désherbage localisé sur le rang s'avère efficace pour une bonne maîtrise des adventices tout en permettant de réduire l'usage des herbicides.



Pistes d'améliorations du système et perspectives



L'essai YNO n'a pas été reconduit après la première rotation. Améliorer d'avantage les performances et notamment réduire l'IFT, tout en améliorant la rentabilité nécessite de passer par des changements plus profonds de système. Un nouvel essai a donc été mis en place, en Picardie dans le Santerre, dans le cadre du projet inter-institut Syppre. Un système innovant a été co-conçu avec des agriculteurs et des partenaires locaux et est expérimenté sur le long terme. Il se base sur une rotation allongée, un retour de biomasse au sol maximisé (résidus de cultures dont cannes de maïs grain, couverts d'interculture), l'apport de produits organiques, un colza semé tôt, associé à des légumineuses gélives et positionné après pois de conserve. Le travail du sol est adapté selon la maîtrise des adventices et de la structure du sol. Le couplage striptill, binage et désherbage localisé est appliqué sur colza, maïs et betterave.



Action pilotée par le ministère chargé de l'agriculture et le ministère chargé de l'environnement, avec l'appui financier de l'Agence française pour la biodiversité, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Ecophyto.







AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

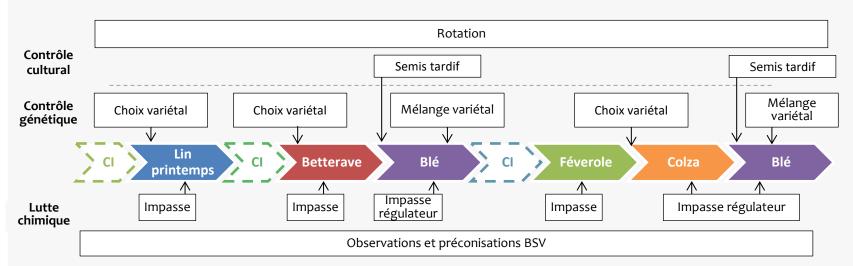
Document réalisé par **Stéphane Cadoux Terres Inovia**



Stratégie de gestion des maladies



Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'aait pas de la stratéaie complète de aestion des maladies.



Maladies cibles : Sclérotinia, fusariose, septoriose, cercosporiose, ramulariose,

Objectifs:

- Réduire l'IFT par rapport au système de référence
- Maintenir les marges
- ⇒ Dommages tolérés

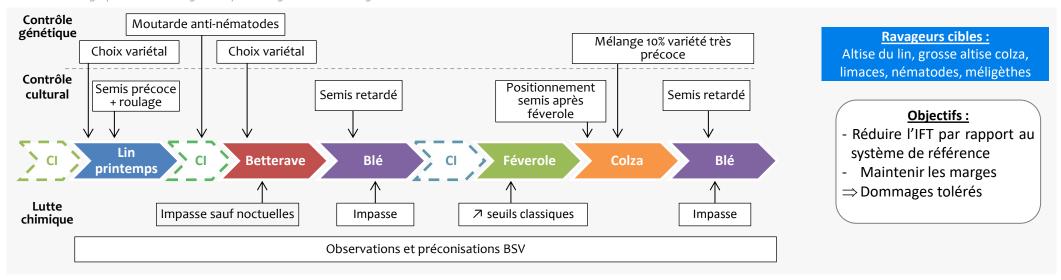
Leviers	Principes d'action	Enseignements	
Rotation	Diversification de la rotation (baisse de la fréquence des céréales)	Efficacité difficile à mesurer	
Semis tardif	Semis du blé fin octobre afin de réduire les risques de développement des maladies	Stratégie efficace: semis tardif couplé à un mélange de variétés tolérantes permet de réduire l'usage des fongicides et de limiter la verse (impasse	
Mélange variétal	Semis d'un mélange de variété de blé tolérantes. Limite la propagation des maladies.	régulateur)	
Choix variétal	<u>Lin :</u> variété très tolérante verse, fusa, brûlure <u>Betterave :</u> variété PS maladies foliaires et tolérante rhizomanie <u>Colza :</u> variété TPS phoma, verse et élongation	Très efficace en lin et betterave (impasses) Très efficace en colza vis-à-vis de la verse (impasse régulateurs)	
Pilotage des interventions	Interventions sur observations (présence et seuils de nuisibilité) et préconisations BSV	Bonne efficacité en blé (notamment vis-à-vis de la septoriose).	



Stratégie de gestion des ravageurs



Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des ravageurs.



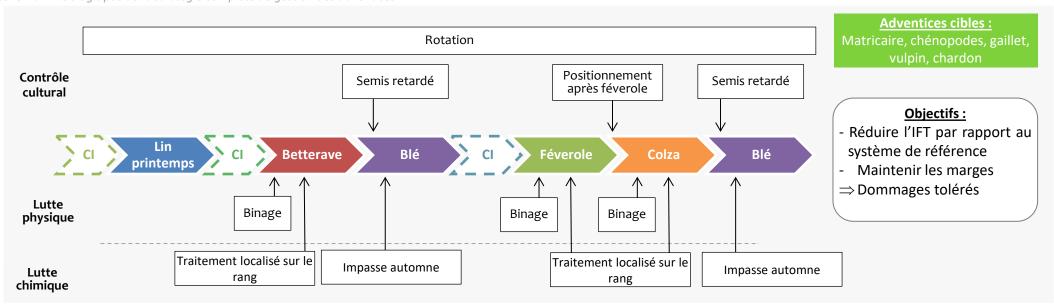
Leviers	Principes d'action	Enseignements
Choix variétal	-Betterave : résistance aux nématodes -Lin : variété précoce (esquive altises)	-Efficace en betterave -Levier insuffisant en lin même en couplant avec semis précoce et roulage
Mélange de variétés de colza	Mélange de 10% de variété à floraison très précoce pour piéger les méligèthes et réduire leurs éventuels dégâts sur boutons floraux de la variété principale	Contrôle efficace des dégâts de méligèthes
Date de semis adaptée	Éviter d'avoir les cultures au stade sensible au moment des attaques <u>-Lin :</u> semis précoce + roulage <u>-Blé :</u> semis fin octobre <u>-Colza :</u> semis après la fèverole pour favoriser la dynamique de croissance du colza	-Pas suffisant en lin -Bonne efficacité en blé, permettant l'impasse -Levier pas efficace en colza car récolte tardive de la féverole et semis tardif du colza en sol sec : difficultés d'implantation et non valorisation de l'azote
Observations et préconisations BSV	Ne traiter que quand le risque est avéré	-Limitation générale des interventions, notamment en féverole. -Sécurisation des impasses en blé et betteraves



Stratégie de gestion des adventices



Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des adventices.



Leviers	Principes d'action	Enseignements
Rotation	Diversifier les familles cultivées	Bénéfice difficile à évaluer
Date de semis adaptée	<u>Blé :</u> semis fin octobre pour éviter les levées de graminées <u>Colza :</u> semis après féverole pour favoriser la dynamique de croissance	-Bonne efficacité en blé (impasse désherbage automne) -Pas efficace en colza car récolte tardive de la féverole et semis tardif du colza en sol sec : difficultés d'implantation et non valorisation de l'azote
Binage	Gérer mécaniquement les adventices en inter-rang	-Très bonne complémentarité binage x traitement localisé (réduction IFT et impasse à l'automne en blé) -En strip-till nécessité de faire un travail superficiel sur tout la surface pour pouvoir biner
Traitement localisé sur le rang	Gérer chimiquement les adventices sur le rang	Très bonne complémentarité binage x traitement localisé (réduction IFT)

