



EXPE

Réseau DEPHY

Recueil de fiches du projet Rés0Pest





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 SYSTEME



- 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 RésOPest : Réseau expérimental de systèmes de culture « zéro pesticides » en Grande Culture et Polyculture-Elevage	5
• Site Auzeville	7
○ Système RésOPest Auzeville	11
• Site Bretenière.....	18
○ Système RésOPest Bretenière	22
• Site Estrées-Mons.....	29
○ Système RésOPest Estrées-Mons	33
• Site Grignon.....	40
○ Système RésOPest Grignon.....	43
• Site Le Rheu	50
○ Système RésOPest Le Rheu.....	54
• Site Lusignan.....	61
○ Système RésOPest Lusignan	65
• Site Mauguio	72
○ Système RésOPest Mauguio	76
• Site Nouzilly.....	83
○ Système RésOPest Nouzilly.....	87



PROJET EXPE

à la recherche de systèmes très économies en phytosanitaires

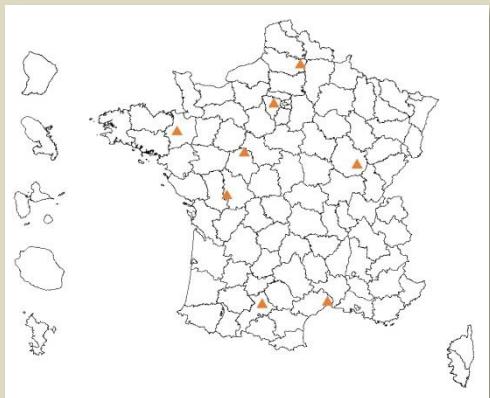
RésOPest : Réseau expérimental de systèmes de culture « zéro pesticides¹ » en Grande Culture et Polyculture-Elevage

Organisme chef de file : INRA-Dijon, Unité Expérimentale du domaine d'Epoisses, 21110 Bretenière

Chef de projet : Vincent CELLIER (Vincent.Cellier@epoisses.inra.fr)

Période : 2012-2017

¹ Seuls sont acceptés les produits répertoriés en tant que moyens biologiques ou stimulateurs des défenses naturelles, dans l'index phytosanitaire ACTA.



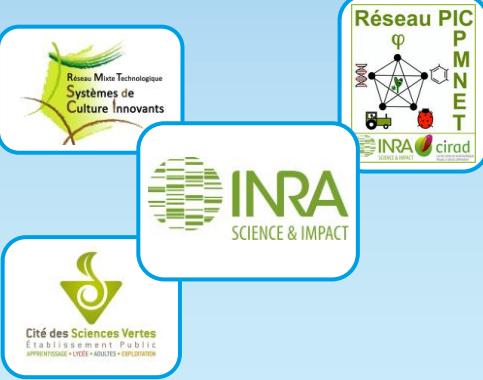
Localisation des sites

Nombre de sites EXPE : 8

- en station expérimentale : 7
- en établissement d'enseignement agricole : 1

Nombre de systèmes DEPHY économies en pesticides : 8

Les Partenaires :



Présentation du projet

> Enjeux

Expérimenter des systèmes de culture sans pesticides pour éprouver les techniques de protection intégrée des cultures, identifier d'éventuels verrous techniques et de nouvelles questions de recherche.

Ces systèmes de culture très en rupture et la large gamme de situations de production considérée, constituent un support expérimental unique pour des programmes de recherche dans des disciplines comme l'agroécologie, la phytopathologie, la malherbologie et l'entomologie.

> Objectifs

- Concevoir et expérimenter des systèmes de culture « zéro pesticides » dans différentes situations de production, en évaluer les performances agronomiques, économiques, environnementales et sociales.
- Analyser le fonctionnement de ces agroécosystèmes particuliers, et notamment la dynamique des populations et les régulations biologiques au sein des biocénoses.

> Résumé

RésOPest est un réseau expérimental de systèmes de culture sans pesticides, composé de 8 dispositifs expérimentaux de longue durée, mis en place dans des Unités Expérimentales de l'INRA et un lycée agricole. Les systèmes de culture expérimentés ont été conçus en mobilisant les principes de la Protection Intégrée, afin de limiter les pressions biotiques et de valoriser les régulations biologiques. Ces systèmes, adaptés aux conditions locales, sont tous différents mais répondent à un même cahier des charges, en termes de contraintes et d'objectifs :

- Contraintes : ne pas recourir aux pesticides ; maintenir les cultures représentatives de la région ;
- Objectifs : maximiser, sous ces contraintes, une production commerciale respectant les cahiers des charges des filières en limitant l'impact des bioagresseurs ; limiter les impacts environnementaux autres que ceux liés à l'utilisation des pesticides ; préserver un revenu pour l'agriculteur.

L'utilisation des engrains chimiques est autorisée dans les essais RésOPest.



Le mot du chef de projet

« RésOPest a vu le jour suite à une étude coordonnée par le réseau PIC INRA/CIRAD (<http://www.inra.fr/reseau-pic>) en 2010-2011 et financée par le GIS Grande Culture à Hautes Performances Économiques et Environnementales (<https://www.gchp2e.fr>). Cette étude préalable a permis de préciser les objectifs du réseau en se positionnant par rapport à l'existant et de fédérer un groupe d'expérimentateurs prêts à tenter l'expérience et à assumer la prise de risque. En concevant, expérimentant et évaluant des systèmes de culture sans pesticides, RésOPest a vocation à contribuer à la transition agroécologique des exploitations agricoles dédiées à la polyculture, associée ou non à des systèmes d'élevage, et ce, aussi bien pour des exploitations en Agriculture Biologique (desquelles le projet se démarque par la possibilité d'utiliser des engrais chimiques), que pour des exploitations conventionnelles. »

Leviers et objectifs des systèmes DEPHY

SITE	SYSTEME DEPHY	AGRICULTURE BIOLOGIQUE	ESPECES DU SYSTEME DE CULTURE	LEVIERS					OBJECTIF Réduction d'IFT ³ du SDC	
				Contrôle cultural	Contrôle génétique	Lutte biologique ¹	Lutte chimique	Lutte physique		
Auzeville	RésOPest Auzeville	Non	Soja - Blé dur - Sorgho - Tournesol - Blé tendre H	x	x	x		x	R	100 %
Bretenière	RésOPest Bretenière	Non	Colza - Blé tendre H - Soja - Orge P - Chanvre industriel – Blé tendre H + Pois H	x	x	x		x	R	100 %
Le Rheu	RésOPest Le Rheu	Non	Prairie (RGH + TV) - Maïs ensilage - Blé tendre H - Féverole P - Triticale - Betterave fourragère - Orge H	x	x	x		x	R	100 %
Lusignan	RésOPest Lusignan	Non	Prairie (Luzerne + Fétuque + Sainfoin) - Blé tendre H - Colza associé - Sorgho associé – Météil (Avoine + Triticale + Pois + Vesce) - Soja - Orge P	x	x	x		x	R	100 %
Mauguio	RésOPest Mauguio	Non	Luzerne - Blé dur - Pois chiche - Tournesol	x	x	x		x	R	100 %
Estrées- Mons	RésOPest Estrées- Mons	Non	Betterave sucrière - Blé tendre H associé - Orge H - Haricot - Colza associé - Triticale	x	x	x		x	R	100 %
Nouzilly	RésOPest Nouzilly	Non	Prairie (RGH + TV + TB + TI) - Maïs ensilage - Blé tendre H - Triticale + Pois - Tournesol	x	x	x		x	R	100 %
Grignon	RésOPest Grignon	Non	Féverole P - Blé tendre H - Chanvre industriel - Triticale - Maïs	x	x	x		x	R	100 %

¹ y compris produits de biocontrôle

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

³ hors produits répertoriés en tant que moyens biologiques ou stimulateurs des Défenses Naturelles, dans l'Index Phytosanitaire ACTA.

Interactions avec d'autres projets

RésOpest est affilié au RMT Systèmes de Culture innovants pour la description des systèmes testés et la synthèse annuelle. De plus RésOpest utilise les outils et méthodes du RMT et participe ainsi à leur amélioration.

Il est aussi en relation étroite avec l'Institut LaSalle Beauvais qui conduit le projet DEPHY EXPE Ecophyto ScaOpest, essai système de culture agroforestier « zéro pesticides ».

Un travail est également en cours avec le projet PSPE Ecophyto CASIMIR pour la mise au point de protocoles spécifiques pour caractériser les pressions biotiques et les régulations biologiques.

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'environnement, 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.



Projet : RésOPest – Réseau expérimental de systèmes de culture « zéro pesticides » en Grande Culture et Polyculture-Elevage

Site : Auzeville

Localisation : EPLEFPA (Lycée Agricole) Auzeville
 31320 – Auzeville Tolosane
 (43.5346 N, 1.4970 E)

Contact : Sophie ROUSVAL (sophie.rousval@educagri.fr)
 André GAVALAND (andre.gavaland@toulouse.inra.fr)



Localisation du site

Site en station expérimentale

Lycée Agricole d'Auzeville

Le lycée agricole d'Auzeville se situe en zone péri-urbaine au sud-est de l'agglomération toulousaine et à l'ouest du Canal du Midi. La ferme du lycée est attenante au domaine expérimental de l'INRA. Elle a une superficie de 40 ha dont 20 ha conduits en agriculture biologique et 20 ha conduits en agriculture raisonnée. Le dispositif ResOPest est localisé dans cette seconde partie.

La grande proximité entre lycée et INRA facilite grandement la gestion partagée du dispositif : l'Unité Expérimentale de l'INRA assure l'essentiel de la mise en œuvre des itinéraires techniques et le lycée assure les observations de bioagresseurs, mauvaises herbes, maladies et parasites. La synthèse des données, l'évaluation du dispositif et les actions d'information et de communication sont assurées par les deux entités.

Historique et choix du site

Historiquement la ferme du lycée agricole accueillait des dispositifs système de culture gérés par l'INRA (Ex: Système de grandes cultures intégrées 1995-2002).

Le lancement du dispositif ResOPest a permis de donner une autre dimension à ce partenariat développant les liens entre la recherche et la formation. Le dispositif, localisé sur la ferme du lycée agricole, est géré en partenariat étroit entre le lycée et l'Unité Expérimentale INRA d'Auzeville. Cet essai système de culture a pour objectif de tester la possibilité de conduire des cultures d'intérêt économique pour la région sans aucun recours aux pesticides (traitement de semence, herbicide, fongicide, insecticide).

L'essai lancé à l'automne 2013 est en 2016 en quatrième année sur une rotation de 5 ans.

Interactions avec d'autres projets

Ce dispositif s'inscrit dans la plateforme technologique développée par le lycée agricole. La ferme du lycée participe également à DEPHY FERME et au réseau Ecophyto des exploitations des lycées agricoles. De son côté, l'Unité Expérimentale INRA gère également le dispositif Système Eco⁴ piloté scientifiquement par l'UMR AGIR (INRA).



Le mot des responsables de site

« Le dispositif ResOPest d'Auzeville constitue à la fois un lieu de collaboration rapproché entre l'INRA et le lycée agricole et est un support pédagogique de qualité pour la formation des apprenants, soit des élèves dans les cursus agricoles, de la seconde à la licence pro, soit des adultes en formation continue au CFPPA. Le site est régulièrement visité par les professionnels de l'agriculture et constitue un support de transfert technologique entre la recherche et le développement agricole. »

Système DEPHY testé

Le système de culture a été conçu de manière à respecter un cadre de contraintes et d'objectifs commun au réseau expérimental de systèmes de culture « zéro pesticide » RésOPest et adapté au contexte local de l'expérimentation.

Sous 2 contraintes :

- Ne pas recourir aux pesticides, y compris les traitements de semences ;
- Inclure autant que possible les cultures des principales filières de la région : blé dur et tournesol.

Et avec pour objectifs :

- Maximiser, sous ces contraintes, une production commerciale respectant les cahiers des charges des filières en limitant l'impact des bioagresseurs ;
- Limiter les impacts environnementaux autres que ceux liés à l'utilisation des pesticides : limiter la consommation énergétique et la consommation en eau ;
- Maintenir la marge de l'agriculteur.

Nom du système	Années début-fin	Agriculture Biologique	Surface de la parcelle	Espèces du système de culture	Objectif de réduction d'IFT
RésOPest Auzeville	2013 - ...	Non	3 ha	Soja-Blé Dur-Sorgho-Tournesol-Blé Tendre	100 %

Dispositif expérimental et suivi

> Dispositif expérimental

Répétition :

Le dispositif RésOPest comporte cinq parcelles ce qui permet d'expérimenter chaque année tous les termes de la succession (cinq ans). L'essai est divisé en 5 bandes parallèles et jointives, de 132m de long dont 117 m non traité (+ 15m traité cf ci-dessous) et une largeur de 48 m pour 3 bandes et 36 m pour 2 bandes.

Système de référence :

Le dispositif comporte un témoin conduit avec traitements (herbicide, fongicide), de 15 mètres de large perpendiculaire aux 5 bandes non traitées, soit 15m x 48m sur 3 bandes et 15 x 36 m sur 2 bandes.

Aménagements et éléments paysagers :

Le dispositif est entouré par une bande enherbée implantée à l'automne 2012 avec un mélange d'espèces mellifères.



Plan du dispositif

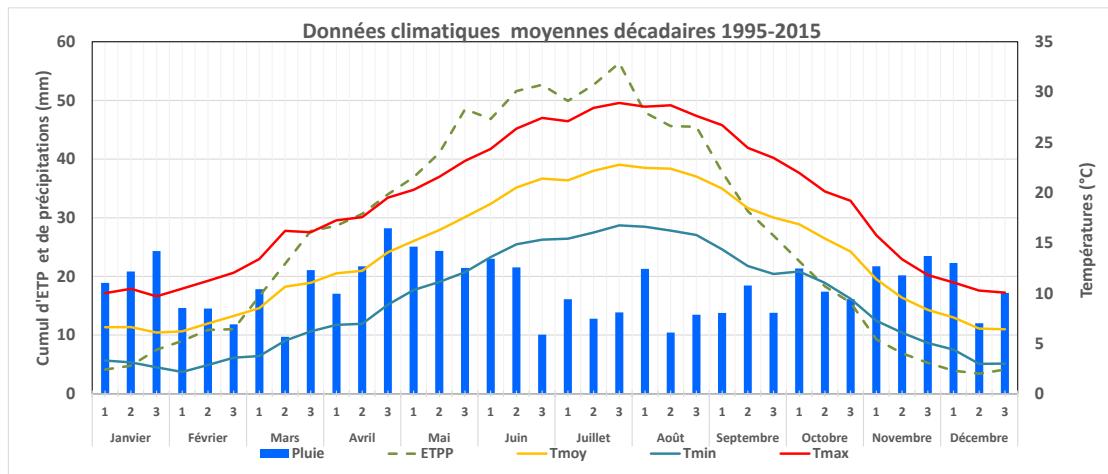
> Suivi expérimental

Des tours de plaine sont réalisés régulièrement afin de surveiller l'état des parcelles et des cultures et de prendre les décisions de conduite. Des protocoles de suivi des cultures communs à tous les sites du réseau permettent de recueillir des informations sur le développement des cultures, les maladies, les ravageurs et de suivre l'évolution de la flore adventice.

Contexte de production

> Pédo climatique

Météorologie	Type de sol	Comportement du sol
Climat océanique dégradé sous influence méditerranéenne à hiver assez froid, printemps frais et pluvieux et été chaud et sec. Moyenne des précipitations (1984-2015) : 658 mm Température moyenne 1995-2015 : 14 °C	Alluvions de bas de coteaux pour partie argilo-calcaire (25 à 38 % d'argile). Profondeur : 70 à 120 cm. Teneur en matière organique: 1,5 %.	Sol argilo-limoneux très compact avec de fortes fentes de retrait en été.



> Socio-économique

Le Lauragais est dominé par les grandes cultures céréaliers avec des oléagineux (tournesol, colza, soja), du sorgho et du blé dur qui recouvre 34 % de la SAU du département de la Haute-Garonne soit près de 20 % de la production nationale. La suppression complète des traitements phytosanitaires, associée à une rotation longue, est en rupture importante avec le contexte régional. Res0pest se distingue également des conduites bio par le recours à la fertilisation azotée minérale.

> Environnemental

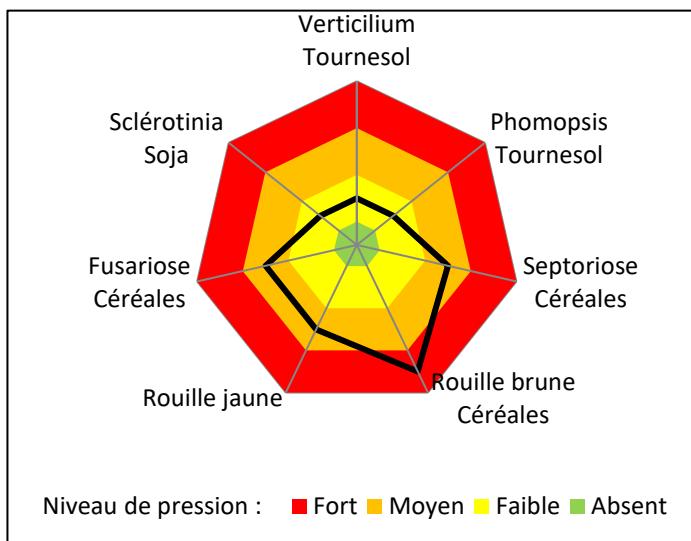
Le lycée agricole d'Auzeville se trouve en bordure du canal du midi et à proximité de quartiers résidentiels de la commune d'Auzeville-Tolosane. Situé en zone vulnérable pour les nitrates, c'est un paysage de plaine céréalière sans relief proche du milieu urbain avec un aménagement de haies visant à améliorer le potentiel de pollinisation sur l'exploitation.

> Maladies

Pour les céréales, l'effet des printemps humides se ressent dans l'apparition des maladies : septoriose et rouille brune, avec une émergence de la rouille jaune sur blé tendre depuis quelques années.

Sur le tournesol, on peut noter des épisodes de verticillium et phomopsis avec des pressions qui restent faibles.

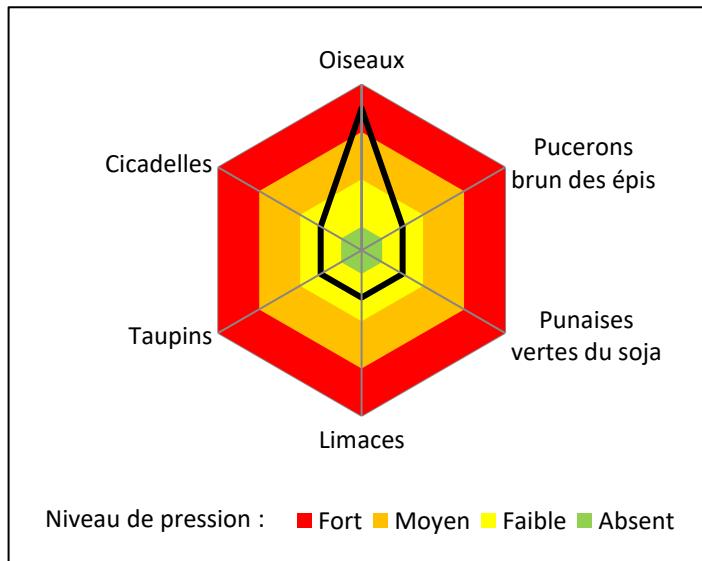
Sur le soja, on observe des risques faibles de sclerotinia.



> Ravageurs

Globalement, la pression des ravageurs est faible sur céréales : pucerons bruns des épis sur les blés et le sorgho.

Sur le soja, on peut noter la présence de punaises vertes. Sur le tournesol, les oiseaux peuvent occasionner des dégâts très importants, à la levée puis à la maturité.



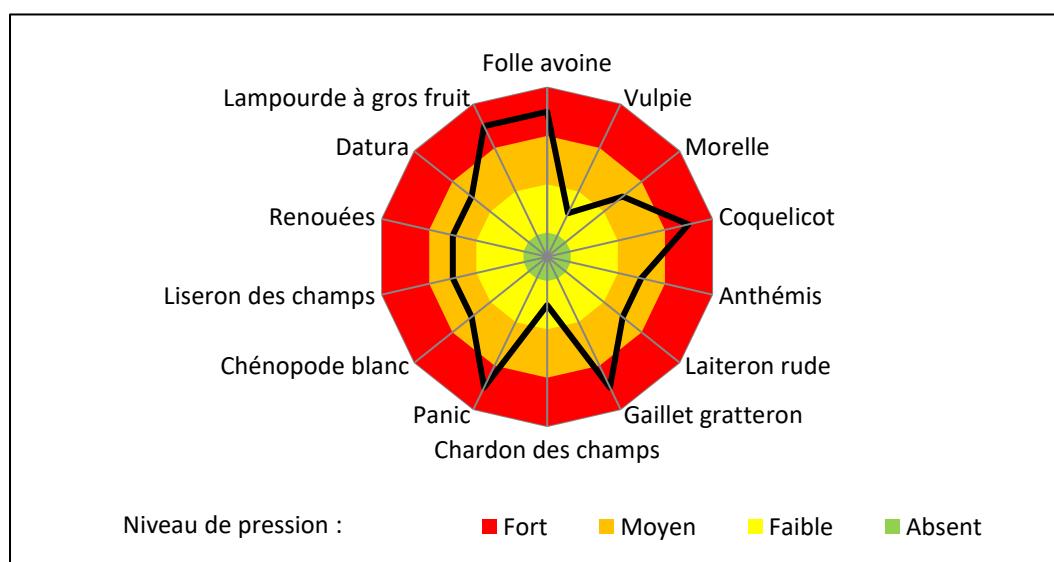
> Adventices

Les principales adventices des cultures d'hiver sont la folle avoine, le coquelicot et le gaillet gratteron.

Pour les cultures d'été, la pression des adventices est majoritairement due à la présence de renouées, de lampourde à gros fruit, de datura, de chénopode blanc, de panic.

Le chardon des champs et le liseron sont présents localement sur certaines zones du dispositif.

La pression des adventices s'exprime particulièrement sur les cultures d'hiver.



> Autres risques

Le site d'Auzeville est soumis à des vents fréquents, vent du nord dominant apportant des chutes de température et vent d'autan venant du sud-est chaud amplifiant le déficit hydrique. Occasionnellement certains épisodes caniculaires peuvent occasionner des pertes de rendement, cela a été le cas en 2015 sur sorgho avec un déficit de fécondation lié à des températures caniculaires qui ont généré de nombreux épis stériles ou peu remplis.

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 économies en phytosanitaires

Projet : RésOPest - Réseau expérimental de systèmes de culture zéro-pesticides en Grande Culture et Polyculture-Elevage

Site : Auzeville

Localisation : EPLEFPA (Lycée Agricole)
 31320 AUZEVILLE TOLOSANE
 (43.5346°N, 1.4970°E)

Système DEPHY : RésOPest Auzeville

Contacts : Sophie ROUSVAL (sophie.rousval@educagri.fr)
 Gilles TISON (gilles.tison@inra.fr)



Localisation du système (▲)
 (autres sites du projet △)

Combiner un maximum de leviers pour un système de grande culture sans pesticides

Site : EPLEFPA Auzeville.

Durée de l'essai : 2012-2017.

Conduite : aucun apport de pesticides (hors stimulateurs des défenses naturelles et moyens biologiques répertoriés dans l'index ACTA), l'apport d'engrais de synthèse est autorisé.

Dispositif expérimental : 5 parcelles dont 3 de 0,63 ha et 2 de 0,47 ha. Tous les termes de la rotation sont présents chaque année.

Système de référence : aucun système de référence n'est testé, les performances du système de culture sont comparées à des données régionales et à celles du domaine expérimental.

Type de sol : alluvions récentes argilo-limoneuses.

Origine du système

Le réseau expérimental RésOPest a été lancé en 2012 suite à une étude de faisabilité financée par le **GIS Grande Culture à Haute Performance Economique et Environnementale**. Ses objectifs sont de concevoir, expérimenter et évaluer les performances de systèmes de culture **sans pesticides** et d'analyser le fonctionnement de ces agroécosystèmes, notamment les **régulations biologiques**. Le niveau de rupture est très important par rapport aux pratiques agricoles conventionnelles et RésOPest se démarque de l'agriculture biologique par la possibilité d'utiliser des **engrais de synthèse**, ce qui donne, la possibilité de viser des niveaux de rendements plus élevés. Il est affilié au RMT Systèmes de Culture Innovants.

Objectif de réduction d'IFT

100 %

hors stimulateurs des défenses naturelles et moyens biologiques répertoriés dans l'index ACTA

Mots clés

Zéro pesticides - Régulations biologiques - Diversification - Désherbage mécanique - Choix variétal - Date et densité de semis - Faux-semis

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 des pilotes de l'expérimentation

« Le dispositif ResOPest d'Auzeville constitue à la fois un lieu de collaboration rapproché entre l'INRA et le Lycée agricole et un support pédagogique de qualité pour la formation des apprenants, soit des élèves dans les cursus agricoles, de la seconde à la licence pro, soit des adultes en formation continue au CFPPA. Le site est régulièrement visité par les Professionnels de l'agriculture et constitue un support pour l'innovation et de transfert technologique entre la recherche et le développement agricole ». *Sophie ROUSVAL et André GAVALAND*

Caractéristiques du système

Rotation :



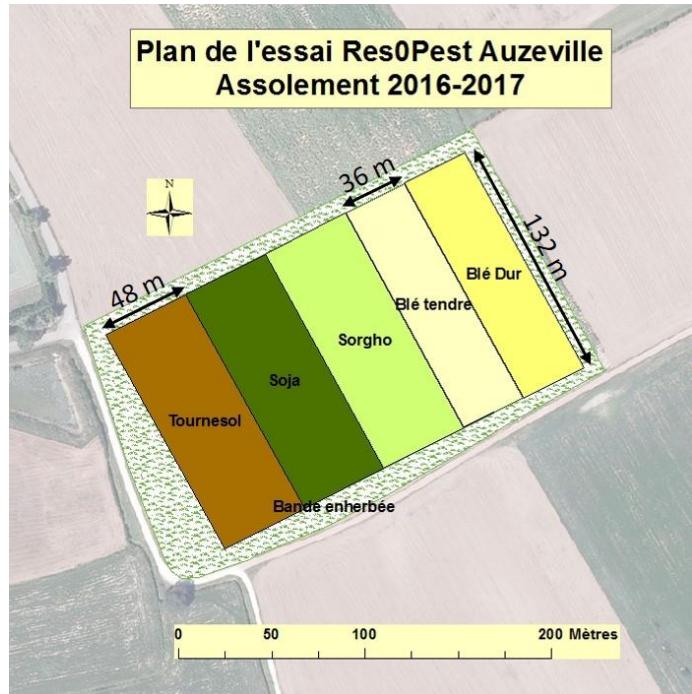
Maintien des cultures représentatives de la région selon le cahier des charges RésOPest : blé dur et tournesol.

Mode d'irrigation : pas d'irrigation.

Travail du sol : labour occasionnel pour les cultures de printemps, herse rotative, déchaumeur à disques ou à ailettes, binage en inter-rang (soja, sorgho, tournesol) et herse étrille sur blés.

Interculture : cultures intermédiaires (CIPAN) après les blés (mélanges d'espèces ou espèces pures - avoines, vesces, moutardes). Choix réalisé selon la disponibilité des graines et leur coût. De plus la moutarde a un fort potentiel à produire de la biomasse en peu de temps.

Infrastructures agro-écologiques : maintien d'une bande enherbée sur l'entourage de l'essai dans l'objectif de favoriser la biodiversité.



Crédit photo : Unité Expérimentale d'Auzeville

Objectifs du système

Les objectifs poursuivis par ce système sont :

Agronomiques	Maîtrise des bioagresseurs	Environnementaux	Socio-économiques
<p>Rendement et qualité</p> <p>Sous la contrainte du zéro-pesticides et du maintien des cultures représentatives de la région, maximiser une production commerciale en respectant les cahiers des charges des filières.</p> <ul style="list-style-type: none">• Blé dur : 55q/ha• Sorgho : 60q/ha• Tournesol : 22q/ha• Blé tendre : 65q/ha• Soja : 20q/ha	<p>Maîtrise des adventices</p> <ul style="list-style-type: none">• Salissement n'occasionnant pas de pertes de rendement.• Pas de développement de tâches d'adventices montées à graine (folle-avoine, gaillet gratteron, chénopode, renouée, xanthium, panic pied de coq, amarante). <p>Maîtrise des maladies et ravageurs</p> <p>Maintenir les maladies et les ravageurs à des niveaux de dégâts qui permettent d'atteindre les rendement et les normes de qualité visés.</p>	<p>IFT</p> <p>Zéro pesticides (hors stimulateurs des défenses naturelles et moyens biologiques répertoriés dans l'index ACTA).</p> <p>Autres impacts</p> <p>Limiter les impacts environnementaux autres que ceux liés aux pesticides (pertes de nitrates, consommation d'énergie, conservation de la biodiversité, ...).</p>	<p>Revenu</p> <p>Maintenir le revenu de l'agriculteur (marge semi-nette).</p> <p>Autres impacts</p> <p>Pas d'objectifs fixés mais évaluation de la durabilité sociale avec MASC 2.0 (voir ci-dessous).</p>

Les systèmes de culture du réseau expérimental RésOPest font l'objet d'une évaluation multicritère à l'aide des outils Criter 4.5 et MASC 2.0 (voir résultats page suivante) afin :

- d'avoir une **vue d'ensemble** des performances obtenues ;
- de vérifier qu'il n'y a pas de **dégradation de performance** non-attendue (temps de travail, consommation d'énergie, ...) ;
- d'identifier les **axes d'amélioration** des systèmes de culture.

Résultats sur les campagnes de 2013 à 2017

> Maîtrise des bioagresseurs

De manière générale, les **pressions maladies** sur l'ensemble des cultures ont été plutôt contrôlées à travers un **choix d'espèces et de variétés adaptées** (hormis le cas du blé dur).

	Blé Dur	Sorgho	Tournesol	Blé Tendre	Soja
Maladies	≈		✓	✓	
Ravageurs	✓		✓	✓	
Adventices	✓	✓	✓	✓	✓

Satisfaction vis à vis des objectifs: ✓ = satisfaisant; ≈ = moyennement satisfaisant; « case vide » = pas d'éléments de réponses /pas en mesure de se prononcer sur l'évaluation.

Les **maladies foliaires** ont impacté significativement la récolte de blé dur, avec des nuisibilités supérieures en moyenne à 10 q/ha. Malgré des pressions initiales fortes en folles avoines, le **contrôle des adventices** est plutôt satisfaisant grâce à une **rotation équilibrée** et l'utilisation des leviers mécaniques adaptés. L'**alternance labour, faux-semis** associé aux **décalages de dates de semis** et aux **désherbagess mécaniques** ont permis de limiter une dérive de flore à l'échelle du système. A l'échelle du système, le contrôle des adventices est satisfaisant mais il faut noter quelques difficultés de gestion de la **folle-avoine** sur les blés et des **renouées** sur soja. Ces problèmes restent cependant localisés dans certaines parcelles.

> Performances agronomiques

Les **objectifs de rendement** sont atteints pour le soja et le tournesol.

Concernant le sorgho et le blé tendre, les résultats sont **irréguliers**. Les mauvais rendements de 2015 et 2017 sur sorgho sont dus à une stérilité des épis importante causée par un accident physiologique non expliqué (T° extrême à la fécondation ?).

Pour le blé dur, le **choix variétal** ne permet de garantir une bonne gestion des maladies, cela explique les **rendements** et les **qualités plus faibles** que les objectifs initiaux.

Seule une année est correcte et cela s'explique par une pression des maladies particulièrement faible et une bonne gestion des adventices avec l'agroéquipement.

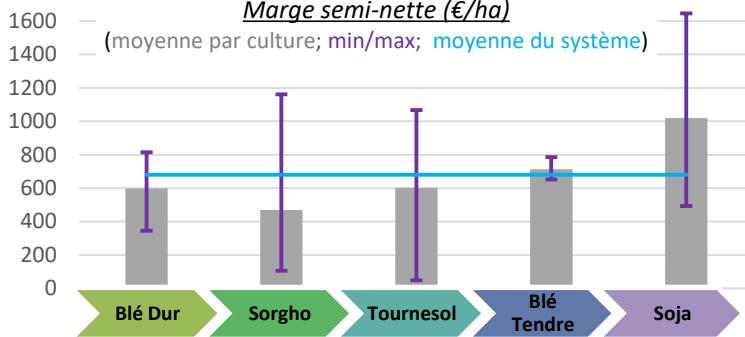
Rendements RésOPest Auzeville et satisfaction de l'expérimentateur

Culture	Objectif de Rendement	2013	2014	2015	2016	2017
Blé dur	55 q/ha	36,5 (51)	35,2 (56)	38,7 (65)	27,7 (50)	45,6 (65)
Sorgho	60 q/ha	57,5 (58)	97,9 (73)	35,6 (61)	54,1 (54)	43,6 (22)
Tournesol	22 q/ha	27,1 (21)	27,1 (25)	29,2 (21)	18,2 (25)	37,8 (29)
Blé tendre	65 q/ha	45,1 (85)	49,2 (83)	53,1 (86)	43,5 (84)	54,5 (83)
Soja	20 q/ha	24,6 (26)	43,3 (37)	32,1 (35)	21,5 (29)	30,6 (30)

Les rendements entre parenthèses sont les moyennes des rendements des cultures conventionnelles sur le domaine expérimental d'Auzeville, sauf pour le blé tendre uniquement cultivé en essai pour lequel est indiquée la moyenne des essais d'évaluation variétale. Le code couleur indique le niveau de satisfaction, qui est défini en fonction de l'atteinte de l'objectif initial et du rendement de la petite région : vert = satisfaisant ; orange = moyennement satisfaisant ; rouge : non satisfaisant.

Evaluation multicritère sur les campagnes 2013 à 2017

> Performances économiques

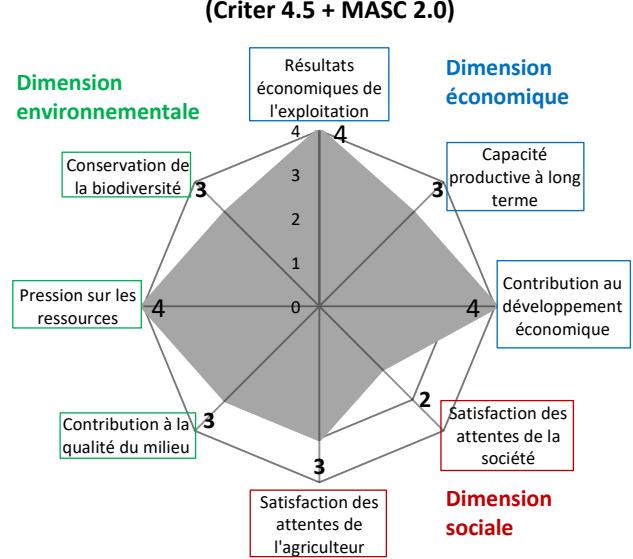


La meilleure performance économique de l'essai est atteinte avec la culture du **soja**. Il faut noter une forte variabilité inter-annuelle sur sorgho, tournesol et soja mais plus faible sur les blés. À titre informatif, la marge semi-nette du système testé est inférieure à celle du domaine expérimental conduit en conventionnel (hors dispositif expérimental).

> Performances environnementales

Les performances environnementales sont élevées (zéro pesticides, indicateurs Criter et MASC) malgré un point faible sur le statut organique du sol (très faible).

> Contribution au développement durable



Ici, plus la note est élevée sur l'échelle, plus la contribution au développement durable du système est importante

La contribution globale du système de culture au développement durable est élevée.



Zoom sur la gestion des adventices

Partant au départ d'une forte densité d'adventices, notamment folles avoines sur blés, xanthiums, daturas et panics sur cultures d'été, **on est arrivé à une maîtrise relativement bonne de cette pression sur l'ensemble de la rotation grâce à l'utilisation de tous les leviers disponibles en agriculture biologique :**

Faux semis : il permet de faire lever les adventices en interculture sur un sol assez finement préparé avant de les détruire pour planter la culture suivante. **Associé à un retard de semis** il permet par exemple de bien lutter contre les premières levées de folle avoine en entrée d'hiver, avant le semis des céréales. Il en est de même avec les cultures d'été.

Herse étrille : à l'aveugle dans les 4-5 jours après le semis, jusqu'en début de germination (moment délicat nécessitant une attention particulière pour ne pas endommager la culture en cours de levée), elle permet de détruire les adventices non visibles qui sont en cours de germination. Une fois la culture levée et suffisamment résistante, cet outil est également très efficace sur les dicotylédones jusqu'au stade plantule des adventices mais beaucoup moins sur les graminées car celles-ci ont une meilleure tenue racinaire.

La bineuse permet de très bien maîtriser l'enherbement dans l'inter-rang notamment pour les cultures de printemps semées dans notre cas à 50 cm d'écartement.

La pratique du labour a été longuement discutée. Réservé aux cultures de printemps, le labour n'a pas été fait systématiquement mais il présente une bonne efficacité en enfouissant en profondeur les graines d'adventices de l'année.



Ecimage folle avoine au taille haie

Crédit photo : Unité Expérimentale d'Auzeville



Herse étrille sur blé bien implanté, forte agressivité.

Crédit photo : Unité Expérimentale d'Auzeville

L'écimage permet de limiter la mise à graine des adventices en sectionnant ces dernières au-dessus de la culture grâce à une barre de coupe installée à l'avant du tracteur. N'ayant pas cet outil, nous avons simulé ce travail avec un taille haie pour gérer un rond de folle avoine dans le blé !

Transfert en exploitations agricoles

Etant donné le **niveau de rupture élevé** des systèmes de culture **RésOPest** conçus, ces derniers n'ont pas vocation à être transférés directement dans des exploitations agricoles.

Les spécificités du site d'Auzeville sont d'avoir intégré le **blé dur en conduite zéro-pesticide** et d'avoir **maximisé les moyens de lutte mécanique sur l'ensemble des cultures du système**. Ces références sont aujourd'hui en partie intégrées sur les exploitations agricoles du Lauragais (réseau DEPHY FERME par exemple) ayant des contraintes pédoclimatiques proches.



Présentation de l'essai

Crédit photo : Unité Expérimentale d'Auzeville

Pistes d'améliorations du système et perspectives

Plusieurs enjeux restent encore à relever, l'un des plus importants étant sûrement celui de l'intégration des moyens de **lutte biologique sur blé** (interaction biocontrôle/variété).

Une meilleure prise en compte des **couverts végétaux dans la gestion globale du système** est également à étudier tout comme l'intégration de nouveaux leviers de lutte mécanique (écimeuse sur folle avoine) associés à l'agriculture de précision.

En 2017 nous avons atteint la fin de la première rotation (5 ans) sur toutes les parcelles. Pour la campagne 2018 nous repartons sur les mêmes parcelles avec les mêmes cultures qu'en première année. Il nous tarde de voir le résultat des cinq années d'utilisation de tous ces leviers !

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

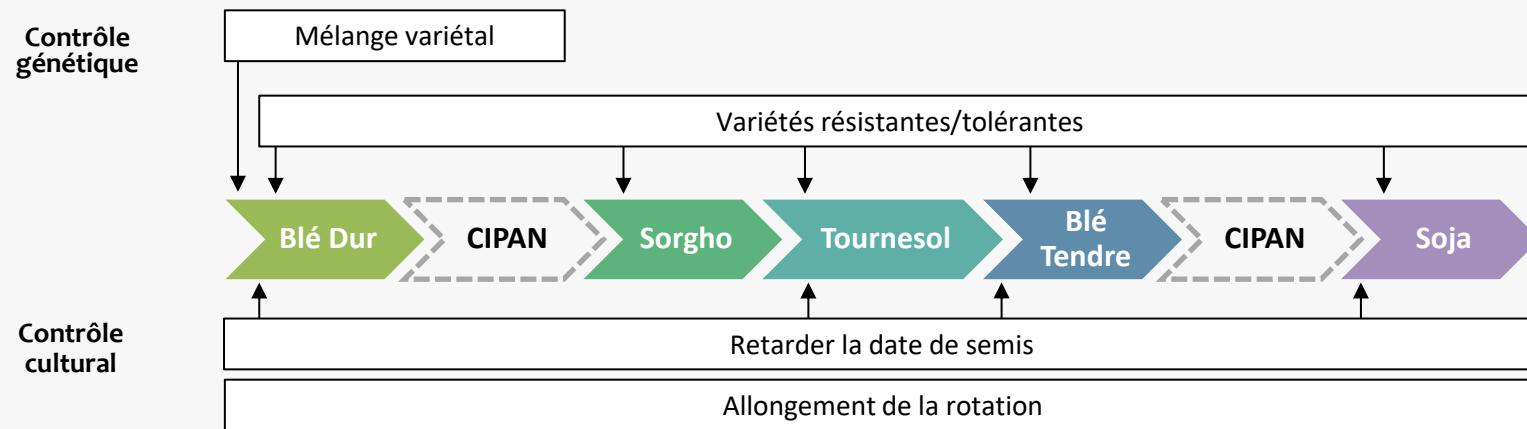
Action pilotée par le ministère chargé de l'agriculture et le ministère chargé de l'environnement, avec l'appui financier de l'Agence française pour la biodiversité, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Ecophyto.

Document réalisé par **Gilles Tison, André Gavaland, Patrice Rouet, Nina Condeco, Frédéric Robert et Sophie Rousval** (INRA et EPLEFPA Auzeville).



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.



Maladies cibles :
Sclerotinia (Soja), Phomopsis, Verticilium (Tournesol), Fusariose épis, RB, Septoriose (BD), RB, RJ, Septoriose (BTH)

Objectifs :

Contrôler les pressions maladies sur blé et sécuriser la qualité des productions

Leviers

Principes d'action

Enseignements

Variétés résistantes/tolérantes	Eviter les risques d'attaque par les maladies. Céréales : chaque années des variétés différentes sont utilisées en fonction d'indices pertinents (résistance rouille, fusariose et septoriose). Il s'agit d'un choix approximatif.	Souvent les mêmes variétés utilisées en sorgho et soja (faible choix pour l'approvisionnement). En blé dur il est difficile de trouver des variétés peu sensibles à la rouille brune → nécessité de réfléchir à l'insertion de solutions de biocontrôle.
Mélange variétal	Réduire la propagation des maladies en cas d'attaque sur le blé dur et tenter de travailler sur la qualité (variétés utilisées en mélange, en proportions égales : Boris, Nobilis, Relief, Voilur).	L'utilisation d'un mélange variétal est relativement efficace pour le blé dur.
Retarder la date de semis	Date de semis tardive (retardée de 1 à 2 semaines : date limite avant arrivée conditions défavorables) pour diminuer l'exposition de la culture aux cycles des pathogènes.	Arrivée plus tardive des maladies foliaires sur blé tendre qui permet sur une année « normale » de sécuriser le contrôle.
Allongement de la rotation	Augmenter le temps de retour d'une même culture sur une parcelle pour limiter la pression maladie.	Pas de maladie type piétin sur céréales. Diminution des problématiques phomopsis sur Tournesol.

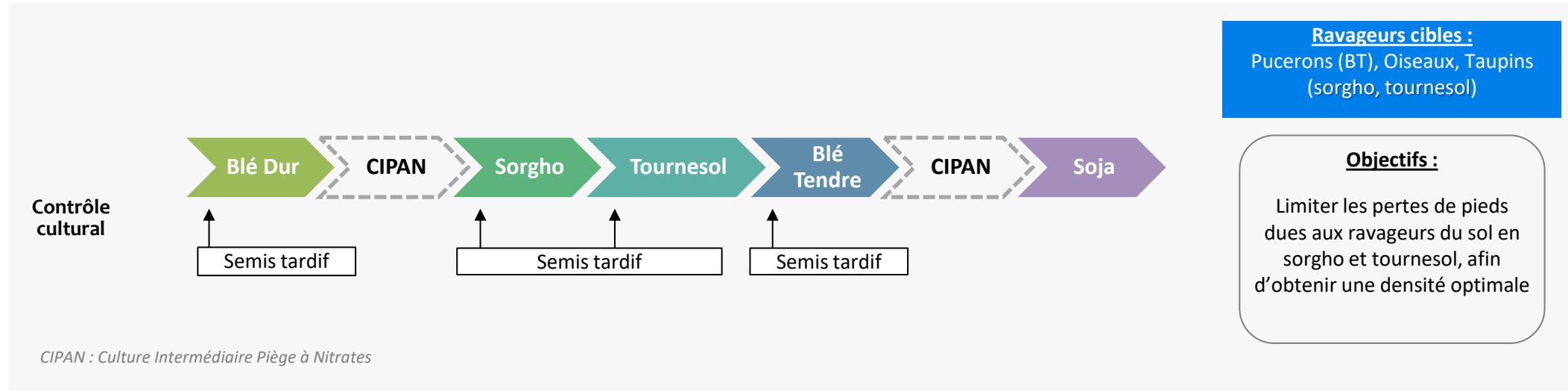


Variétés de blé tolérantes aux maladies
Crédit photo : EPLEFPA de Toulouse



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
Semis tardif	<ul style="list-style-type: none"> - Semis retardé de 1 à 2 semaines : date limite avant arrivée des conditions défavorables - Blés d'hiver : éviter les périodes de présence des pucerons d'automne en retardant la date de semis des blés. - Cultures de printemps : semer sur sols chauds pour favoriser les levées rapides afin de limiter l'impact des bioagresseurs du sol. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bon levier en année « normale » mais non satisfaisant durant les années plus chaudes. - Efficacité des leviers couplés travail du sol et décalage de la date de semis (levée rapide des cultures sur des faibles pressions taupins).

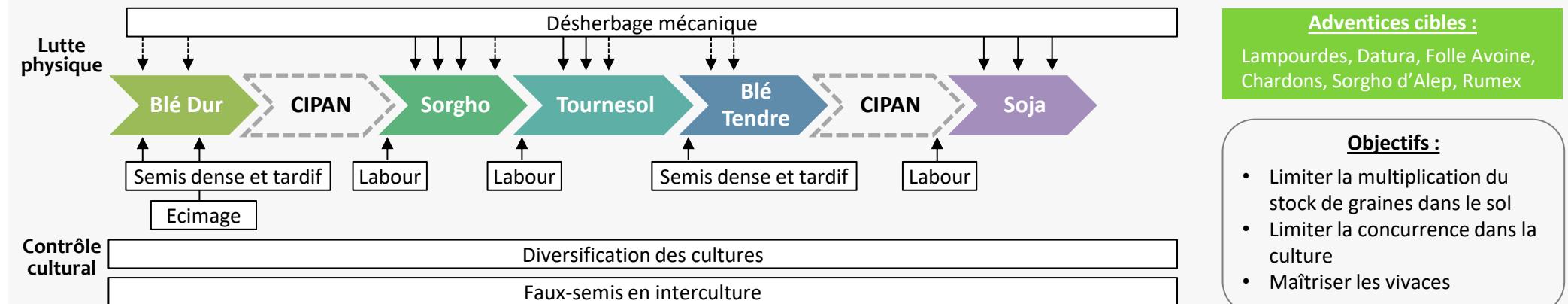


Labour léger pour diminuer la pression bioagresseurs du sol.
Crédit photo : EPLEFPA de Toulouse



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.



CIPAN : Culture Intermédiaire Piège à Nitrates

Objectifs :

- Limiter la multiplication du stock de graines dans le sol
- Limiter la concurrence dans la culture
- Maîtriser les vivaces

Leviers

Principes d'action

Enseignements

Désherbage mécanique	Désherbage mécanique en culture à l'automne et au printemps suivant la météo (houe rotative, herse étrille et bineuse) : détruire les adventices en culture sans détruire la culture.	Efficacité des passages de herse étrille à l'aveugle couplés à un ou deux passages de bineuse, notamment sur graminées estivales. Bonne efficacité de la herse étrille sur gaillet gratteron dans les céréales.
Semis dense et tardif	Esquive des adventices à levée automnale et compétitivité vis-à-vis des adventices.	Le semis tardif permet de détruire les adventices avant l'implantation des cultures. Une densité forte permet de concurrencer les adventices sur le rang.
Labour	Alternance labour/non-labour : 3 labours sur 5 ans.	Levier très efficace sur adventices à faible durée de vie dans le sol et largement utilisé par les agriculteurs.
Diversification des cultures	Diversification des périodes de semis. Alternance cultures hiver et été dicotylédones et graminées afin de contrôler les flores adventices de printemps et d'hiver.	C'est la méthode de base pour éviter l'apparition d'une flore dominante sur la parcelle.
Faux semis en interculture	Faire lever les adventices en interculture et les détruire avant le semis.	A effectuer le plus proche des périodes de semis afin de maximiser l'efficacité sur la culture suivante.
Ecimage	Etêter les adventices au dessus du niveau de la culture afin d'éviter la grenaison.	A effectuer avant que les graines soient matures. Il n'évite pas la concurrence entre les adventices et la culture.



Crédit photo : EPLEFPA de Toulouse

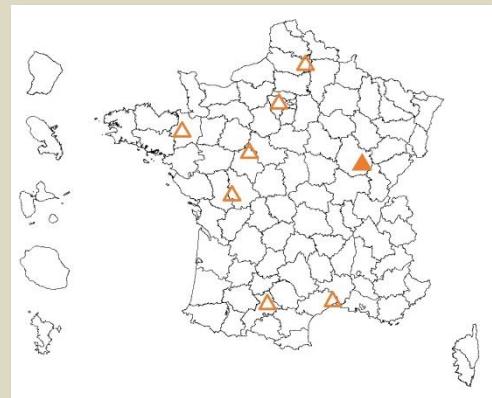


Projet : RésOPest – Réseau expérimental de systèmes de culture « zéro pesticides » en Grande Culture et Polyculture-Elevage

Site : Bretenière

Localisation : INRA - Domaine expérimental d'Epoisses –
21110 BRETENIERE
(47.236482, 5.097545)

Contact : Pascal MARGET (pascal.marget@dijon.inra.fr)



Localization du site

Site en station expérimentale

Domaine expérimental d'Epoisses

L'unité est située dans la plaine de Saône à 15 km du centre INRA de Dijon et couvre une superficie de 140 ha.

Les agents de l'Unité Expérimentale du domaine d'Epoisses expérimentent les recherches en agroécologie dans des conditions réelles de culture en plein champ. **Participer à l'amélioration des plantes de demain et évaluer des systèmes de culture innovants à faibles niveaux d'intrants, basés sur les principes de la protection intégrée des cultures**, sont les deux missions majeures de l'unité.

Son engagement dans de nombreux programmes de recherche conforte son rayonnement régional et national (Projets Breadwheat, Phénomènes et Peamust, Ecophyto, RMT Systèmes de Culture innovants, ...) et elle accueille régulièrement des visiteurs pour échanger sur les résultats de ses travaux.

Historique et choix du site

L'unité expérimentale a une expérience déjà ancienne de l'expérimentation système de culture puisque, avec l'équipe GESTAD de l'UMR Agroécologie de Dijon, elle conduit depuis 2000 un essai systèmes de culture « PIC adventices » (actuellement intégré dans le projet System-Eco-Puissance4). Cet essai a pour objectif de tester la possibilité de maîtriser les adventices tout en réduisant l'application d'herbicides et sans dégrader les performances économiques et sociales. Fort de cette expérience, c'est tout naturellement que le réseau PIC de l'INRA et du CIRAD, dont les ingénieurs sont basés sur l'unité, a coordonné le réseau expérimental RésOPest qui s'est mis en place suite à une étude de faisabilité financée par le GIS Grande Culture à Haute performance Economique et Environnementale. Depuis 2012, elle met en œuvre un des huit essais système « zéro-pesticides » de RésOPest.

Interactions avec d'autres projets

Les essais système de culture du domaine expérimental d'Epoisses sont affiliés au RMT Systèmes de Culture innovants.

RésOPest entretient des relations étroites avec le projet DEPHY EXPE SCAOPEST (système de culture zéro-pesticides en agroforesterie).

Entre 2013 et 2016, RésOPest a été partenaire du projet CASIMIR en accueillant des stagiaires qui ont testé des protocoles de recueil de données sur les bioagresseurs et les régulations biologiques.

Le mot du responsable de site

« L'unité expérimentale que je dirige rassemble des compétences importantes aussi bien pour la conduite des essais systèmes de culture que pour l'étude des variétés et le diagnostic agronomique. Mis en place depuis 2012, l'essai RésOPest bénéficie de cet environnement positif : l'expertise sur les différents leviers mobilisés dans RésOPest est présente sur l'UE, le parc matériel permet de mettre en œuvre la plupart des techniques agricoles (en particulier le désherbage mécanique) et les ingénieurs du Réseau PIC sont présents sur l'unité. Les essais systèmes de culture sont source d'échanges importants avec des agriculteurs, l'enseignement et le conseil agricole. »



Système DEPHY testé

Le système de culture a été conçu de manière à respecter un cadre de contraintes et d'objectifs commun au réseau expérimental de systèmes de culture « zéro pesticides » RésOPest, et adapté au contexte local de l'expérimentation.
Sous 2 contraintes :

- Ne pas recourir aux pesticides, y compris les traitements de semences ;
- Inclure autant que possible les cultures des principales filières de la région.

Et avec pour objectifs :

- Maximiser, sous ces contraintes, une production commerciale respectant les cahiers des charges des filières en limitant l'impact des bioagresseurs ;
- Limiter les impacts environnementaux autres que ceux liés à l'utilisation des pesticides : limiter la consommation énergétique et la consommation en eau ;
- Maintenir la marge de l'agriculteur.

Nom du système	Années début-fin	Agriculture Biologique	Surface de la parcelle	Espèces du système de culture	Objectif de réduction d'IFT
RésOPest Bretenière	2012 - ...	Non	4 ha	Colza - Blé tendre H - Soja - Orge P - Chanvre industriel – Blé tendre H + Pois H	100 %*

* Hors moyens biologiques répertoriés dans l'index phytosanitaire ACTA

Dispositif expérimental et suivi

> Dispositif expérimental

Répétition :

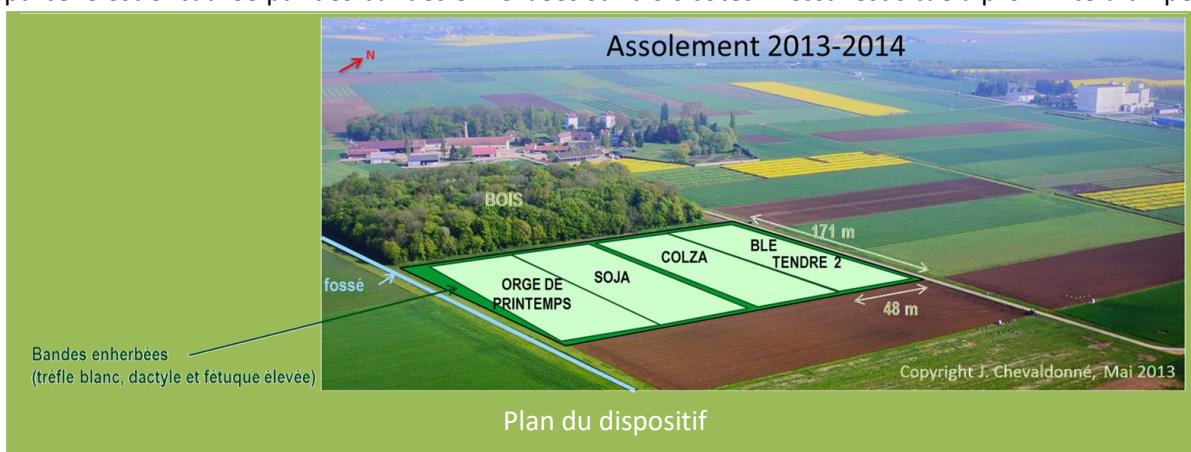
Le dispositif RésOPest comporte quatre parcelles ce qui permet d'expérimenter chaque année quatre termes de la succession (durée totale : sept ans).

Système de référence :

Le dispositif ne comporte pas de système de référence mais il est possible de faire des comparaisons de performance avec le système de référence (S1) de l'essai PIC adventices situé à proximité (colza-blé-orge), les cultures d'homogénéisation de l'unité expérimentale et les résultats des agriculteurs de la région disponibles à travers les enquêtes de la Chambre d'agriculture.

Aménagements et éléments paysagers :

Chaque parcelle est encadrée par des bandes enherbées sur trois côtés. L'essai est situé à proximité d'un petit bois.



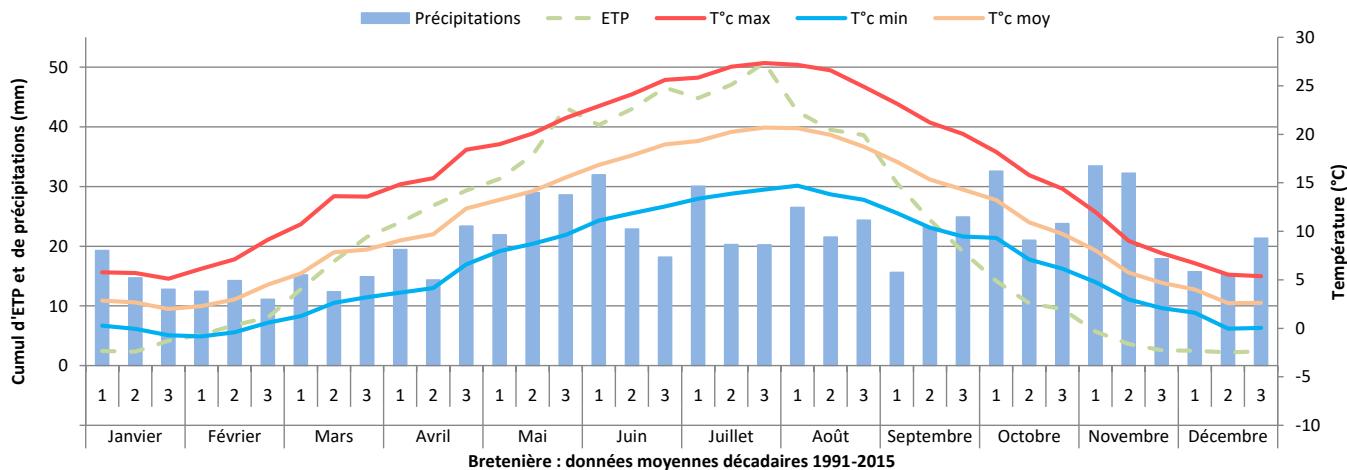
> Suivi expérimental

Des tours de plaine sont réalisés régulièrement afin de surveiller l'état des parcelles et des cultures et de prendre les décisions de conduite. Des protocoles de suivi des cultures communs à tous les sites du réseau permettent de recueillir des informations sur le développement des cultures, les maladies, les ravageurs et de suivre l'évolution de la flore adventice.

Contexte de production

> Pédo climatique

Météorologie	Type de sol	Comportement du sol
Climat océanique à tendance semi-continentale. Moyenne des précipitations (1991-2015) : 757 mm. Température moyenne (1991-2015) : 11 °C.	Sols argilo-limoneux hétérogènes (45% d'argile). Profondeur de 45 à 75 cm. Teneur en matière organique sur les parcelles RésOPest : 3,9%.	Sols drainés, non hydromorphes. Potentiel blé : 75 q/ha



> Socio-économique

Les filières principalement développées dans la région sont : blé tendre d'hiver, colza, orge brassicole, moutarde, tournesol, soja (dont un débouché pour l'alimentation humaine utilisé dans RésOPest) et maïs.

Il y a aussi des débouchés possibles pour pois, féveroles, lin graine, chanvre et sorgho.

En ce qui concerne le chanvre, la surface cultivée dans RésOPest n'est pas suffisante pour solliciter la filière afin d'organiser le chantier de récolte mais elle le serait si plusieurs agriculteurs se mettaient à cultiver cette espèce.

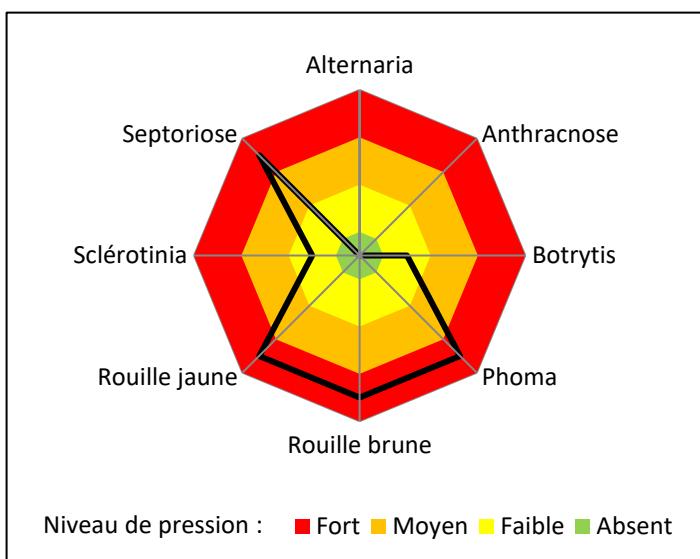
> Environnemental

L'essai se situe dans une zone vulnérable au nitrate, en grande partie sur une nappe phréatique gravillaire affleurante.

> Maladies

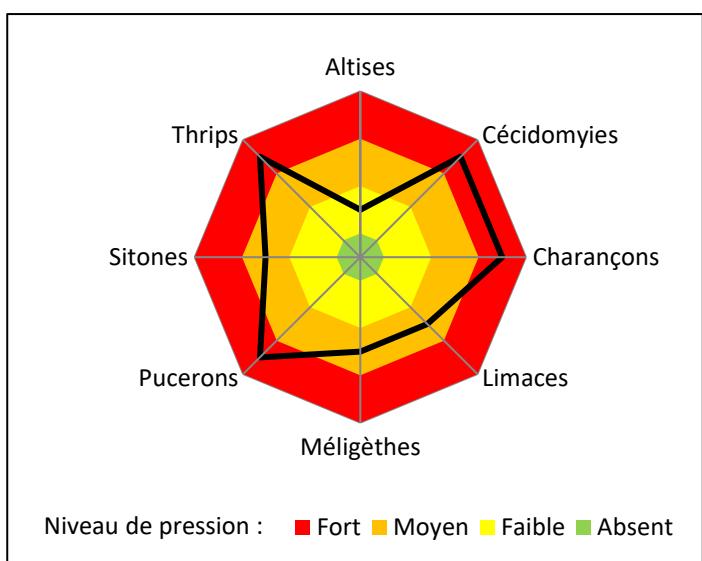
Le faible risque anthracnose s'explique par la culture du pois en mélange avec céréales à vocation alimentation animale.

Le risque rouille jaune est peu présent dans la région mais peut occasionner des dégâts très importants en cas d'hivers doux et pluvieux.



> Ravageurs

Le risque le plus important est dû aux pucerons, thrips et aux charançons (pas d'insecticide possible contrairement aux systèmes de culture pratiqués dans la région). Les autres ravageurs pouvant poser problème sont contrôlés soit par choix variétal (cécidomyies) soit par les différents leviers du système de culture RésOPest comme les désherbages mécaniques et faux semis (limaces).

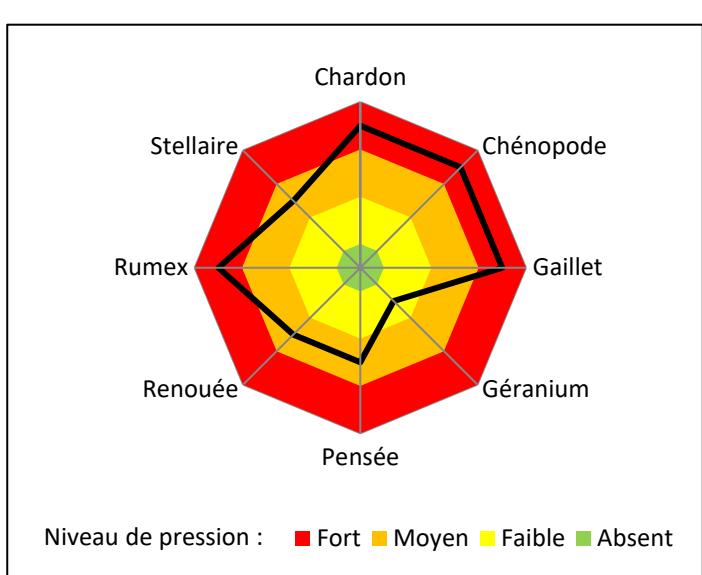


> Adventices

Contrairement aux systèmes de culture de la région, il y a peu de risques graminées vulpin-brome du fait de l'allongement de la rotation et de l'alternance des dates de semis.

Le risque chardon-rumex inexistant dans la région grâce aux herbicides, semble maîtrisé pour les mêmes raisons que les graminées.

Les renouées et gaillets risquent à terme d'être plus problématiques dans notre système de culture à cause de leur période longue de germination.



> Autres risques

Des périodes sèches au printemps peuvent nécessiter le recours à l'irrigation afin d'assurer une levée régulière des cultures et optimiser les stratégies de désherbage (passages de désherbage mécanique précoce). A l'inverse, il existe un faible risque d'inondation dû à la remontée soudaine de la nappe en cas d'intempéries importantes.

Sur la région : risque peu fréquent de températures hivernales très basses pouvant occasionner d'importantes pertes de cultures.

Pour en savoir +, consultez les fiches *PROJET* et les fiches *SYSTÈME*

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 économies en phytosanitaires

Projet : Rés0Pest - Réseau expérimental de systèmes de culture zéro-pesticides en Grande Culture et Polyculture-Elevage

Site : Bretenière

Localisation : INRA - Domaine expérimental d'Epoisses
 21110 BRETENIERE
 (47.236482, 5.097545)



Localisation du système (▲)
 (autres sites du projet △)

Système DEPHY : Rés0Pest Bretenière

Contact : Alain BERTHIER (alain.berthier@inra.fr)

Système de grande culture sans pesticides

Site : Unité Expérimentale INRA

Durée de l'essai : 2012-2023

Conduite : aucun apport de pesticides (hors stimulateurs des défenses naturelles et moyens biologiques répertoriés dans l'index ACTA). L'apport d'engrais de synthèse est autorisé.

Dispositif expérimental : 4 parcelles de 0,8 ha avec chaque année des termes différents de la succession culturelle (qui est de 7 ans).

Système de référence : aucun système de référence n'est testé mais les performances du système de culture sont comparées à des données régionales et à celles du domaine expérimental.

Type de sol : sols argilo-limoneux hétérogènes (45 % d'argile).
 Sols drainés, non hydromorphes.
 Profondeur de 45 à 75 cm.

Origine du système

Le réseau expérimental Rés0Pest a été lancé en 2012 suite à une étude de faisabilité financée par le **GIS Grande Culture à Haute Performance Economique et Environnementale**. Ses objectifs sont de concevoir, expérimenter et évaluer les performances de systèmes de culture sans pesticides et d'analyser le fonctionnement de ces agroécosystèmes, notamment les **régulations biologiques**.

Le **niveau de rupture est très important** par rapport aux pratiques agricoles conventionnelles et Rés0Pest se démarque de l'agriculture biologique par la possibilité d'utiliser des **engrais de synthèse**, ce qui donne, la possibilité de viser des niveaux de rendements plus élevés. Il est affilié au RMT Systèmes de Culture Innovants.

Objectif de réduction d'IFT



100 %

Hors stimulateurs des défenses naturelles et moyens biologiques répertoriés dans l'index ACTA

Mots clés

Zéro-pesticides – Régulations biologiques – Diversification

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

« La conversion en **zéro-pesticides** des parcelles dédiées à ce projet pouvait sembler une gageure notamment à cause de la présence de **chardons** et de **chiendent** en plus des **adventices classiques** (gaillets renouées, ...) mais les différents leviers mis en place, dont la **gestion contrôlée de la fumure azotée** et l'**implantation de CIPAN étouffants**, ont permis de conserver les parcelles propres après la 6^{ème} récolte. Le site Rés0Pest est régulièrement visité par des groupes d'agriculteurs et de conseillers en quête de solutions pour diminuer les produits phytosanitaires ou pour envisager une conversion vers l'agriculture biologique. » A. BERTHIER

Caractéristiques du système

Rotation :



* Comparaison de 2 conduites du blé : le 1^{er} est semé tardivement afin de pouvoir réaliser des faux-semis en interculture et esquiver les levées de vulpins. Le second blé est semé plus précocement, en deux rangs espacés de 8cm et 25 cm entre chaque ensemble de deux rangs, afin de pouvoir biner. Il est possible que l'une de ces deux pratiques soit généralisée suivant les résultats obtenus.

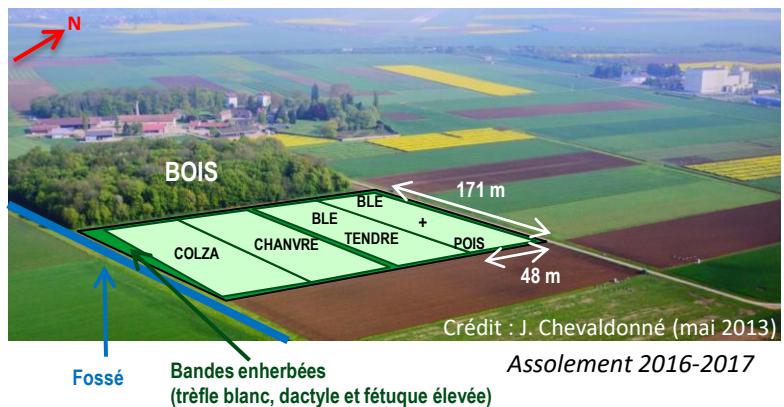
Maintien des cultures représentatives de la région selon le cahier des charges RésOPest : colza, blé et orge de printemps.

Irrigation : uniquement pour homogénéiser la levée des cultures et faciliter le désherbage mécanique.

Travail du sol : 3 labours sur 7 ans avant colza, soja et chanvre industriel. Utilisation des outils de désherbage mécanique : houe rotative, herse étrille et bineuse.

Interculture : en plus de leur rôle de pièges à nitrate, les CIPAN participent à la maîtrise des adventices en interculture. Avant l'orge, la CIPAN (féverole, vesce, nyger et phacélie) peut être remplacée par des faux-semis pour déstocker des adventices (vulpin par exemple).

Infrastructures agro-écologiques : des bandes enherbées d'une largeur comprise entre 3m et 6m (davantage le long du fossé) ont été implantées autour des parcelles dans l'objectif de favoriser la présence de carabes. Le choix des espèces semées et la gestion de ces bandes enherbées ont été définis de manière à maîtriser les adventices (surtout les chardons).



Objectifs du système

Les objectifs poursuivis par ce système sont de quatre ordres :

Agronomiques	Maîtrise des bioagresseurs	Environnementaux	Socio-économiques
Rendement et qualité Sous la contrainte du zéro-pesticides et du maintien des cultures représentatives de la région, maximiser une production commerciale respectant les cahiers des charges des filières.	Maîtrise des adventices <ul style="list-style-type: none">- Salissement n'occasionnant pas de pertes de rendement.- Absence de chardons et de rumex.- Pas de développement de tâches d'adventices montées à graines (gaillet, vulpin, pâturin). Maîtrise des maladies et ravageurs Maintenir les maladies et les ravageurs à des niveaux de dégâts qui permettent d'atteindre les rendements et les normes de qualité visés.	IFT Contrainte forte zéro pesticides (hors stimulateurs des défenses naturelles et moyens biologiques répertoriés dans l'index ACTA). Autres impacts Limiter les impacts environnementaux autres que ceux liés aux pesticides (pertes de nitrates, consommation d'énergie, conservation de la biodiversité, ...).	Marge semi-nette Le maintien du revenu de l'agriculteur est visé. <i>Marge semi-nette issue de Criter 5.4 évaluée selon la méthodologie du RMT SdCi (en regardant le nombre de SMIC par UTH qu'elle permet de dégager).</i> Autres impacts Pas d'objectifs fixés mais évaluation de la durabilité sociale avec MASC 2.0 (voir ci-dessous).

Les systèmes de culture du réseau expérimental RésOPest font l'objet d'une évaluation multicritère à l'aide des outils Criter 4.5 et MASC 2.0 (voir résultats page suivante) afin :

- d'avoir une **vue d'ensemble** des performances obtenues ;
- de vérifier qu'il n'y a pas de **dégradation de performance** non-attendue (temps de travail, consommation d'énergie, ...) ;
- d'identifier les **axes d'amélioration** des systèmes de culture.

Résultats sur les campagnes de 2013 à 2017

Le code couleur traduit le niveau de satisfaction des résultats vis-à-vis des objectifs initialement fixés : vert = résultat satisfaisant ; orange = résultat moyennement satisfaisant ; rouge = résultat insatisfaisant.

> Maîtrise des bioagresseurs

	Colza H	Blé TH	CIPAN	Soja	Blé TH biné	CIPAN ou faux-semis	Orge P	CIPAN	Chanvre industriel	Orge H ou blé TH + Pois H
Maladies	✓	✗		✓	≈		✗		✓	≈
Ravageurs	✓	✓		✓	✓		✓		✓	✓
Adventices	✓	✓		✓	✓		✓		✓	✓

Les risques **maladies**, notamment sur céréales, restent très élevés en cas de forte pression comme pour 2016, malgré le choix de variétés plutôt résistantes.

Les **ravageurs** n'ont pas occasionnés de pertes de rendement même en colza pourtant réputé sensible. Le risque **pucerons d'automne** sur blé est minimisé par les dates de semis peu précoces et le risque **limaces** est minimisé par les passages d'outils de désherbage mécanique plus fréquents.

De manière générale, les **adventices sont bien maîtrisées**, toutes cultures confondues, à condition de pouvoir profiter de créneaux d'intervention favorables.

> Performances agronomiques

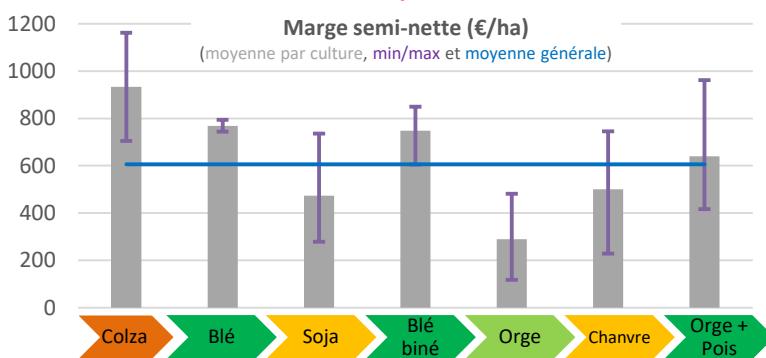
Rendements RésOPest Bretenière et satisfaction de l'expérimentateur

Culture	Objectif de Rendement	2013	2014	2015	2016	2017
Colza	30 q/ha	-	32 (40)	-	-	40
Blé tendre	70 q/ha	62 (70)	-	65 (72)	-	-
Soja	25 q/ha	26 (?)	26 (25)	-	30 (30)	-
Blé tendre biné	70 q/ha	51 (70)	57 (56)	64 (72)	-	60
Orge P	50 q/ha	-	38 (38)	56 (37)	25 (39)	-
Chamvre	8 q/ha grain 8 t/ha paille	-	-	4,4 (6) grain 7,5 (6) paille	12 (7,5) grain 3 (3) paille	10 grain 4,2 paille
Blé ou Orge H + Pois H	40(orge) ou 50(blé) q/ha 10 q/ha pois	45 orge 5 pois	-	-	32 blé 3 pois	55 blé 10 pois

Les rendements entre parenthèses sont ceux des cultures conventionnelles dans la petite région. Le code couleur est défini en fonction de l'atteinte, soit de l'objectif de rendement, soit d'un rendement équivalent à ceux de la petite région.

Evaluation multicritère sur les campagnes 2013 à 2017

> Performances économiques



La marge semi-nette moyenne est de **600 €/ha/an** ce qui correspond à une rentabilité très élevée qui permet de dégager plus de **3 SMIC/UTH** sur la période 2013-2017. Les **marges semi-nettes des cultures de printemps** sont gênées par les coûts d'implantation des cultures intermédiaires (~ 150 €/ha).

> Performances environnementales

Les performances environnementales sont très élevées malgré une consommation d'énergie un peu élevée qui entraîne une efficience énergétique moyenne.

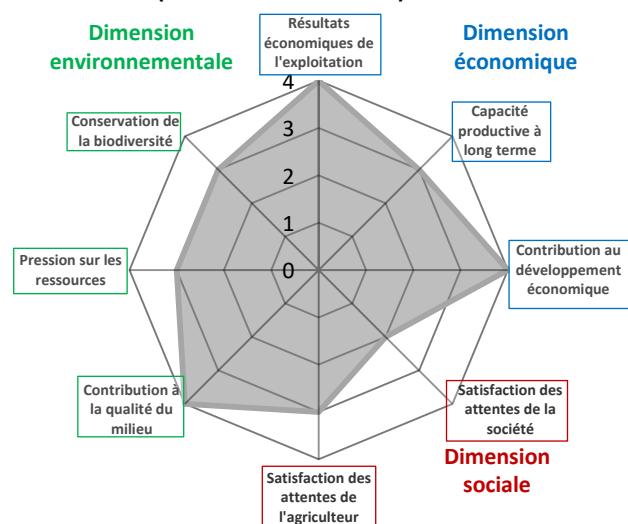
Le rendement objectif est difficile à atteindre pour les céréales même si on exclut l'année 2016.

Le raisonnement de la fertilisation est sans doute à améliorer tout en veillant à ne pas favoriser les adventices.

L'écart de rendement entre **blé biné** et **blé semé tardivement** de 2013 est du à des pertes à la levée importante pour le premier. perte à la levée sur cette parcelle contre 38% sur l'autre blé. Sa densité de semis a été augmentée par la suite.

> Contribution au développement durable

(Criter 4.5 + MASC 2.0)



La contribution globale du système de culture au développement durable est élevée. La satisfaction faible à moyenne des attentes de la société est due à une très faible contribution à l'emploi, non recherchée dans ce système.



Zoom sur un exemple d'approche système de culture

En 2014, une **mauvaise levée du soja** liée à la **sécheresse printanière** a entraîné une **double levée** et le désherbage mécanique n'a pas pu être entrepris tôt, entraînant une prolifération de chénopodes dans la parcelle. Les chénopodes ont retardé la maturité du soja, ce qui a entraîné un retard du semis du blé suivant et un moindre potentiel de rendement (pertes à la levée, date de semis tardive).

Pour remédier à ce type de situations, il a été décidé de **s'autoriser des irrigations juste après le semis** en cas de printemps sec, pour **régulariser la levée et permettre un désherbage mécanique précoce** et donc efficace.

Cette modification des règles de décision aura un effet sur la culture du soja mais aussi jusqu'au blé suivant, montrant ainsi **l'intérêt d'une approche système de culture**.

Transfert en exploitations agricoles

Etant donné le **niveau de rupture élevé** des systèmes de culture RésOPest, les systèmes de culture conçus n'ont pas vocation à être transférés directement dans des exploitations agricoles.

Néanmoins, la présentation de ces essais et de leurs résultats peuvent être source d'inspiration pour des agriculteurs ou des conseillers, dans le cadre d'une démarche de conception de systèmes de culture économes en produits phytosanitaires.

En 2016, 120 personnes ont pu visiter l'essai RésOPest de Bretenière.



Crédits photo : INRA

Visite de l'essai ResOPest de Bretenière

Pistes d'améliorations du système et perspectives



Les résultats obtenus depuis le début de l'expérimentation sont **très satisfaisants** avec une **bonne maîtrise des bioagresseurs** en année normale et de **bons résultats économiques**.



La **consommation d'énergie est élevée**, en grande partie à cause de nombreux passages de travail du sol destinés principalement à lutter contre les adventices. Une réflexion devra être menée afin de **voir s'il y a une marge de progrès** sur ce point sans toutefois dégrader la productivité du système et obérer la capacité productive à long-terme en laissant se développer exagérément les adventices.

Le **remplacement du chanvre industriel par un tournesol** pourrait être testé lors de la 2^{ème} succession du système afin **d'accroître le domaine de validité** aux zones sans filière chanvre. Attention cependant au risque d'augmentation du nombre de passages de travail du sol et à la consommation d'énergie.



Une **plateforme d'expérimentation en agroécologie** à différentes échelles (CA-SYS) se met en place à l'échelle des 120 ha de SAU de l'unité expérimentale de Bretenière. Ses objectifs sont de (i) mettre au point et évaluer des systèmes agroécologiques, (ii) étudier la transition vers ces systèmes, (iii) sélectionner des variétés adaptées à des conduites agroécologiques, (iv) comprendre les processus biologiques impliqués dans le fonctionnement d'agroécosystèmes en agroécologie, et (v) développer/renouveler les méthodes expérimentales pour produire des connaissances dans des conditions agroécologiques et sur des systèmes agroécologiques.

L'essai RésOPest est partie prenante de cette plateforme car le système de culture zéro-pesticides testé mobilise déjà des principes agroécologiques. Les premiers résultats de RésOPest seront mobilisés dès la conception des systèmes agroécologiques de la plateforme CA-SYS et réciproquement, les méthodes et connaissances produites dans le cadre de la plateforme CA-SYS bénéficieront à RésOPest.

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

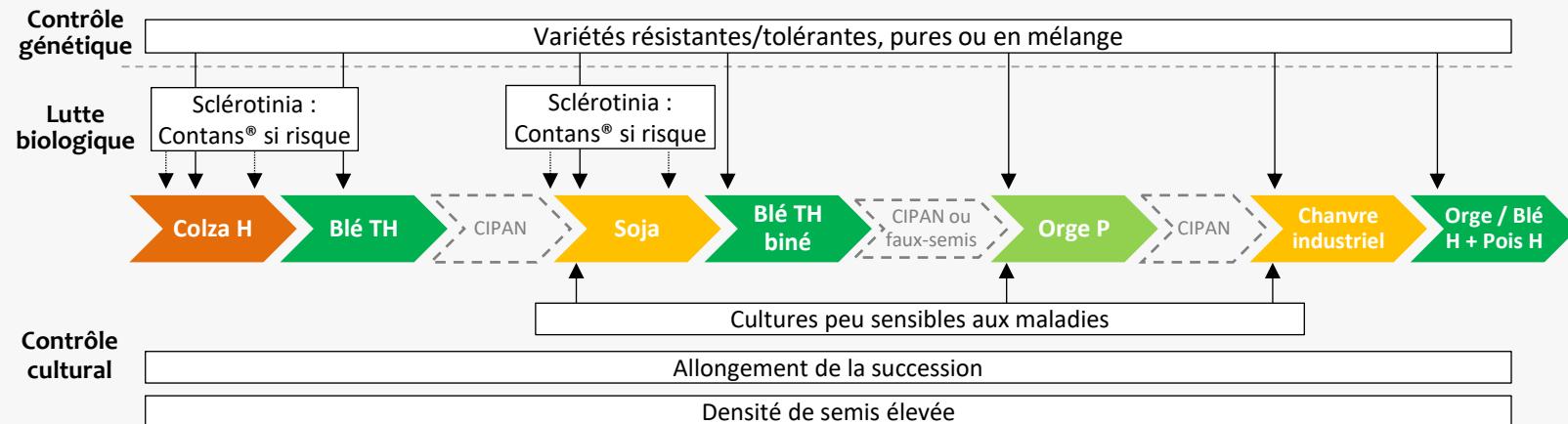
Action pilotée par le ministère chargé de l'agriculture et le ministère chargé de l'environnement, avec l'appui financier de l'Agence française pour la biodiversité, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Ecophyto.

Document réalisé par **Vincent Cellier, Alain Berthier et Violaine Deytieux** (INRA Bretenière).



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

Variétés résistantes/tolérantes, pures ou en mélange	Choisir des variétés résistantes/tolérantes pour réduire les dommages en cas d'attaque	Des variétés avec la même note de résistance peuvent avoir des comportements différents. Il n'est pas toujours facile de trouver des variétés ayant un bon profil maladies dans le panel contractualisé par les organismes stockeurs.
	Combiner les profils de résistance et réduire la propagation de la maladie en cas d'attaque.	Mesure efficace, les variétés sensibles sont moins attaquées en mélange qu'en pur. Le choix est limité en semences non-traitées.
Lutte biologique	Application de Contans® avant et/ou après la culture sensible en cas de risque sclérotose.	Solution peu utilisée, l'allongement de la succession semblant contenir la maladie.
Culture peu sensible	Eviter les risques importants d'attaque par les maladies.	L'orge de printemps est moins sensible aux maladies que l'orge d'hiver mais décroche quand même en cas de forte pression (2016). Le chanvre et le soja sont peu sensibles aux maladies.
Allongement de la succession	Eviter le retour trop fréquent de cultures sensibles aux mêmes maladies.	Mesure efficace mais non suffisante en cas de contexte de forte pression maladies (2016).
Densité de semis élevée	Compenser les pertes à la levée en l'absence de traitements de semences.	Les pertes à la levée sont de l'ordre de 50 % en céréales. L'accroissement de la dose de semis permet d'avoir un peuplement correct (ex. semis à 450 gr/m ² au lieu de 350) pour un objectif de peuplement de 300 pl/m ² .

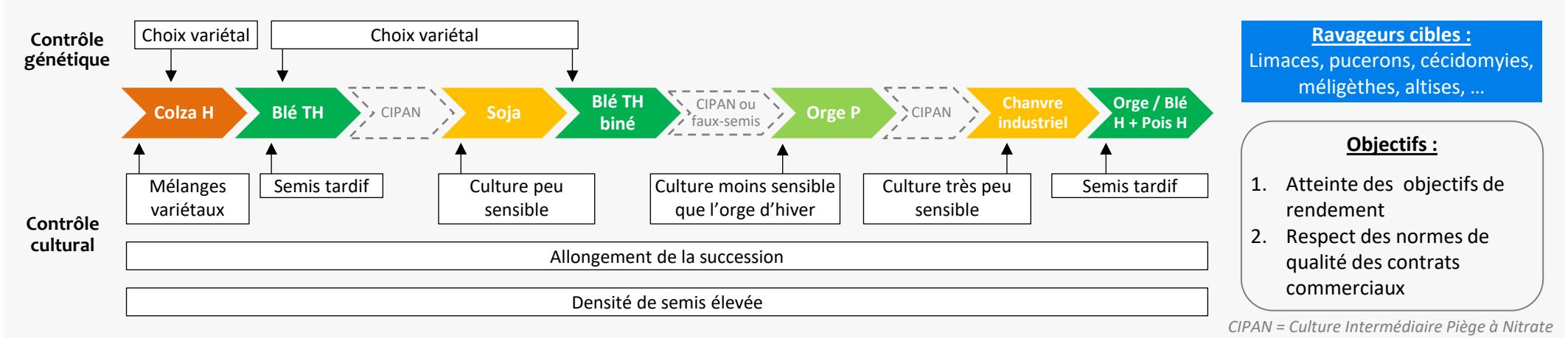


Credit photo : A. Berthier INRA



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	<ul style="list-style-type: none"> - Colza : bonne vigueur à la levée. - Blé TH : limiter les attaques de ravageurs par le choix de variétés tolérantes aux cécidomyies et barbes (limiter pucerons). 	<ul style="list-style-type: none"> - Colza : il est dommage qu'il soit très difficile de trouver des semences de variétés hybrides non-traitées car elles seraient bien adaptées. - Blé TH : mesure efficace mais le choix est limité en semences non-traitées.
Mélanges variétaux	10 % variété précoce afin de fournir une source d'alimentation précoce aux méligrèthes pour éviter les dégâts sur siliques.	Le mélange de 10 % d'une variété précoce peut limiter les dégâts dus aux méligrèthes en année de forte présence.
Semis tardif	Semer les céréales d'automne après la période d'activité des insectes d'automne.	Peu de pucerons observés à l'automne sur les plantules.
Culture peu sensible	Eviter les risques importants d'attaque par les ravageurs.	Pas de dégâts observés, ni sur chanvre industriel ni sur soja (hors pertes à la levée).
Allongement de la succession	Eviter le retour trop fréquent de cultures sensibles aux mêmes ravageurs.	Mesure qui semble efficace pour le colza qui n'a pas fait l'objet de pertes dues aux ravageurs.
Densité de semis élevée	Compenser les pertes à la levée en l'absence de traitements de semences et compenser les dégâts des ravageurs.	Les pertes à la levée sont de l'ordre de 50 % en céréales. L'accroissement de la dose de semis permet d'avoir un peuplement correct.

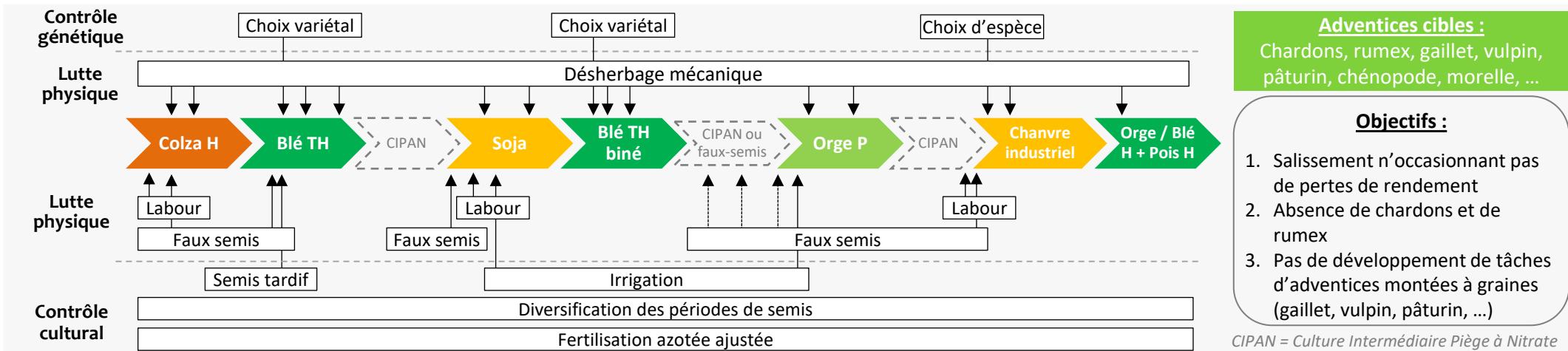


Crédits photo : INRA Bretenière.



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

Désherbage mécanique	Désherbage mécanique en culture à l'automne et au printemps : détruire les adventices sans détruire la culture (houe rotative, herse étrille et bineuse).	Ne pas hésiter à l'utiliser très tôt après le semis. Attention à la consommation d'énergie qui peut diminuer les performances.
Labour	Alternance labour/non-labour : 3 labours sur 7 ans.	Levier très efficace sur adventices à faible durée de vie dans le sol.
Diversification des périodes de semis	Permettre de détruire un large spectre d'adventices levant à des périodes différentes : printemps précoce (orge) et tardif (chanvre et soja), fin d'été (colza), automne précoce et tardif (blé).	C'est la méthode de base pour éviter l'apparition d'une flore dominante sur la parcelle.
Fertilisation azotée ajustée	Ajuster la fertilisation au plus près des besoins de la culture afin d'éviter le développement des adventices.	Fertilisation de base pour un rendement inférieur à l'objectif et en cas de bon potentiel, apport d'un complément. Cette technique permet d'éviter de trop forts reliquats pouvant bénéficier aux adventices.
Choix variétal ou d'espèce	Utiliser les caractéristiques des variétés/espèces cultivées pour limiter le développement des adventices. Variétés de blé TH couvrantes et chanvre qui est une espèce très couvrante pour limiter le salissement sur le rang.	- Chanvre : espèce très couvrante mais il faut l'implanter sur sol réchauffé afin d'avoir un démarrage rapide de la végétation. - Une variété de blé couvrante permet de limiter le salissement sur le rang.
Faux semis	Faire lever les adventices en interculture en préparant un lit de semences et les détruire ensuite. L'opération peut être renouvelée plusieurs fois si l'interculture est longue.	Préparer le lit de semences de plus en plus superficiellement au fur et à mesure que le semis approche et ne pas travailler le sol profondément au semis pour ne pas faire lever de nouvelles adventices.
CIPAN	Etouffer les adventices afin d'éviter qu'elles se développent et grainent en interculture.	Une implantation précoce est essentielle pour assurer un bon développement du couvert.
Semis tardif	Permet une esquive des adventices à levée automnale et/ou des ravageurs d'automne comme les pucerons des céréales.	Semis tardif du blé de colza permet de réaliser des faux-semis sur une longue période pour lutter contre les adventices à levée automnale.
Irrigation	Régulariser la levée par temps sec afin de pouvoir désherber précocement.	Mis en place suite à des printemps très secs, ce levier n'a pas été utilisé depuis. Il nécessite de disposer d'une installation d'irrigation.

Une CIPAN semée tôt permet d'étouffer efficacement les adventices en interculture (ici mélange féverole, nyger, phacélie et vesce)



Crédits photo : INRA Bretenière.

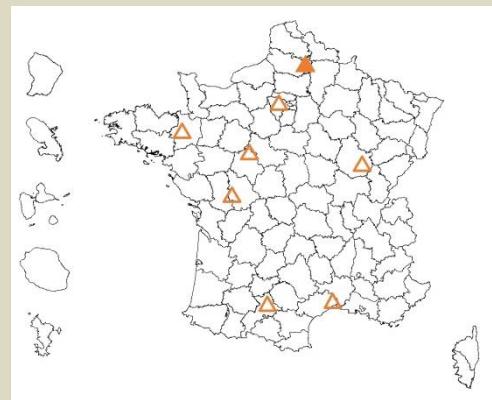


Projet : RésOPest – Réseau expérimental de systèmes de culture « zéro pesticides » en Grande Culture et Polyculture-Elevage

Site : Estrées-Mons

Localisation : INRA - 2 chaussée Brunehaut - Estrées-Mons –
 80203 PERONNE Cedex
 (49.876561, 2.931754)

Contact : Sébastien DARRAS (sebastien.darras@mons.inra.fr)



Localisation du site

Site en station expérimentale

INRA Estrées-Mons

L'unité expérimentale Grandes Cultures, Innovation et Environnement (UE GCIE – Picardie) est dédiée à l'innovation variétale des grandes cultures pour une production agricole alimentaire et non alimentaire plus respectueuse de l'environnement.

L'unité propose un dispositif d'expérimentation végétale d'exception pour la recherche et le développement, que ce soit au champ sur un domaine de 163 ha, ou en conditions contrôlées avec 5 chambres climatiques spécifiques à l'étude de la résistance au froid et des serres.

L'UE accueille aussi bien des expérimentations analytiques que des expérimentations de type « systèmes de culture » de longue durée (Observatoire de Recherche en Environnement, Systèmes de cultures à bas intrants, Dispositif biomasse et environnement).

Historique et choix du site

Ce projet a été implanté à Estrées Mons sur la volonté de la direction de l'unité expérimentale Grandes Cultures Innovation Environnement. Il semblait important d'avoir un site INRA représentatif des conditions d'exploitation des grandes cultures et cultures industrielles de l'Europe du Nord engagé dans la démarche Ecophyto.

Cela fait également suite aux travaux sur la production intégrée initiés par l'Unité Expérimentale en collaboration avec Agro Transfert Ressources et Territoires dans les années 2000.

Interactions avec d'autres projets

Les essais « systèmes de culture » de l'UE GCIE-Picardie sont affiliés au RMT Systèmes de Culture innovants.

RésOPest entretient des relations étroites avec le projet DEPHY EXPE SCAOPEST (système de culture zéro-pesticides en agroforesterie).

Entre 2013 et 2016, RésOPest a été partenaire du projet CASIMIR en accueillant des stagiaires qui ont testé des protocoles de recueil de données sur les bioagresseurs et les régulations biologiques.



Le mot du responsable de site

« A mi-parcours, le système testé donne satisfaction en termes de rendement. Les différentes cultures atteignent voire dépassent les objectifs fixés. Dans le cas contraire, cela s'explique par une mauvaise implantation ou un accident climatique. En complément des leviers agronomiques, l'efficacité et la faisabilité du désherbage mécanique reposent sur un parc matériel adapté. L'agriculteur doit alors acquérir la technicité et la réactivité nécessaire au bon usage des outils de désherbage alternatif. En situation climatique classique, les autres bioagresseurs se gèrent aisément via la résistance variétale, une fertilisation et une densité adaptées et des dates de semis décalées. »

Système DEPHY testé

Le système de culture a été conçu de manière à respecter un cadre de contraintes et d'objectifs commun au réseau expérimental de systèmes de culture « zéro pesticides » RésOPest, et adapté au contexte local de l'expérimentation. Sous 2 contraintes :

- Ne pas recourir aux pesticides, y compris les traitements de semences ;
- Inclure autant que possible les cultures des principales filières de la région.

Et avec pour objectifs :

- Maximiser, sous ces contraintes, une production commerciale respectant les cahiers des charges des filières en limitant l'impact des bioagresseurs ;
- Limiter les impacts environnementaux autres que ceux liés à l'utilisation des pesticides : limiter la consommation énergétique et la consommation en eau ;
- Maintenir la marge de l'agriculteur.

Nom du système	Années début-fin	Agriculture Biologique	Surface de la parcelle	Espèces du système de culture	Objectif de réduction d'IFT
RésOPest Estrées-Mons	2012 - ...	Non	2 ha	Betterave sucrière - Blé tendre H associé - Orge H - Haricot - Colza associé - Triticale	100 %*

* Hors moyens biologiques répertoriés dans l'index phytosanitaire ACTA

Dispositif expérimental et suivi

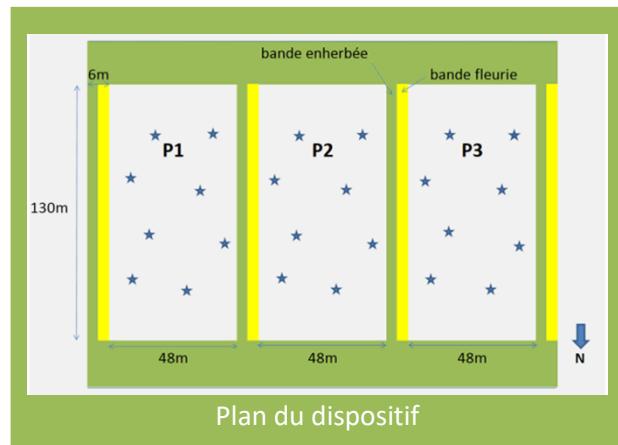
> Dispositif expérimental

Répétition :

Le dispositif RésOPest comporte trois parcelles ce qui permet d'expérimenter la moitié des termes de la succession (six ans), chaque année.

Système de référence :

Le dispositif ne comporte pas de système de référence mais il est possible de faire des comparaisons de performance avec le système de référence de l'essai System-Eco-Puissance 4 situé à proximité, les cultures d'homogénéisation de l'unité expérimentale et les résultats des agriculteurs de la région disponibles à travers les enquêtes de la Chambre d'agriculture.



Aménagements et éléments paysagers :

Chaque parcelle est encadrée par des bandes enherbées sur 4 côtés et des bandes fleuries sur 2 côtés.

> Suivi expérimental

Des tours de plaine sont réalisés régulièrement afin de surveiller l'état des parcelles et des cultures et de prendre les décisions de conduite. Des protocoles de suivi des cultures communs à tous les sites du réseau permettent de recueillir des informations sur le développement des cultures, les maladies, les ravageurs et de suivre l'évolution de la flore adventice.

Contexte de production

> Pédo climatique

Météorologie	Type de sol	Comportement du sol
Climat océanique à tendance semi-continentale. Moyenne des précipitations : 650 mm Température moyenne (1991-2015) : 10°C	Sols limons moyen profond (18 à 22% d'argile). Profondeur 10m. Teneur en matière organique sur les parcelles System Eco puissance 4 : 2%.	Sols non drainés, non hydromorphes. Potentiel blé : 95 q/ha

> Socio-économique

La région bénéficie d'un contexte où de nombreuses filières sont présentes tant dans les grandes cultures que dans les cultures industrielles de plein champ. Ces dernières génèrent une forte rentabilité avec des exploitations qui ont des systèmes très intensifs en cultures industrielles, avec irrigation et le frein au changement des systèmes est le remplacement de ces cultures par d'autres à rentabilité plus faible. Pour un certain nombre d'exploitations, l'enjeu se résume plus à un meilleur équilibre entre cultures d'hiver et de printemps qu'à la diversification des rotations. Les filières principalement développées dans la région sont : blé tendre d'hiver, betterave sucrières, légumes de plein champ (pommes de terre, haricot vert et blanc, pois de conserve, oignon...) Il y a aussi des débouchés possibles pour orge, triticale, pois, avoine, colza, maïs, lin, féverole.

> Environnemental

Hormis le classement en zone vulnérable nitrates, il n'y a pas d'enjeu environnemental particulier sur le site. Au niveau régional, l'enjeu environnement est la qualité de l'eau avec une problématique phytosanitaire supérieure à la problématique nitrate. Le paysage est un paysage de plaine avec peu d'éléments favorisant la biodiversité fonctionnelle.

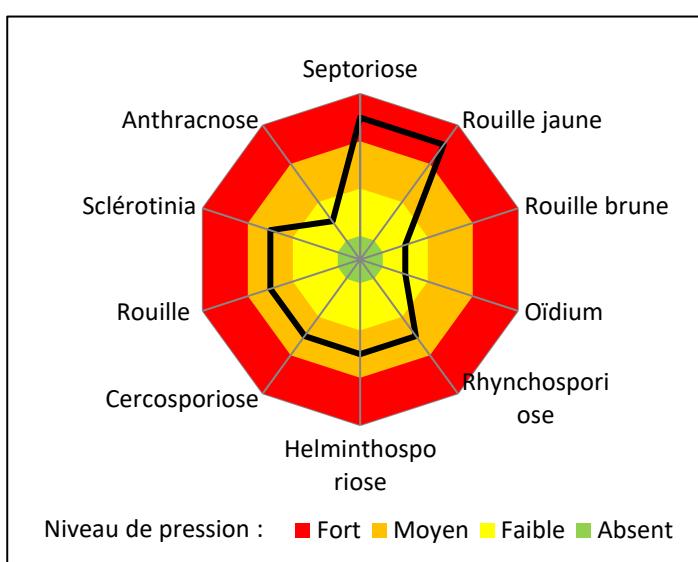
> Maladies

La septoriose et la rouille jaune sont les 2 maladies préoccupantes pour le blé. La septoriose est présente presque tous les ans et les pertes peuvent atteindre 30 q/ha. La rouille jaune est plus irrégulière, mais elle peut occasionner de très forts dégâts.

Sur orge on rencontre l'helminthosporiose et la rhynchosporiose. Sur betteraves la cercosporiose et la rouille.

Sur le colza, le sclerotinia est la principale maladie.

Les pois de printemps peuvent, quant à eux, être touchés par l'antracnose.

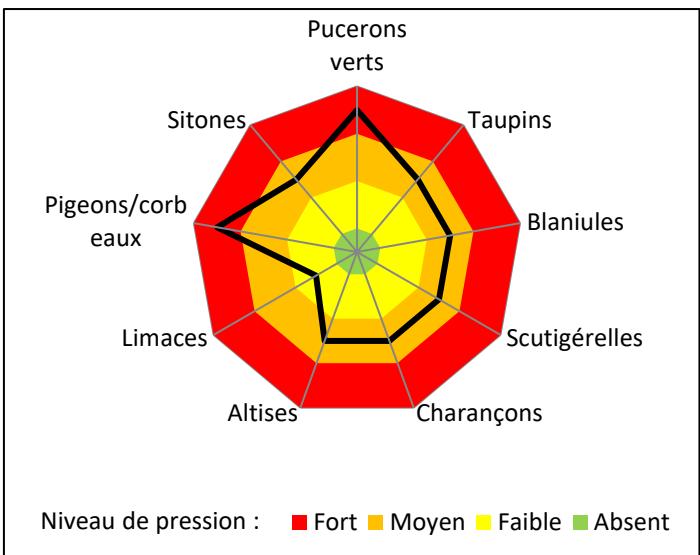


> Ravageurs

Les pucerons verts et oiseaux sont les ravageurs les plus problématiques sur le site. Ces ravageurs se rencontrent tous les ans sur au moins une culture. Les corvidés peuvent réaliser de gros dégâts lors des semis et à l'approche des récolte.

La pression exercée par les ravageurs souterrains de la betterave (blaniules, taupins et scutigérelles) est très importante. Les enrobages de semences permettent de maîtriser ce risque.

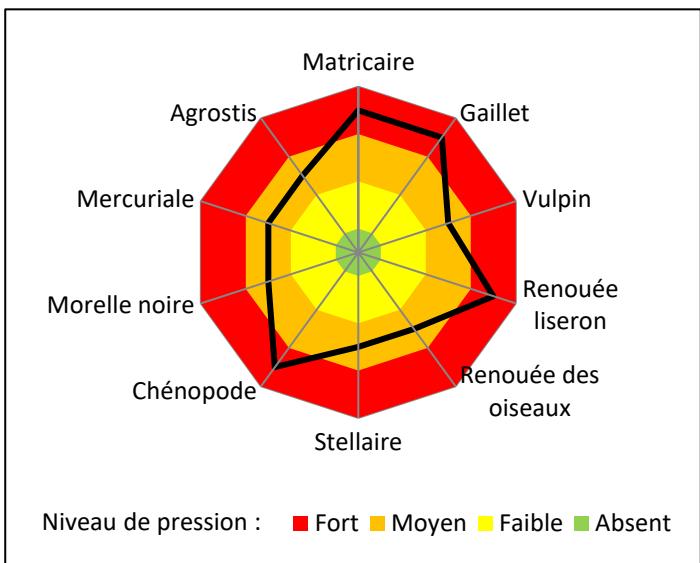
Les autres ravageurs se rencontrent plus ponctuellement.



> Adventices

Sur le site, les matricaires, gaillets, renouées liseron, stellaires et chénopodes exercent une forte pression sur toutes les parcelles.

On rencontre aussi des vulpins, agrostis et renouées des oiseaux dans une moindre mesure.



> Autres risques

Avec des terres battantes et un faible taux de matière organique, le dispositif expérimental est sensible aux fortes pluies post semis. Le vent très présent et la sécheresse printanière peuvent également être gênants pour réaliser des applications phytosanitaires.

Pour en savoir +, consultez les fiches *PROJET* et les fiches *SYSTÈME*

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 économies en phytosanitaires

Projet : RésOPest - Réseau expérimental de systèmes de culture zéro-pesticides en Grande Culture et Polyculture-Elevage

Site : Estrées-Mons

Localisation : INRA – UE GCIE-Picardie, 2 chaussée Brunehaut,
 Estrées-Mons 80203 PERONNE Cedex
 (49,869957, 3,03375)



Système DEPHY : RésOPest Estrées-Mons

Contact : Sébastien DARRAS (sebastien.darras@inra.fr)

Localisation du système (▲)
 (autres sites du projet △)

Système de grande culture sans pesticides

Site : unité expérimentale INRA

Durée de l'essai : 2012-2017

Conduite : aucun apport de pesticides (hors stimulateurs des défenses naturelles et moyens biologiques répertoriés dans l'index ACTA). L'apport d'engrais de synthèse est autorisé.

Dispositif expérimental : 3 parcelles de 0,6 ha avec chaque année des termes différents de la succession culturale (qui est de 6 ans).

Système de référence : aucun système de référence n'est testé mais les performances du système de culture sont comparées à des données régionales et à celles du domaine expérimental.

Type de sol : sols de limons moyens profonds. Profondeur 10 m. RU 220 mm.

Origine du système

Le réseau expérimental RésOPest a été lancé en 2012 suite à une étude de faisabilité financée par le **GIS Grande Culture à Haute Performance Economique et Environnementale**. Ses objectifs sont de concevoir, expérimenter et évaluer les performances de systèmes de culture sans pesticides et d'analyser le fonctionnement de ces agroécosystèmes, notamment les **régulations biologiques**.

Le **niveau de rupture est très important** par rapport aux pratiques agricoles conventionnelles et RésOPest se démarque de l'agriculture biologique par la possibilité d'utiliser des engrais de synthèse, ce qui donne, la possibilité de viser des niveaux de rendements plus élevés. Il est affilié au RMT Systèmes de Culture Innovants.

Objectif de réduction d'IFT



Hors stimulateurs des défenses naturelles et moyens biologiques répertoriés dans l'index ACTA

Mots clés

Zéro-pesticides - Régulations biologiques - Diversification

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

« Après 5 années d'expérimentation, ce système en perpétuelle réflexion donne **satisfaction en terme de rendements**. Lorsque ceux-ci ne sont pas atteints, cela est en partie dû à des conditions climatiques exceptionnelles. La **maîtrise des maladies et des ravageurs est très satisfaisante** avec une combinaison de leviers efficaces. Pour les adventices, cela doit encore faire l'objet de recherche puisque le système est confronté à la **double problématique** : plantes vivaces des systèmes bio et plantes annuelles des systèmes conventionnels avec fertilisation azotée minérale.»
S. DARRAS

Caractéristiques du système

Rotation :



CIPAN : Culture Intermédiaire Piège à Nitrate

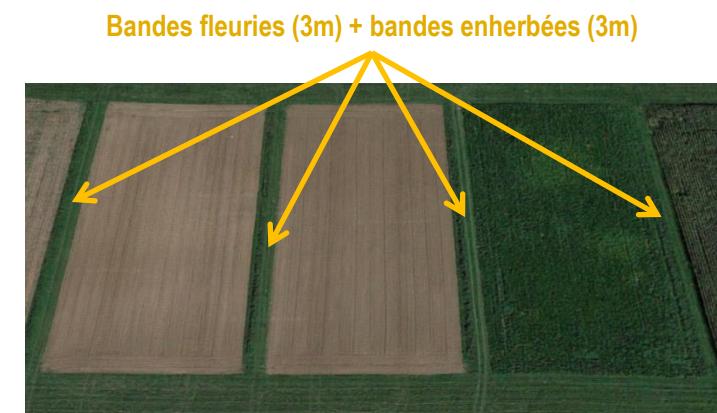
Maintien des cultures représentatives de la région selon le cahier des charges RésOPest : betteraves sucrières et blé tendre d'hiver.

Irrigation : pas d'irrigation possible.

Travail du sol : trois labours sont effectués sur 6 ans : avant et après betterave, ainsi qu'avant haricot vert. Maximisation des faux semis et utilisation d'outils de désherbage mécanique : houe rotative, herse étrille et bineuse.

Interculture : en plus de leur rôle de pièges à nitrate, les CIPAN (avoine de printemps, moutarde/vesce) participent à la maîtrise des adventices en interculture. Ces périodes sont aussi destinées à la réalisation de faux semis.

Infrastructures agro-écologiques : des bandes enherbées et des bandes fleuries d'une largeur de 3m ont été implantées autour des parcelles dans l'objectif de favoriser la présence d'auxiliaires.



Plan du dispositif d'Estrées Mons. Crédit photo : Google Maps

Objectifs du système

Les objectifs poursuivis par ce système sont :

Agronomiques	Maîtrise des bioagresseurs	Environnementaux	Socio-économiques
Rendement et qualité Maximiser une production commerciale respectant les cahiers des charges des filières.	Maîtrise des adventices <ul style="list-style-type: none">- Limiter le salissement pour ne pas avoir de perte de rendement.- Assurer l'absence de chardons et de rumex.- Eviter le développement de tâches d'adventices montées à graines. Maîtrise des maladies et ravageurs Maintenir les maladies et les ravageurs à des niveaux acceptables qui permettent d'atteindre les rendement et les normes de qualité visés.	IFT Zéro pesticides (hors stimulateurs des défenses naturelles et moyens biologiques répertoriés dans l'index ACTA). Autres impacts Limiter les impacts environnementaux autres que ceux liés aux pesticides (pertes de nitrates, consommation d'énergie, conservation de la biodiversité, ...).	Marge semi-nette Le maintien du revenu de l'agriculteur est visé. Autres impacts Pas d'objectifs fixés mais évaluation de la durabilité sociale avec MASC 2.0 (voir ci-dessous).

Les systèmes de culture du réseau expérimental RésOPest font l'objet d'une évaluation multicritère à l'aide des outils Criter 4.5 et MASC 2.0 (voir résultats page suivante) afin :

- D'avoir une **vue d'ensemble** des performances obtenues.
- De vérifier qu'il n'y a pas de **dégradation de performance** non-attendue (temps de travail, consommation d'énergie, ...).
- D'identifier les **axes d'amélioration** des systèmes de culture.

Résultats sur les campagnes de 2013 à 2018

> Maîtrise des bioagresseurs

Le code couleur exprime la satisfaction des résultats en fonction, soit des objectifs de rendement, soit du rendement de la petite région : vert = résultat satisfaisant ; orange = résultat moyennement satisfaisant ; rouge = résultat insatisfaisant.

	Betterave sucrière	Blé tendre	Orge d'hiver	Haricot vert	Colza associé	Triticale
Maladies	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ravageurs	✗	✓	✓	✓	✓	✓
Adventices	✗	≈	✗	✓	✓	≈

La combinaison des leviers agronomiques a permis de réduire significativement l'impact des ravageurs et maladies. A part pour les betteraves qui restent sensibles aux ravageurs souterrains, les autres cultures se passent très bien de fongicides et d'insecticides. Le colza, pourtant réputé sensible aux ravageurs a mis en évidence de grandes facultés de compensation. Le risque pucerons d'automne sur céréales d'hiver est minimisé par les dates de semis peu précoces et le risque limaces par les passages fréquents d'outils de désherbage mécanique.

La gestion des adventices est plus compliquée dans ce système : en céréales d'hiver, les créneaux de désherbage mécanique automnaux sont limités ce qui rend la gestion des adventices annuelles difficile. En betteraves, ce sont les stades de la culture qui limitent les passages précoce sur le rang. D'autre part nous sommes confrontés depuis 2 ans à l'augmentation des vivaces typiques des systèmes bio : le rumex et le chardon.

> Performances agronomiques

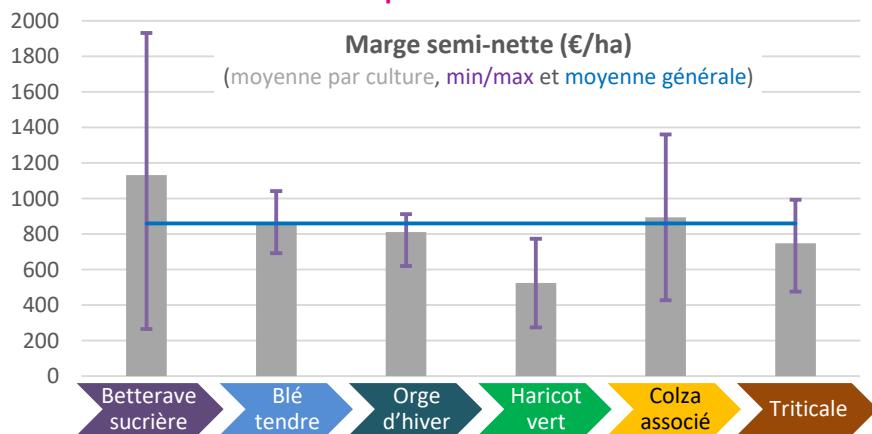
Culture	Objectif de rendement	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Betteraves sucrières	50 t/ha		112 (100)	72,6 (99)		101,3 (101)	
Blé tendre hiver	70 q/ha			64,1 (112)	44,4 (56)		67 (96)
Orge d'hiver	65 q/ha	69,4 (NC)			45,1 (NC)	60 (NC)	
Haricot vert	8-10 t/ha		8,1 (NC)			5,8 (NC)	6,1 (NC)
Colza d'hiver	30 q/ha	23,3 (40)		44,1 (43)			28 (40)
Triticale	70 q/ha	70,7 (NC)	80,2 (NC)		40 (NC)		

Dans l'ensemble les rendements sont satisfaisants. Les objectifs sont difficiles à atteindre pour le blé et l'orge d'hiver où la gestion des adventices a été difficile. L'année 2016 est marquée par des conditions climatiques exceptionnellement pluvieuses.

Les rendements entre parenthèses sont ceux des cultures conventionnelles dans la petite région.

Evaluation multicritère sur les campagnes 2013 à 2018

> Performances économiques



La marge semi-nette moyenne du système est d'environ 860 euros par ha.

La betterave n'apporte pas la marge espérée (le double est réalisable) puisqu'elle est encore soumise à trop de temps de désherbage manuel.

La marge du colza et son fort écart type accuse la grêle de 2013.

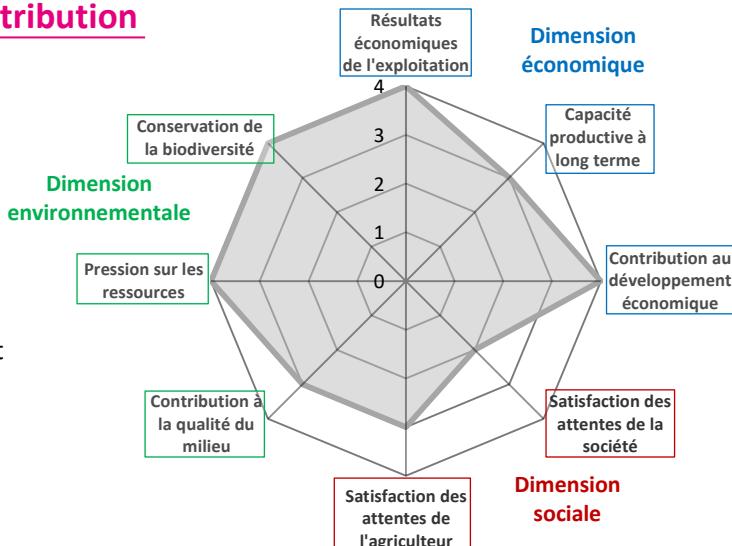
Sur ces 3 années, malgré des rendements parfois légèrement inférieurs à ceux du conventionnel, l'objectif de maintiens du revenu de l'agriculteur est satisfait.

Performances environnementales et contribution au développement durable

- Les performances environnementales sont très satisfaisantes malgré une consommation d'énergie un peu élevée (fioul, fertilisation).

- Criter 4.5 + MASC 2.0 (graphique ci-contre)

La contribution globale du système au développement durable est élevée.



Zoom sur le colza associé en système sans pesticides



© S. Darras INRA

Colza d'hiver associé à des plantes compagnes gélives ici févèresoles et lentilles).

Le **colza associé** est un bon enseignement de cette expérimentation. Après les craintes de sa culture en système sans pesticides et une première campagne marquée par la grêle, la campagne 2015 l'amène à **dépasser la moyenne locale conventionnelle**. A condition que le semis soit réalisé précocement (15-25 août), les **plantes compagnes** (ici lentilles-févèresoles) sont un véritable atout pour cette conduite :

- ❖ **Limite des attaques de ravageurs automnaux** en multipliant le nombre de plante au m² ;
- ❖ **Concurrence des adventices** en accroissant la biomasse et en formant un mulch en surface durant l'hiver et le printemps ;
- ❖ **Fixation de l'azote** qui sera restitué en partie lors de la décomposition des légumineuses.

Transfert en exploitations agricoles



Etant donné le **niveau de rupture élevé** des systèmes de culture RésOPest, les systèmes de culture conçus n'ont pas vocation à être transférés directement dans des exploitations agricoles.

Néanmoins, la présentation de ces essais et de leurs résultats peuvent être source d'inspiration pour des agriculteurs ou des conseillers, dans le cadre d'une démarche de conception de systèmes de culture économes en produits phytosanitaires. En moyenne chaque année ce sont une centaine de personnes qui visitent les essais (agriculteurs, conseillers, étudiants).



© A. Waquet INRA
Echanges avec un groupe de conseillers agricoles belges.

Pistes d'améliorations du système et perspectives



Il est important de pouvoir **mieux maîtriser les adventices dans les céréales d'hiver**. Cela pourrait passer par le remplacement de l'orge d'hiver par une **orge de printemps**.



Le temps de **désherbage manuel** réalisé sur les **betteraves** doit continuer à **diminuer** (de plus de 80 h/ha en 2014, il est passé à 20h/ha en 2017) pour pouvoir rendre cette culture crédible dans ce type de système.

La **gestion des bandes fleuries** est également un enjeu pour l'amélioration du système. Aujourd'hui ces bandes restent trop facilement **envahies par les adventices** et perdent l'intérêt qu'elles procurent aux auxiliaires.

Pour en savoir + , consultez les fiches **PROJET** et les fiches **SITE**

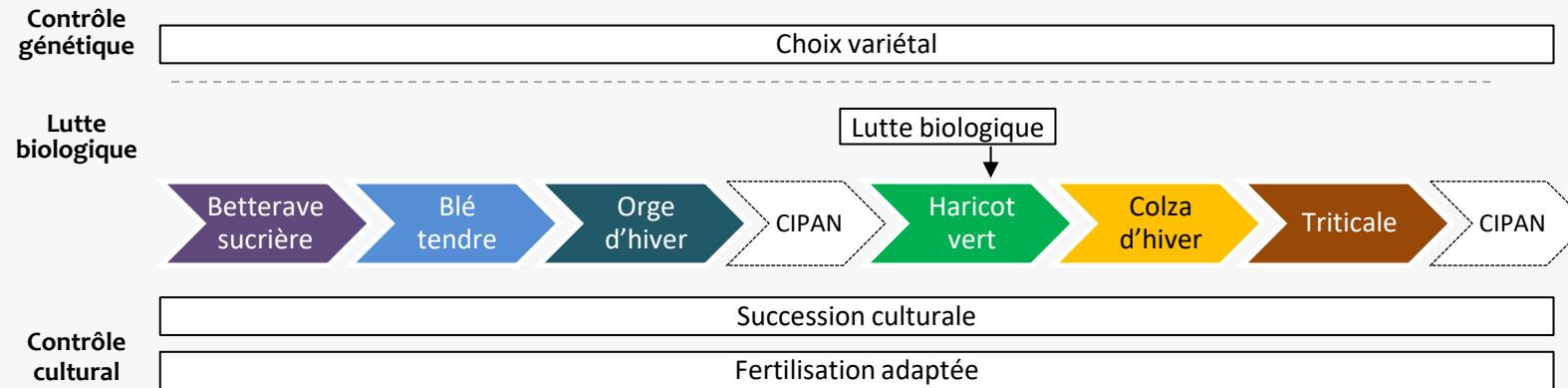
Action pilotée par le ministère chargé de l'agriculture et le ministère chargé de l'environnement, avec l'appui financier de l'Agence française pour la biodiversité, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Ecophyto.

Document réalisé par Sébastien Darras, Rosemonde Devaux et Olivier Blériot (INRA UE GCIE-Picardie).



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.



Maladies cibles :
Septoriose, rouilles, fusariose, sclerotinia, cercosporiose, ramulariose, oïdium, rhynchosporiose, helminthosporiose

Objectifs :

- Pas de perte de rendement
- Respect des normes de qualité des contrats commerciaux

Leviers

Principes d'action

Enseignements

Choix variétal Choix de variétés résistantes et productives.

Le choix de variété résistante est systématiquement pris en compte. C'est un levier très efficace et facile à mettre en œuvre.

Fertilisation adaptée La baisse de l'objectif de rendement d'un tiers en moyenne permet de réduire la fertilisation. Les apports sont réalisés au plus près des besoins des plantes.

La diminution de la fertilisation, permet de réduire les surfaces de feuillage et rendre les plantes moins sensibles aux maladies.

Succession culturelle Allongement et diversification de la succession culturelle

Perturbe le cycle des bioagresseurs.

Lutte biologique Application de Contans wg®

Permet de lutter contre le sclerotinia. Il est difficile d'en évaluer l'efficacité.

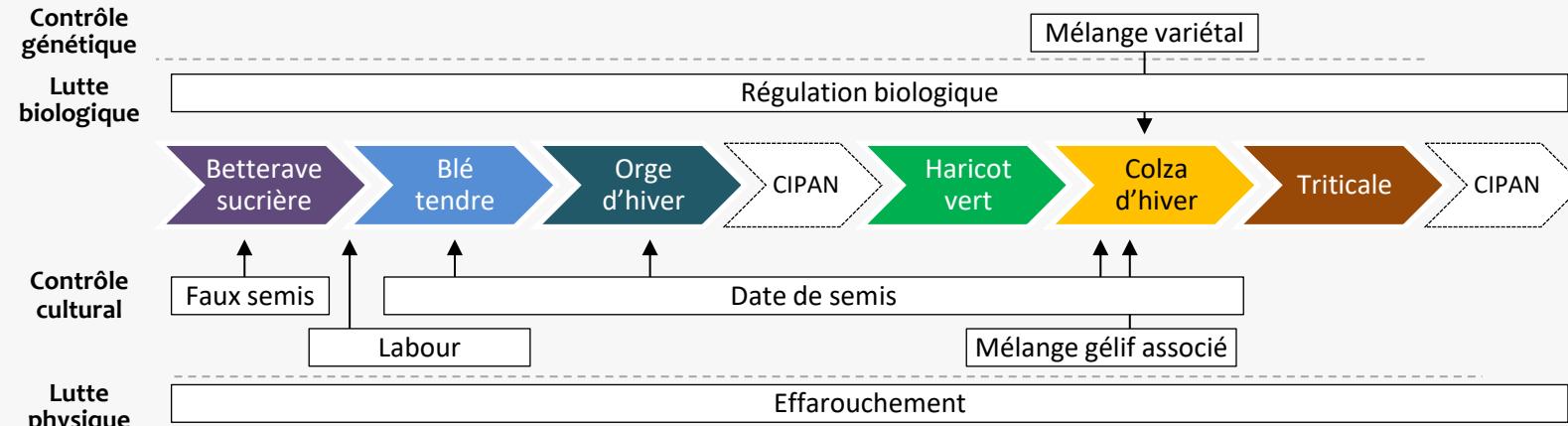


Le choix de variétés rustiques est un levier agronomique efficace.



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.



Ravageurs cibles :

Pucerons, altises, charançons blaniules, scutigerelles, atomaires, taupins, limaces, corvidés

Objectifs :

- Atteinte des objectifs de rendements
- Respect des normes de qualité des contrats commerciaux

Leviers

Principes d'action

Enseignements

Mélange variétal	Ajouter 5 à 10% d'une variété plus précoce en colza (méligèthes).	Concentration des méligèthes sur les plantes plus précoces et réduction des dégâts sur les autres plantes.
Régulation biologique	Favoriser le développement d'auxiliaires aux abords des parcelles en implantant des bandes enherbées et fleuries.	En présence de pucerons la population est régulée par les syrphes et autres mouches parasitoïdes. Les carabes sont nombreux sur les parcelles.
Faux semis	Travailler le sol pendant les intercultures afin de perturber les ravageurs.	Les faux semis qui permettent de lutter contre les adventices sont aussi très efficaces pour lutter contre les limaces et les ravageurs souterrains de la betterave.
Date de semis	Semis tardif du blé ($> 1/11$), triticale et escourgeon ($> 15/10$) pour esquiver la période de présence des pucerons d'automne. Semis précoce du colza (15-25/08) pour avoir des plantes à un stade avancé en cas d'attaque d'altises.	Très faible pression puceron sur les céréales et pas d'impact des altises sur le colza.
Mélange gélif associé	Semis de plantes compagnes avec le colza (lentilles, féveroles) pour dérouter les ravageurs.	Permet de répartir la pression ravageurs, la féverole fait office de piège à pucerons.
Labour	Labour après betteraves, pour limiter les risques de mouche grise	Intérêt de cette technique reconnue, très peu de dégâts de mouche sur le blé suivant la betterave.
Effarouchement	Pose d'effaroucheurs.	Efficace si l'on varie régulièrement les modèles et les emplacements.

Prédation de puceron noir par une larve de coccinelle.

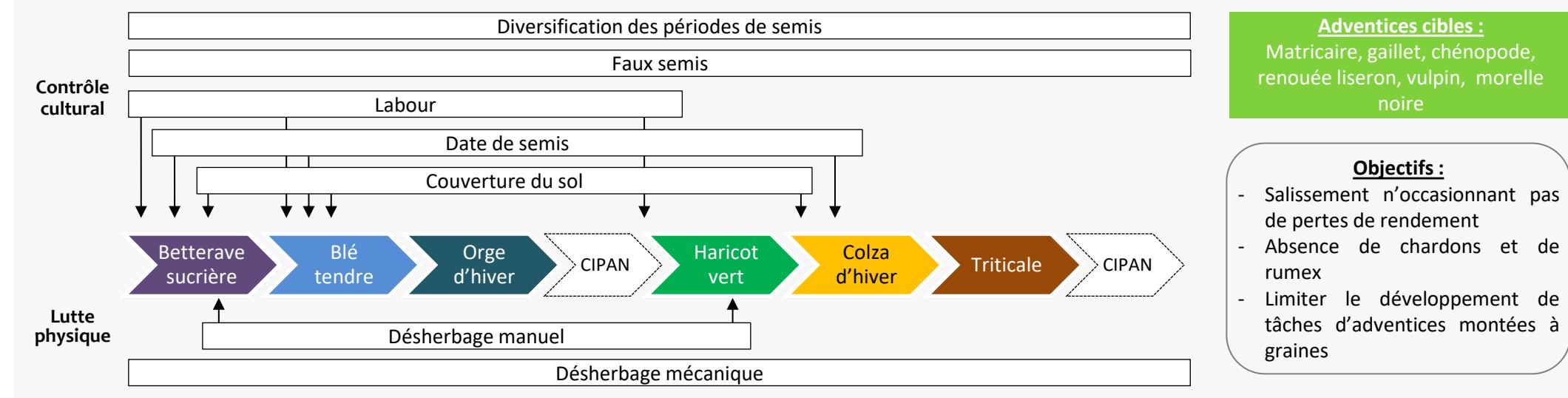


© R.Devaux INRA



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

Diversification des périodes de semis	L'allongement et la diversification de la rotation permet une meilleure répartition des périodes de semis.	La diversification des dates de semis (fin d'été, automne, début et fin de printemps) est aisée avec la diversité de cultures dans la région. Evite la spécialisation de la flore.
Faux semis	Passages répétés en interculture courte, passage avant implantation du couvert en interculture longue.	Les premiers déchaumages visent à faire lever les dicotylédones printanières mais nécessitent de la pluie après récolte. Les passages plus tardifs (à partir de septembre) permettent de faire germer les graminées (vulpin, agrostis).
Labour	3 labours répartis sur 6 ans.	Levier très efficace sur adventices à faible durée de vie dans le sol.
Date de semis	Décaler la date de semis de la culture pour esquiver le cycle des adventices ou favoriser une couverture rapide du sol.	En blé, le retard de la date de semis ($> 1/11$) permet d'esquiver les levées de graminées automnales. En colza, le semis précoce permet une meilleure installation des plantes compagnes.
Désherbage mécanique	Détruire les adventices en culture sans détruire la culture elle-même (houe rotative, herse étrille et bineuse)	Binage sur cultures sarclées, herse étrille et/ou houe rotative sur céréales. L'efficacité des outils est conditionnée par les conditions pédoclimatiques.
Couverture du sol	Couvrir le sol rapidement afin de limiter la concurrence des adventices avec la culture.	Un semis précoce du colza permet un bon démarrage des plantes compagnes (lentilles et féveroles). Semis de trèfle dans le blé. Pour la betterave, semis dense et tardif permet d'assurer une couverture rapide du sol.

Les cultures sarclées estivales permettent une efficacité optimale des outils de désherbage mécanique.



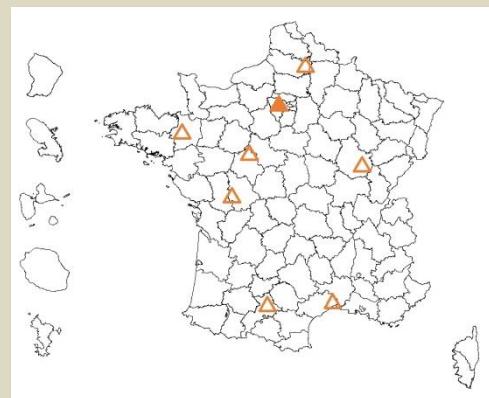


Projet : RésOPest – Réseau expérimental de systèmes de culture « zéro pesticides » en Grande Culture et Polyculture-Elevage

Site : Grignon

Localisation : UMR Agronomie INRA - AgroParisTech –
 78850 THIVERVAL-GRIGNON
 (48.850301, 1.917528)

Contact : **Caroline Colnenne-David** (caroline.colnenne@grignon.inra.fr)



Localisation du site

Site en station expérimentale

Ferme AgroParisTech

L'expérimentation est implantée sur les terres de la ferme d'AgroParisTech, localisée à l'ouest de Paris ; elle est gérée par l'équipe de l'Unité Expérimentale INRA Grandes-cultures de Versailles-Grignon.

Le domaine expérimental de Grignon couvre une superficie de 38 ha. Des recherches sont conduites en agroécologie et en gestion durable des productions végétales sur les territoires.

Avec l'essai système "La Cage" implanté à Versailles, contribuer à l'évaluation des systèmes de culture innovants à faibles niveaux d'intrants, basés sur les principes de la protection intégrée des cultures, est l'une des missions de l'unité.

Son engagement dans de nombreux programmes de recherche conforte son rayonnement national et international (projets SYSCLIM, PURE, GRA, Breadwheat, Peamust, Ecophyto, RMT Systèmes de Culture innovants,...).

Historique et choix du site

L'unité expérimentale a une expérience déjà ancienne de l'expérimentation système de culture puisque l'essai "La Cage" a été implanté en 1997 par l'UMR Agronomie. Cet essai a pour objectif d'évaluer les performances sur le long-terme de quatre systèmes de culture : "Productif", "Intégré", "Agriculture biologique" et "Système sous couvert permanent". Par la suite, un second essai, "Systèmes de culture innovants sous contraintes" (SIC), a été lancé en 2008. Quatre systèmes innovants y sont évalués sur la durée de deux successions. Les objectifs assignés sont de répondre simultanément à (i) une contrainte environnementale en rupture par rapport aux pratiques locales (interdire l'utilisation de pesticides, réduire de 50 % la consommation d'énergie fossile, diminuer de 50 % les émissions de gaz à effet de serre), (ii) un ensemble d'objectifs environnementaux identifiés et quantifiés et (iii) de production. C'est au sein de cet essai qu'est évalué le système zéro-pesticides, l'un des huit essais système RésOPest.

Interactions avec d'autres projets

L'essai SIC est affilié au RMT Systèmes de Culture innovants. RésOPest entretient des relations étroites avec le projet DEPHY EXPE SCAOPEST (système de culture zéro-pesticides en agroforesterie). Depuis son implantation, il est intégré dans de nombreux projets : SYSCLIM, Ecopest EFEMAIR, PURE,...



Le mot du responsable de site

« L'unité expérimentale dont je suis responsable conduit en relation étroite avec l'UMR Agronomie, deux expérimentations systèmes sur son domaine expérimental. L'une d'elle comprend une modalité 0 pesticides qui rentre dans le dispositif RésOPest. Cette expérimentation bénéficie grâce à cette collaboration, (i) de compétences importantes dans la conduite et l'évaluation de systèmes de culture et (ii) de matériels permettant de réaliser des interventions très diverses et adaptées à ce contexte d'absence de pesticides (semis à grands écartements permettant le désherbage mécaniques des cultures par exemple). »

Système DEPHY testé

Le système de culture a été conçu de manière à respecter un cadre de contraintes et d'objectifs hiérarchisés comme suit :

- s'interdire l'utilisation de tout produit de traitement chimique ;
- satisfaire un ensemble d'objectifs environnementaux identifiés et quantifiés (méthodologie Indigo®) ;
- maximiser, sous ces contraintes et objectifs, une production commerciale respectant le cahier des charges des filières en limitant l'impact des bioagresseurs.

Les cultures implantées seront représentatives des principales filières de la région, le blé tendre d'hiver dans la région Ile de France. Aucun épandage d'effluents d'élevage n'est autorisé.

Nom du système	Années début-fin	Agriculture Biologique	Surface de la parcelle	Espèces du système de culture	Objectif de réduction d'IFT
RésOPest Grignon	2008-2020	Non	3x0.41 ha	Féverole P- Blé tendre H - Chanvre industriel - Triticale - Maïs	100 %*

* Hors moyens biologiques répertoriés dans l'index phytosanitaire ACTA

Dispositif expérimental et suivi

> Dispositif expérimental

Répétition :

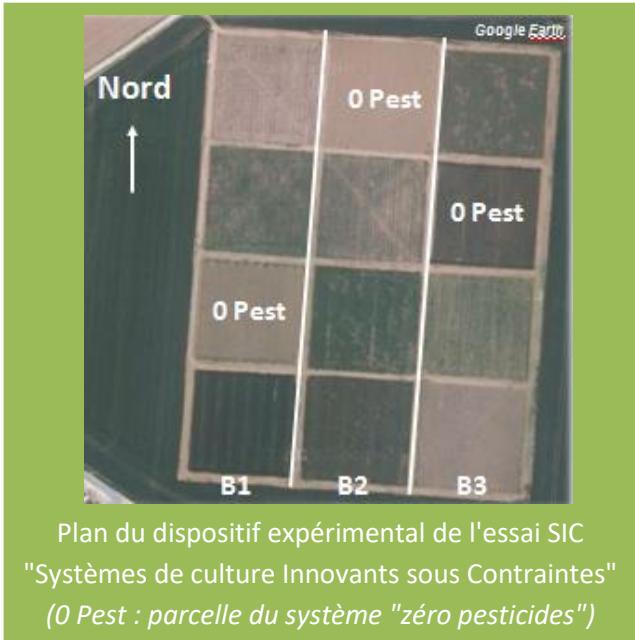
Le système zéro-pesticides comporte trois parcelles. Il s'agit de trois fausses répétitions : chaque année trois termes de la succession (durée totale : six ans) sont évalués au champ.

Système de référence :

Le dispositif comporte un système pouvant servir de référence (aucune contrainte en rupture ne lui est appliquée). Par ailleurs, des comparaisons sont possibles avec les résultats issus du système "Productif" de l'essai "La Cage".

Aménagements et éléments paysagers :

L'essai est implanté sur un plateau sans aucun élément paysager (forêts, bosquets). Chaque parcelle est encadrée par des bandes de 6 m non végétalisées.



> Suivi expérimental

Des mesures régulières et nombreuses visent à évaluer l'état des parcelles et des cultures pour déclencher les interventions culturales. Des protocoles de suivi des cultures communs à tous les sites du réseau permettent de recueillir des informations sur le développement des cultures, les maladies, les ravageurs et de suivre l'évolution de la flore adventice.

Contexte de production

> Pédo climatique

Météorologie	Type de sol	Comportement du sol
Climat océanique Moyenne des précipitations : 650 mm. Température moyenne : 12 °c.	Limon profond homogène non hydromorphe Profondeur moyenne : 1.20 - 1.50 m RU : environ 175 mm Teneur en matière organique élevée : 3.3%	Sols battants, drainés, non hydromorphes. Potentiel de production du blé tendre : 85-95 q/ha

> Socio-économique

Les filières principalement développées dans la région sont le blé tendre d'hiver, le colza, l'orge et le maïs. Des débouchés sont aussi possibles pour le pois, la féverole et le lin oléagineux.

Pour la culture de chanvre, aucune filière n'est identifiée dans la région à ce jour.

> Environnemental

L'essai se situe dans une zone vulnérable au nitrate.

> Principales pressions biotiques

Adventices : rumex, chardon des champs, renouée faux liseron, vulpin, ray grass, vulpie.

Maladies : septoriose, rouilles, oïdium, helminthosporiose (céréales à paille), botrytis.

Ravageurs : limaces, oiseaux (toutes cultures), pucerons (céréales, protéagineux), charançons (colza), bruches (protéagineux).

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.



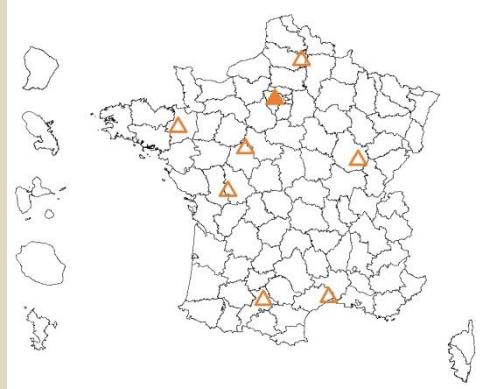
SYSTEME de CULTURE EXPE

à la recherche de systèmes très économes en phytosanitaires

Projet : RésOPest - Réseau expérimental de systèmes de culture zéro-pesticides en Grande Culture et Polyculture-Elevage

Site : Grignon

Localisation : UMR Agronomie INRA - AgroParisTech –
 78850 THIVERVAL-GRIGNON
 (48.850301, 1.917528)



Système DEPHY : RésOPest Grignon

Contact : Caroline Colnenne-David (caroline.colnenne-david@inra.fr)

Localisation du système (▲)
 (autres sites du projet △)

Système de grande culture sans pesticides

Site : unité expérimentale INRA

Durée de l'essai : 2008-2020

Conduite : aucun apport de pesticides (hors stimulateurs des défenses naturelles et moyens biologiques répertoriés dans l'index ACTA). L'apport d'engrais de synthèse est autorisé.

Dispositif expérimental : 3 parcelles de 0,41 ha avec chaque année des termes différents de la succession culturale (durée de 6 ans).

Système de référence : aucun système de référence n'est testé mais les performances du système de culture sont comparées à des données régionales et à celles du domaine expérimental.

Type de sol : limon homogène profond (supérieur à 2 m), drainé, non hydromorphe.

Origine du système

Le réseau expérimental **RésOPest** a été lancé en 2012 suite à une étude de faisabilité financée par le GIS Grande Culture à Haute Performance Economique et Environnementale. Ses objectifs sont de concevoir, expérimenter et évaluer les performances de systèmes de culture **sans pesticides** et d'analyser le fonctionnement de ces agroécosystèmes, notamment les **régulations biologiques**.

Le **niveau de rupture est très important** par rapport aux pratiques agricoles conventionnelles et RésOPest se démarque de l'agriculture biologique par la possibilité d'utiliser des **engrais de synthèse**, ce qui donne, la possibilité de viser des niveaux de rendements plus élevés. Il est affilié au RMT Systèmes de Culture Innovants.

Objectif de réduction d'IFT



100 %
hors stimulateurs des défenses naturelles et moyens biologiques répertoriés dans l'index ACTA

Mots clés

Zéro pesticides - Reconception -
 Régulations biologiques -
 Diversification

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 des pilotes de l'expérimentation

« Il est difficile de satisfaire une multiplicité de contraintes et d'objectifs tels que ceux définis dans le cadre de ce projet de recherche. Les connaissances expertes initiales, largement mobilisées au lancement de cette évaluation, sont constamment éprouvées et s'enrichissent au cours du temps. Il peut s'agir à la fois de la maîtrise technique des productions (e.g. gestion de nouvelles espèces telles que le chanvre ; contrôle des populations d'adventices avec des outils de désherbage mécanique peu usités), ou encore des voies d'analyses et de valorisation des résultats. »

C. COLNENNE-DAVID et G. GRANDEAU

Caractéristiques du système

Rotation :



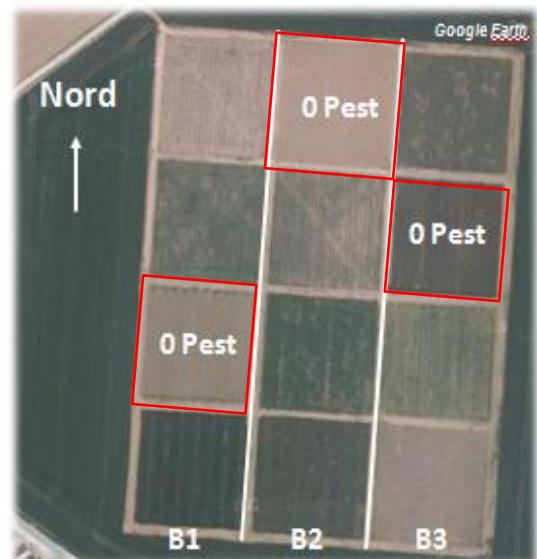
Maintien des cultures représentatives de la région selon le cahier des charges RésOPest : blé tendre d'hiver et maïs grain.

Irrigation : non autorisée dans le système en vue de répondre aux enjeux climatiques futurs.

Travail du sol : quatre labours sur 6 ans, avant chaque implantation d'espèces de printemps (chanvre, maïs et féverole) et post maïs. Utilisation d'outils de désherbage mécanique : herse étrille et bineuse.

Interculture : en plus de leur rôle de pièges à nitrate, les CIPAN participent à la maîtrise des adventices en interculture, à la fourniture d'azote au système et à la diversification des espèces implantées dans la succession culturelle.

Aménagements et éléments paysagers : l'essai est implanté sur un plateau sans aucun élément paysager (forêt, bosquet). Chaque parcelle est encadrée par des bandes de 6 m non végétalisées.



Dispositif expérimental (en rouge : les 3 parcelles ResOPest). Crédit photo : Google Earth.

Objectifs du système

Les objectifs poursuivis par ce système sont :

Agronomiques	Maîtrise des bioagresseurs	Environnementaux	Socio-économiques
Rendement et qualité Respecter un « set » d'objectifs environnementaux et maximiser une production commerciale respectant les cahiers des charges des filières.	Maîtrise des adventices <ul style="list-style-type: none">- Salissement n'occasionnant pas de pertes de rendement.- Stabilisation des populations de chardons et de rumex initialement présentes sur les parcelles. Maîtrise des maladies et ravageurs Maintenir les maladies et les ravageurs à des niveaux de dégâts qui permettent d'atteindre les rendement et les normes de qualité visés	IFT Zéro pesticides (hors stimulateurs des défenses naturelles et moyens biologiques répertoriés dans l'index ACTA). Autres impacts Limiter les impacts environnementaux autres que ceux liés aux pesticides → atteindre <i>a minima</i> la note 7 pour les divers indicateurs agri-environnementaux de Criter (pertes de nitrates, consommation d'énergie, conservation de la biodiversité, ...).	Marge semi-nette Maintenir le revenu de l'agriculteur Autres impacts Pas d'objectifs fixés mais évaluation de la durabilité sociale avec MASC 2.0 (voir ci-dessous).

Les systèmes de culture du réseau expérimental RésOPest font l'objet d'une évaluation multicritère à l'aide des outils Criter 4.5 et MASC 2.0 (voir résultats page suivante) afin :

- D'avoir une **vue d'ensemble** des performances obtenues.
- De vérifier qu'il n'y a pas de **dégradation de performance** non-attendue (temps de travail, consommation d'énergie, ...).
- D'identifier les **axes d'amélioration** des systèmes de culture.

Résultats sur les campagnes de 2013 à 2017

> Maîtrise des bioagresseurs

Le code couleur exprime la satisfaction des résultats en fonction, soit des objectifs de rendement, soit du rendement de la petite région : vert = résultat satisfaisant ; orange = résultat moyennement satisfaisant ; rouge = résultat insatisfaisant.

	Féverole P.	Blé tendre H.	CIPAN	Chanvre textile	Triticale	CIPAN	Maïs grain	Blé tendre H.	CIPAN
Maladies	≈	✓		✓	≈		✓	✓	
Ravageurs	≈	✓		✓	✓		✓	✓	
Adventices	✗	✓	≈	✓	✓	≈	✗	✓	≈

Les **impacts des maladies**, malgré les combinaisons de pratiques mises en œuvre, restent élevées notamment en cas de fortes pressions comme en 2016.

De **fortes attaques de ravageurs**, tels les **pucerons**, ont pu occasionner de sévères pertes de rendement sur la **féverole de printemps**. Les risques « pucerons d'automne » sur **blé et triticale** sont minimisés par les **dates de semis tardives** et ceux liés aux **limaces** réduits par les passages réguliers **d'outils à dents**.

Les **adventices sont bien maîtrisées** tout au long de la rotation, excepté dans les **espèces de printemps** (féverole et maïs).

> Performances agronomiques

Culture	Objectif de rendement	2013	2014	2015	2016	2017
Féverole printemps	35 q/ha	-	-	12 (26)	0 (26)	42 (26)
Blé tendre d'hiver	55 q/ha	-	-	-	47 (50)	58 (80)
Chanvre textile	Paille 8 tMS	13,1 (9,2)	-	-	-	5 tMS 8,5q
Triticale	50 q/ha	59 (65)	40 (65)	-	-	-
Maïs grain	65 q/ha	62 (97)	68 (108)	32 (84)	-	-
Blé tendre d'hiver	55 q/ha	-	72 (86)	82 (87)	39 (50)	-

La production de graines en chanvre (2017) n'avait pas été envisagée initialement, d'où l'absence de code couleur pour cette année malgré un objectif de production en paille non atteint.

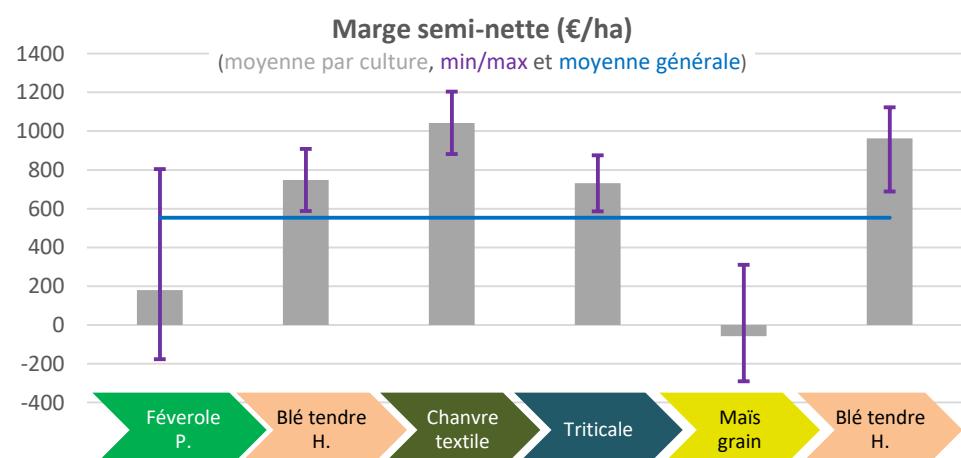
Les rendements de la **féverole de printemps** sont régulièrement faibles (i.e. effets d'une **multiplicité de bioagresseurs, différents** selon les années).

Les objectifs de rendement assignés à la culture du **maïs** sont régulièrement atteints malgré des **pressions d'adventices** partiellement maîtrisées.

Evaluation multicritère sur les campagnes 2013 à 2017

> Performances économiques

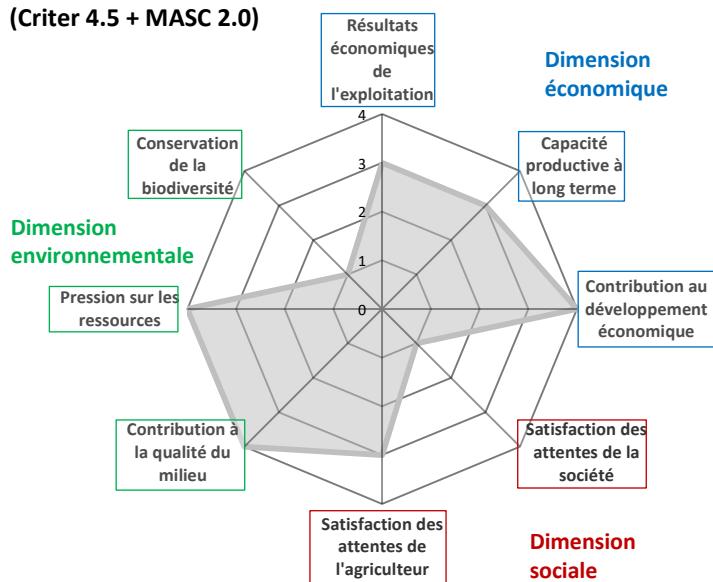
La capacité productive sur le long terme et la contribution au développement économique sont **moyennes à élevées**.





Contribution au développement durable

(Criter 4.5 + MASC 2.0)



Les pressions sur les ressources sont **faibles** et la contribution à la qualité du milieu **moyenne à élevée**.

Zoom sur le chanvre textile

L'implantation du chanvre textile, semé à **haute densité**, est une stratégie réussie pour **réduire et limiter le développement des adventices** dans nos conditions pédoclimatiques.

Le **décalage de la date de semis**, qui en l'occurrence est **très tardive** et permet de réaliser **plusieurs faux semis** au printemps, associé à une forte densité de plantes hautes contribuent à réduire de façon notable le peuplement d'adventices se développant tout **au long du reste de la succession culturelle**.

Les quelques **repousses** ne sont pas un souci sur le long terme et le semis a été jusqu'à présent toujours réussi.

La production à la fois de **fibres** et de **graines** est très rémunératrice (environ 2000 €/t en 2017), et contribue à **améliorer le résultat économique** calculé à l'échelle du système de culture.

Transfert en exploitations agricoles et valorisations scientifiques



Etant donné le **niveau de rupture élevé** des systèmes de culture RésOPest, les systèmes de culture conçus n'ont pas vocation à être transférés directement dans des exploitations agricoles.

Néanmoins, la présentation de ces essais et de leurs résultats peuvent être **source d'inspirations** pour des agriculteurs ou des conseillers, dans le cadre d'une démarche de **conception de systèmes de culture économes en produits phytosanitaires**.

Sur la période 2009-2017, et sur la base des résultats obtenus sur le site de Grignon, de **nombreuses valorisations scientifiques ont été produites**. Elle ont porté à la fois sur l'étape de conception et d'évaluation *ex ante*, sur l'analyse des performances et de la contribution au développement durable après un premier cycle de rotation, mais aussi sur des réflexions à conduire pour améliorer le système.

Pistes d'améliorations du système et perspectives



Les résultats obtenus depuis le début de l'expérimentation sont très satisfaisants avec une bonne maîtrise des bioagresseurs en année normale et de bons résultats économiques. C'est pourquoi, après un premier cycle de rotation (2009-2014), un nouveau cycle a été engagé en 2015, sans modification majeure des pratiques culturales envisagées en 2008.



L'introduction de la culture du **chanvre textile** nous semble être un atout dans ce système, à la fois pour réduire le pool des adventices, qui se multiplie au cours du temps, mais aussi pour couper les cycles de croissance des bioagresseurs présents dans notre région. Toutefois, une nuance est à formuler quant à la **maîtrise des populations d'adventices** sur les **espèces de printemps** que sont la **féverole** et le **maïs**. Régulièrement, ces cultures sont pénalisées par la concurrence importante des mauvaises herbes avec des conséquences notables à la fois sur **l'augmentation du temps de travail** (i.e. désherbage manuel de rattrapage) et sur la **diminution de la production**.



La **consommation d'énergie est élevée**, en lien avec les pratiques de **travail du sol** : labour, faux-semis, désherbage mécanique. Une réflexion devra être menée afin de voir s'il y a une marge de progrès sur ce point sans toutefois dégrader la productivité du système.

Pour en savoir +, consultez les fiches **PROJET** et les fiches **SITE**

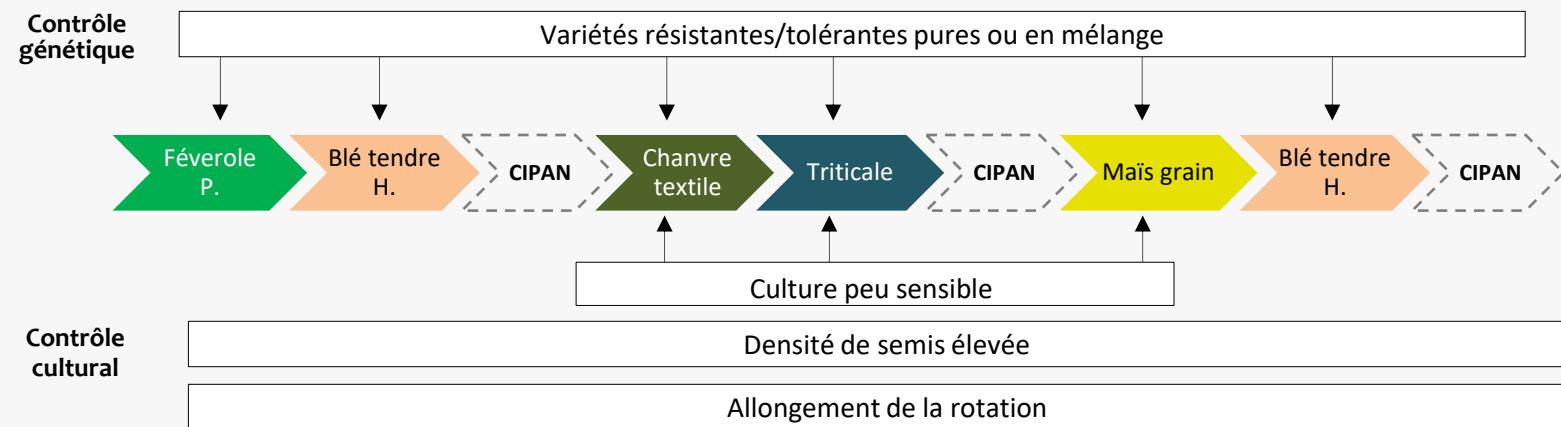
Action pilotée par le ministère chargé de l'agriculture et le ministère chargé de l'environnement, avec l'appui financier de l'Agence française pour la biodiversité, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Ecophyto.

Document réalisé par **Caroline Colnenne-David** et **Gilles Grandjeau** (INRA Grignon).



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.



CIPAN : Culture Intermédiaire Piège à Nitrates

Leviers	Principes d'action	Enseignements
Mélanges variétaux	Combiner les profils de résistance (variable selon les années) et réduire la propagation de la maladie en cas d'attaque.	Mesure efficace, les variétés sensibles sont moins attaquées en mélange qu'en culture pure (blé tendre et triticale.). Le choix est limité en semences non-traitées.
Variétés résistantes /tolérantes	Choisir des variétés résistantes/tolérantes pour réduire les dommages en cas d'attaque (septoriose, rouilles et anthracnose).	Mesure efficace mais le choix est limité en semences non-traitées.
Choix de cultures peu sensibles	Eviter les risques importants d'attaque par les maladies.	Le chanvre, et le maïs sont peu sensibles aux maladies. Le triticale s'est montré sensible aux maladies sur plusieurs années.
Allongement de la rotation	Eviter le retour trop fréquent de cultures sensibles aux mêmes maladies.	Mesure efficace mais non suffisante en cas de contexte de forte pression maladies (e.g. 2016).
Densité de semis élevée	Compenser les pertes à la levée. Un compromis est à faire entre augmenter la densité pour palier les pertes hivernales et une densité trop élevée de végétation au printemps, qui favoriserait le développement des maladies.	Les pertes à la levée sont de l'ordre de 50 % en céréales. L'accroissement de la densité permet d'avoir un peuplement correct.

Culture de chanvre textile sur le site de Grignon (récolte 2017)

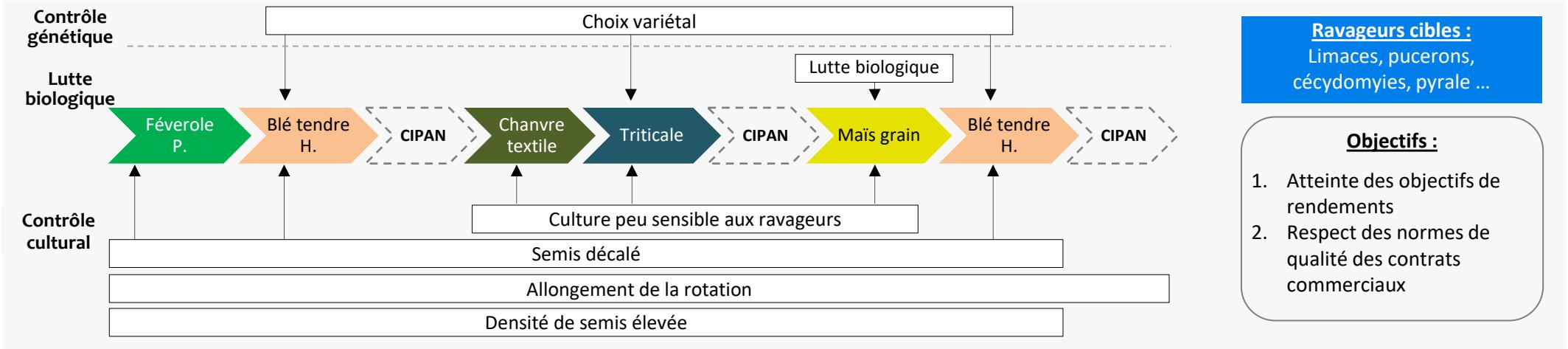


Crédits photo : ResOPest



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 maladies.



Leviers

Principes d'action

Enseignements

Choix variétal	Limiter les attaques de ravageurs par le choix de variétés tolérantes (blé tendre et triticale) : <ul style="list-style-type: none"> - Pucerons : variétés barbes - Cécidomyies : variétés tolérantes 	Mesure efficace mais choix limité en semences non-traitées.
Lutte biologique	Apport de trichogrammes sur la culture de maïs lors d'attaques de la pyrale.	Solution utilisée suite à un décret régional.
Cultures peu sensibles aux ravageurs	Eviter les risques importants d'attaque par les ravageurs.	Pas de dégâts observés, ni sur chanvre textile ni sur le maïs (hors pertes à la levée).
Semis décalé	Décaler le semis des cultures pour esquiver ou atténuer les attaques : <ul style="list-style-type: none"> • Féverole : semis précoce pour limiter les dégâts de sitones. • Blé tendre : semis tardif pour éviter les vols de pucerons. 	Efficace sur blé tendre. À voir pour la fèverole de printemps.
Allongement de la rotation	Eviter le retour trop fréquent de cultures sensibles aux mêmes ravageurs	Mesure qui semble efficace pour l'instant.
Augmentation des densités de semis	Compenser les pertes à la levée et les dégâts des ravageurs.	Les pertes à la levée sont de l'ordre de 50 % en céréales. L'accroissement de la densité permet d'avoir un peuplement correct.

Variété de blé barbe pour limiter les attaques

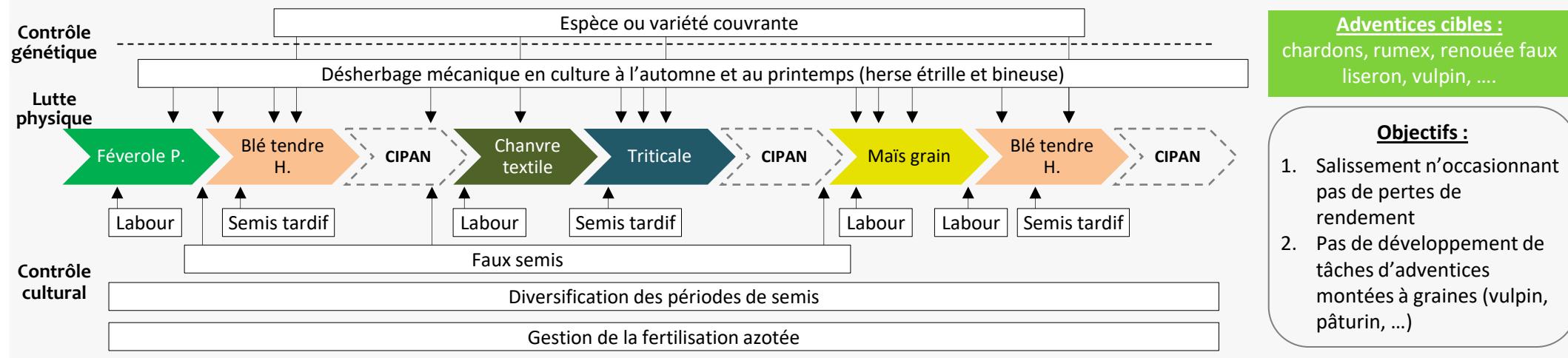


Crédit photo : Res0Pest



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 maladies.



Leviers

Principes d'action

Enseignements

Espèce ou variété couvrante	Etouffer les adventices pour éviter leur développement et la concurrence avec la culture.	Le chanvre est une culture très efficace pour étouffer les adventices.
Désherbage mécanique	Détruire les adventices en culture sans détruire la culture elle-même.	Ne pas hésiter à déclencher le désherbage mécanique très tôt après le semis.
Cultures intermédiaires	Utilisation de variétés foisonnantes afin d'étouffer les adventices pour éviter /réduire leur développement et grenaison en interculture.	Une implantation précoce est essentielle pour assurer un bon développement du couvert, mais difficilement effective compte tenu du climat sec en été (3 années/6).
Labour	Enfouissement des adventices et réduction du stock semencier.	Levier très efficace sur adventices à faible durée de vie dans le sol. Attention à la consommation d'énergie, liée à la pratique régulière du labour, pouvant diminuer les performances du système de culture.
Semis tardif	Permet une esquive des adventices à levée automnale.	
Faux-semis	Faire lever les adventices en interculture et les détruire ensuite.	Un semis tardif peut allonger la période permettant de réaliser des faux-semis.
Diversification des périodes de semis	Permettre de détruire un large spectre d'adventices qui lèvent à des périodes différentes.	Méthode de base pour éviter l'apparition d'une flore dominante sur la parcelle.
Gestion de la fertilisation azotée	Ajuster la fertilisation au plus près des besoins de la culture afin d'éviter le développement des adventices.	Au départ la fertilisation est assurée pour un rendement réduit compte tenu de la contrainte forte appliquée au système de culture.

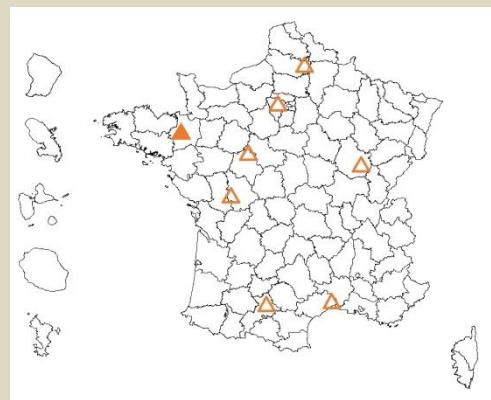


Projet : RésOPest – Réseau expérimental de systèmes de culture « zéro pesticides » en Grande Culture et Polyculture-Elevage

Site : Le Rheu

Localisation : INRA - Domaine expérimental de la Motte au Vicomte -
 35653 LE RHEU Cedex
 (48.108822, -1.794132)

Contact : **Philippe LE ROY** (philippe.le-roy@inra.fr)



Localisation du site

Site en station expérimentale

INRA Le Rheu

Le domaine expérimental de La Motte au Vicomte dispose d'une surface de 282 ha dans le bassin Rennais. Les surfaces agricoles sont réparties sur 3 communes : Le Rheu, l'Hermitage et Pacé.

L'unité expérimentale de la Motte conduit des expérimentations végétales au champ, fournit des aliments standards et gère les prairies pour les ruminants laitiers. Elle valorise également les effluents des installations d'élevage du centre.

L'unité prend en charge la conduite d'expérimentations dans le cadre de programmes nationaux de l'Inra et de ses partenaires : programme Investissements d'Avenir (ex. Rapsodyn, Breedwheat Peamust), évaluation pour l'inscription des nouvelles variétés (CTPS).

Historique et choix du site

Le domaine expérimental du Rheu a pour objectif de conduire des expérimentations végétales en relation avec les différentes unités de recherche. Ces unités travaillent sur des thématiques d'approche en agroécologie pour la protection des plantes et les systèmes de culture (réduction de l'utilisation des intrants, compréhension des stratégies « Push-Pull »,...) et l'étude des réponses des plantes, des ravageurs et de leurs ennemis naturels aux stress biotiques et abiotiques.

Depuis plusieurs années, l'unité s'oriente également vers une diminution de l'usage des produits phytosanitaires en utilisant des leviers techniques (désherbinage pour la production des 65 ha de maïs ensilage) et des leviers agronomiques.

Dans cette démarche de réduction de produits phytosanitaires déjà engagée, l'essai RésOPest permet d'obtenir de nouvelles références dans un système polyculture élevage laitier.

Interactions avec d'autres projets

L'essai système de culture du domaine expérimental est affilié au RMT Systèmes de Culture innovants.

De manière plus globale, RésOPest est support d'un projet de recherche sur l'impact des caractéristiques environnementales, notamment paysagères, sur les auxiliaires des cultures. Entre 2013 et 2016, RésOPest a été partenaire du projet CASIMIR en accueillant des stagiaires qui ont testé des protocoles de recueil de données sur les bioagresseurs et les régulations biologiques.

Le mot du responsable de site

« L'essai système ResOPest permet de faire un lien entre la recherche et le monde agricole, en collaboration avec l'ingénieur du réseau DEPHY. Cette expérimentation peut permettre de répondre à l'enjeu de produire autant, tout en préservant durablement les écosystèmes et la santé humaine.

Cet essai mis en place en 2012, permet d'échanger avec des groupes d'agriculteurs et des conseillers agricoles. »

Système DEPHY testé

Le système de culture a été conçu de manière à respecter un cadre de contraintes et d'objectifs commun au réseau expérimental des systèmes de culture « zéro pesticides » RésOPest, et adapté au contexte local de l'expérimentation.

Cadre de contraintes :

- Ne pas recourir aux pesticides, y compris les traitements de semences ;
- Inclure autant que possible les cultures des principales filières de la région.

Objectifs :

- Maximiser, sous ces contraintes, une production commerciale respectant les cahiers des charges des filières en limitant l'impact des bioagresseurs ;
- Limiter les impacts environnementaux autres que ceux liés à l'utilisation des pesticides : limiter la consommation énergétique et la consommation en eau ;
- Maintenir la marge de l'agriculteur.

Nom du système	Années début-fin	Agriculture Biologique	Surface de la parcelle	Espèces du système de culture	Objectif de réduction d'IFT
RésOPest Le Rheu	2012 - ...	Non	2,6 ha	Prairie (Ray Grass Hybride + Trèfle Violet) - Maïs ensilage - Blé tendre Hiver - Féverole Printemps - Triticale - Betterave fourragère - Orge Hiver	100 %*

* Hors moyens biologiques répertoriés dans l'index phytosanitaire ACTA

Dispositif expérimental et suivi

> Dispositif expérimental

Répétition :

Le dispositif RésOPest comporte quatre parcelles de 0,50 à 0,82 ha chacune ce qui permet d'expérimenter chaque année la moitié des termes de la succession (rotation de huit ans).

Système de référence :

Le dispositif ne comporte pas de système de référence mais il est possible de faire des comparaisons de performance avec le reste de l'exploitation agricole et avec les résultats des agriculteurs de la région disponibles à travers les enquêtes de la Chambre d'agriculture.



Plan du dispositif

Aménagements et éléments paysagers :

Chaque parcelle est entourée de bandes enherbées sur 1 ou 2 côtés. L'essai est situé à proximité d'une zone boisée. Un cours d'eau (Le Lindon) traverse les 2 zones du système de cultures (2*2 parcelles).

> Suivi expérimental

Des tours de plaine sont réalisés régulièrement afin de surveiller l'état des parcelles et des cultures et de prendre les décisions de conduite.

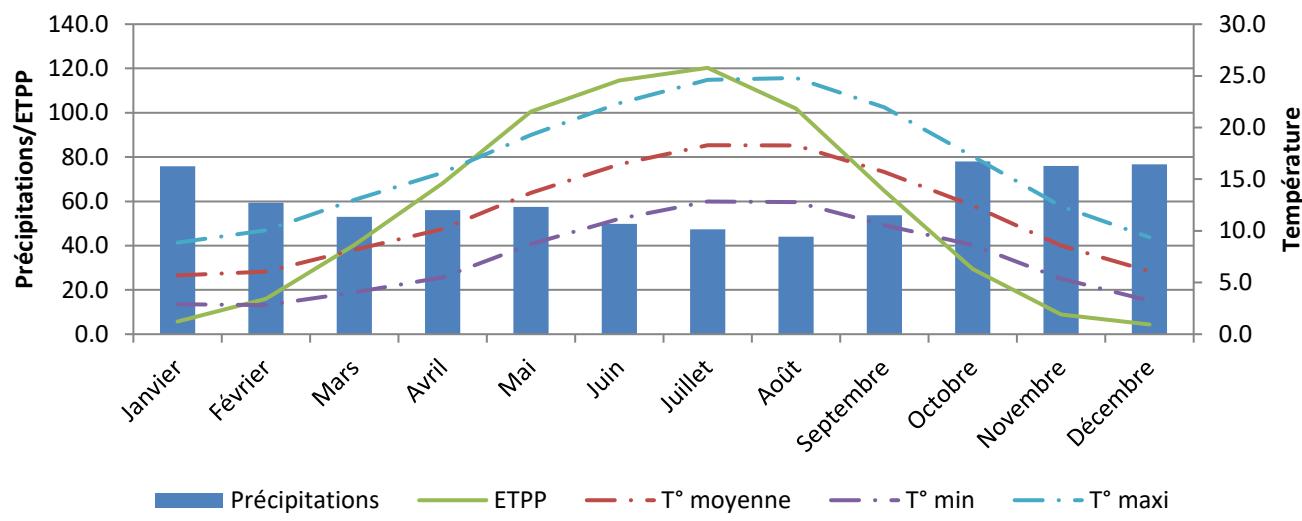
Des protocoles de suivi des cultures communs à tous les sites du réseau permettent de recueillir des informations sur le développement des cultures, les maladies, les ravageurs et de suivre l'évolution de la flore adventice.

Contexte de production

> Pédo climatique

Météorologie	Type de sol	Comportement du sol
Climat Océanique	Limons avec risque de battance Profondeur variable (50 à 150 cm)	Sols avec risque d'hydromorphie Potentiel blé : 70 à 80 q/ha

Le Rhei : Données moyennes 1987-2016



Source « Données issues de la plateforme INRA CLIMATIK »

> Socio-économique

Les filières développées dans la région sont liées aux activités d'élevage avec dominante de maïs ensilage et de mélanges prariaux, mais également aux cultures de ventes (blé tendre d'hiver, orge, maïs grain). Il y a également des débouchés pour les cultures protéagineuses et oléagineuses.

> Environnemental

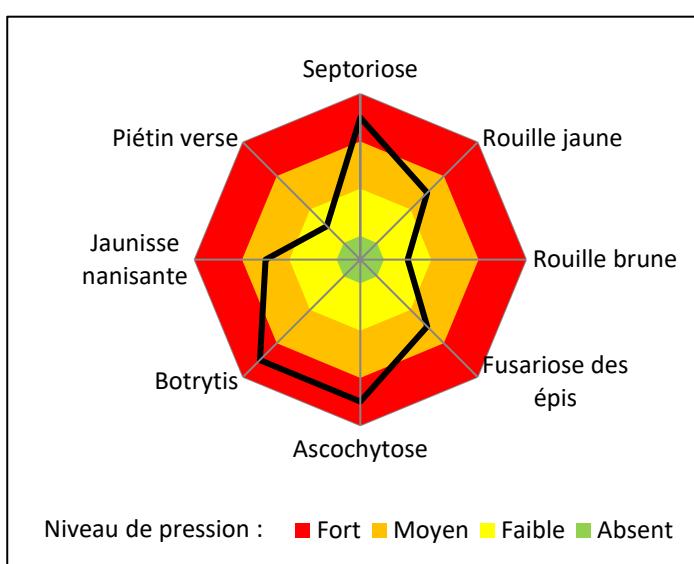
L'essai se situe en zone vulnérable nitrate.

> Maladies

Les conditions météorologiques de l'année peuvent influencer fortement le niveau de pression maladies. Pour les céréales, la septoriose et les rouilles peuvent être très préjudiciable. La fusariose des épis est moins impactante.

L'ascochytose et le botrytis peuvent occasionner des dégâts importants sur la féverole.

Le risque jaunisse peut, certaines années, être très fort si les conditions automnales sont favorables.

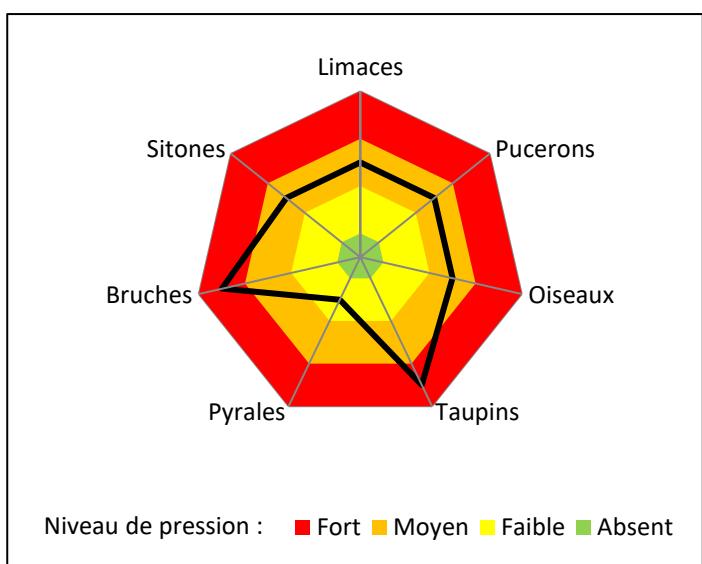


> Ravageurs

Sur l'essai RésOPest, les risques majeurs et difficilement maîtrisables sont le taupin et la bruche. Le taupin peut avoir un impact sur la rentabilité de ce système, surtout après le retournement d'une prairie.

Les limaces peuvent toucher l'ensemble des cultures mais sont en partie maîtrisées par les techniques de travail du sol.

Situé en périphérie d'une ville, l'essai peut être confronté à des problèmes d'oiseaux (pigeons), au semis ou à la récolte.



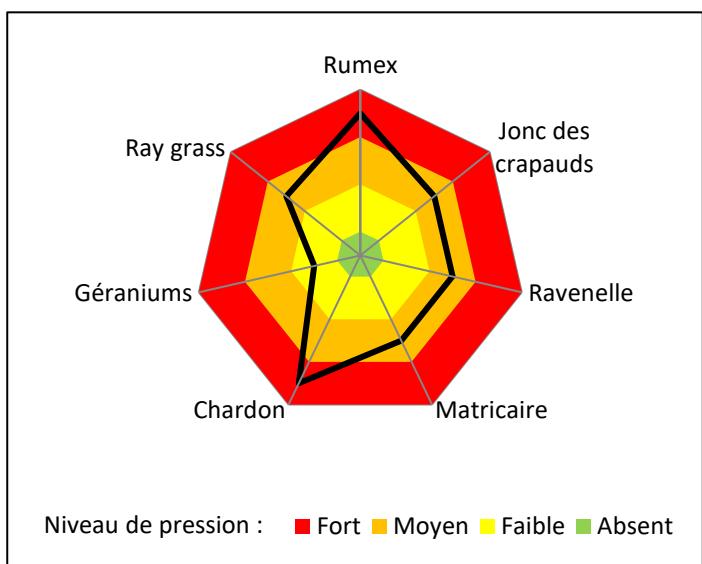
> Adventices

De multiples espèces d'adventices sont rencontrées dans le système. Le rumex pose problème sur l'ensemble des cultures et il a surtout une capacité énorme de multiplication par graines.

Le jonc des crapauds se développe fortement dans les parcelles en céréales.

La matricaire est plus difficile à maîtriser dans la culture de betterave mais également dans les céréales si l'hiver ou le printemps sont très humides.

Le ray-grass a également tendance à se développer en pourtour de parcelle.



> Autres risques

Les forts épisodes pluvieux d'automne ou de printemps peuvent rendre difficile les semis de céréales, mais également les interventions de désherbage mécanique.

Les fortes températures estivales peuvent avoir un impact sur la production de fourrages (ray-grass) et le remplissage des grains du maïs ensilage.

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 économies en phytosanitaires

Projet : RésOPest - Réseau expérimental de systèmes de culture zéro-pesticides en Grande Culture et Polyculture-Elevage

Site : Le Rhei

Localisation : INRA Unité Expérimentale

Domaine de La Motte
BP 35327
35653 LE RHEU Cedex

Système DEPHY : RésOPest Le Rhei

Contacts : Philippe Le Roy (Philippe.Le-Roy@inra.fr)
Jean-Marc Valdrini (Jean-marc.valdrini@inra.fr)



Localisation du système (▲)
(autres sites du projet △)

Combiner un maximum de leviers pour un système de polyculture-élevage sans pesticides

Site : unité expérimentale INRA.

Durée de l'essai : 2012-2017.

Conduite : aucun apport de pesticides (hors stimulateurs des défenses naturelles et moyens biologiques répertoriés dans l'index ACTA), l'apport d'engrais de synthèse est autorisé.

Dispositif expérimental : 4 parcelles de 0,5 à 0,8 ha avec chaque année des termes différents de la succession culturale (qui est de 8 ans).

Système de référence : aucun système de référence n'est testé mais les performances du système de culture sont comparées à des données régionales et à celles du domaine expérimental.

Type de sol : limons avec risque de battance. Profondeur variable : 50 à 150 cm.

Origine du système

Le réseau expérimental RésOPest a été lancé en 2012 suite à une étude de faisabilité financée par le **GIS Grande Culture à Haute Performance Economique et Environnementale**. Ses objectifs sont de concevoir, expérimenter et évaluer les performances de systèmes de culture **sans pesticides** et d'analyser le fonctionnement de ces agroécosystèmes, notamment les **régulations biologiques**.

Le **niveau de rupture est très important** par rapport aux pratiques agricoles conventionnelles et RésOPest se démarque de l'agriculture biologique par la possibilité d'utiliser des engrains de synthèse, ce qui donne, la possibilité de viser des niveaux de rendements plus élevés. Il est affilié au RMT Systèmes de Culture Innovants.

Objectif de réduction d'IFT



100 %
hors stimulateurs des défenses naturelles et moyens biologiques répertoriés dans l'index ACTA

Mots clés

Zéro-pesticides - Régulations biologiques - Diversification

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

« L'essai système RésOPest permet de faire un lien entre la recherche et le monde agricole. Cette expérimentation peut permettre de répondre à l'enjeu de produire autant, tout en préservant durablement les écosystèmes et la santé humaine.

La difficulté majeure, de ce système de culture mis en place en 2012, est la **maitrise de certaines adventices** (rumex notamment) et le **développement de graminées** en pourtour des parcelles, malgré la mise en place de différents leviers ». *Philippe LE ROY, Jean-Marc VALDRINI*

Caractéristiques du système

Rotation :



CIPAN = Culture Intermédiaire Piège à Nitrates ; H = Hiver ; P = Printemps ; F = Fourragère

Maintien des Cultures représentatives de la région selon le cahier des charges RésOPest : succession culturelle comprenant des cultures à débouché fourrager (sans pâturage) et des céréales, en incluant obligatoirement le maïs ensilage et les céréales à paille.

Mode d'irrigation : aucunes cultures irriguées.

Travail du sol : toutes les cultures, sauf les CIPAN et le triticale, sont implantées après labour. Des outils de désherbage mécanique sont également utilisés : houe rotative, herse étrille et bineuse.

Interculture : en plus de leur rôle de pièges à nitrate, les CIPAN participent à la maîtrise des adventices en interculture. Avant la féverole de printemps ou la betterave fourragère, la CIPAN (moutarde) a pour objectif complémentaire de restructurer le sol.

Infrastructures agro-écologiques : chaque parcelle est entourée par des bandes enherbées soit sur 1, soit sur 2 côtés. L'essai est situé à proximité d'une zone boisée et un cours d'eau (Le Lindon) traverse les 2 zones du système de cultures (2*2 parcelles).

La gestion de ces espaces en bordure de parcelles est réalisée par broyage pour éviter le développement des adventices.



Vu aérienne de l'essai. Crédit photo : Google Earth

Objectifs du système

Les objectifs poursuivis par ce système sont :

Agronomiques	Maîtrise des bioagresseurs	Environnementaux	Socio-économiques
Rendement/qualité	Maîtrise des adventices	IFT	Marge brute
- Maximiser une production commerciale et fourragère de qualité (Cf. objectifs de rendement page suivante). - Respecter les normes de qualité des coopératives pour les cultures de vente.	- Maîtriser le développement des adventices vivaces (rumex, liserons) - Limiter salissement pour éviter les pertes de rendement. Maîtrise des maladies et ravageurs Maintenir les maladies et les ravageurs à des niveaux acceptables qui permettent d'atteindre les rendement et les normes de qualité visés.	Zéro pesticides (hors stimulateurs des défenses naturelles et moyens biologiques répertoriés dans l'index ACTA). Autres impacts Limiter les impacts environnementaux autres que ceux liés aux pesticides (pertes de nitrates, consommation d'énergie, conservation de la biodiversité, ...).	Maintenir le revenu de l'agriculteur.
			Temps de travail Pas d'objectifs fixés mais évaluation de la durabilité sociale avec MASC 2.0 (voir ci-dessous).

Les systèmes de culture du réseau expérimental RésOPest font l'objet d'une évaluation multicritère à l'aide des outils Criter 4.5 et MASC 2.0 (voir résultats page suivante) afin :

- D'avoir une **vue d'ensemble** des performances obtenues.
- De vérifier qu'il n'y a pas de **dégradation de performance** non-attendue (temps de travail, consommation d'énergie, ...).
- D'identifier les **axes d'amélioration** des systèmes de culture.

Résultats sur les campagnes de 2013 à 2017

Le code couleur traduit le niveau de satisfaction des résultats vis-à-vis des objectifs initialement fixés : vert = résultat satisfaisant ; orange = résultat moyennement satisfaisant ; rouge = résultat insatisfaisant.

> Maîtrise des bioagresseurs

	Ray Grass Hybride + Trèfle Violet (2 ans)	Maïs ensilage	Blé Tendre H.	CIPAN	Féverole P.	Triticale H.	CIPAN	Betterave F.	Orge H.
Maladies	✓	✗	✓		≈	✗		✓	✓
Ravageurs	✓	✓	✓		≈	✓		✓	✓
Adventices	✗	≈	≈	✓	✓	≈	✓	✗	≈

Les **maladies** n'ont pas réellement affecté les rendements sur céréales, mais ont eu un effet plus négatif sur la féverole. Les **ravageurs** n'ont pas occasionné de pertes de rendement sur l'ensemble des cultures. Le risque pucerons d'automne sur céréales est contrôlé par un semis sur la période fin octobre début novembre.

Les **adventices annuelles** sont bien maîtrisées hormis pour la culture de betteraves fourragères. Par contre la gestion des **adventices vivaces** (rumex) est très difficile sur l'ensemble des cultures. La prairie n'a pas joué son rôle de maîtrise par les fauches en raison de **conditions météorologiques défavorables** pour intervenir mécaniquement ou faucher.

> Performances agronomiques : rendements RésOPest Le Rhei et satisfaction de l'expérimentateur

Culture	Objectif de Rendement	2013	2014	2015	2016	2017
Prairie RGH + TV (1A)	9t MS	13,3		11,2	10,3	
Prairie RGH + TV (2A)	9t MS		9,5		9,1	7,6
Maïs ensilage	13 t de Ms	9,4		14,2		14,7
Blé Tendre H	Grains : 60 q/ha Paille (pas d'objectif)		51,4 5,0		29,9	
Féverole P	20 q/ha			31,2		28,0
Triticale H	Grains : 65 q/ha Paille : 4,5 t/ha	33,1 3,3			67,7 6,0	
Betteraves fourragères	15t MS/ha	12,4	14,7			11,4
Orge H	Grains : 50 q/ha Paille : 4,5 t/ha		46,0 4,3	67,5 2,6		

Le niveau de satisfaction est défini en fonction de l'atteinte de l'objectif initial et du rendement de la petite région.

Les objectifs de rendement sont, sur ces 5 années, atteints pour une partie du système mais sont surtout liés aux conditions climatiques. Celles-ci influent fortement sur la possibilité d'interventions mécaniques et également sur des stress hydriques forts (2016-2017).

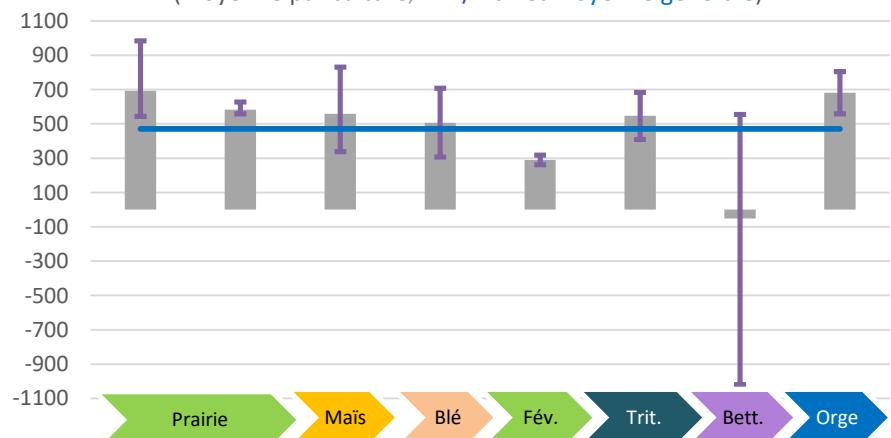
Evaluation multicritère sur les campagnes 2013 à 2017

> Performances économiques

La culture de la **betterave fourragère** a une marge très faible en raison d'un recours important au **déssherbage manuel**, de 40 h/ha en 2013, 23 h/ha en 2014 et 112 h/ha en 2017. Ce dernier chiffre n'est pas réaliste sur une exploitation agricole.

La **faible marge semi-nette de la féverole** s'explique en partie par le coût d'implantation de la **CIPAN** (>100€/ha) et un fort recours au **déssherbage mécanique**.

Marge semi-nette (€/ha)
(moyenne par culture, min/max et moyenne générale)



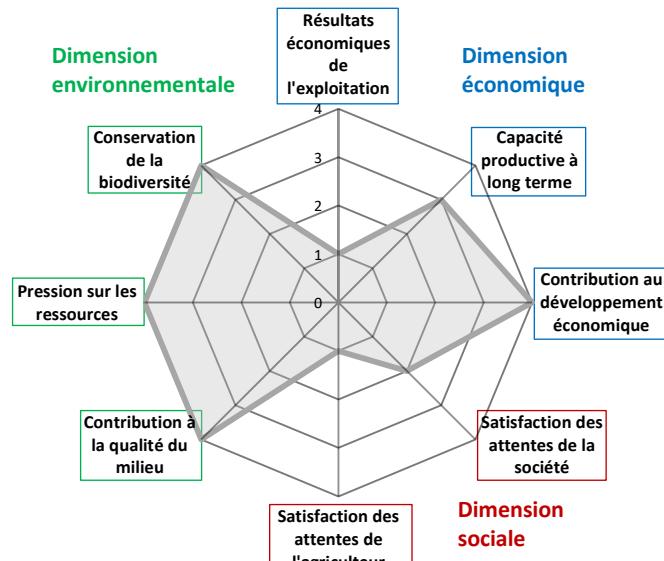
> Performances environnementales

Les **performances environnementales** sont très élevées et aucun point faible n'est mis en évidence sur cette dimension de la durabilité.

Contribution au développement durable

La contribution globale du système de culture au développement durable est **faible à moyenne**, en particulier en raison de difficultés physiques et d'une très faible contribution à l'emploi qui jouent défavorablement sur les attentes de la société.

Les résultats économiques sont fortement impactés par le recours au désherbage manuel sur betterave en 2017.



Zoom sur le labour

Après quelques années d'exploitation du système de culture, plusieurs leviers techniques ont été modifiés dont le labour. Au niveau du système en général, le labour (classique) a été repositionné sur quasiment toutes les cultures (sauf CIPAN et tritcale). La règle de décision d'un labour ou non doit se faire sur des critères de problématiques adventices et/ou de compactage de sol. Le labour doit permettre la restructuration du sol, d'enfouir les résidus pour les interventions mécaniques à venir et également favoriser le ressuyage des sols au printemps.

Exemple pour la culture de blé tendre :

Cette culture, implantée après un maïs ensilage, était conduite sans labour et avec un écartement large. Deux règles de décisions ont été modifiées pour la culture du blé tendre :

1. Labour après le maïs : enfouissement des résidus, facilité et efficacité des interventions de désherbage mécanique ;
2. Semis à écartement classique avec utilisation si possible de variétés couvrantes.

Transfert en exploitations agricoles



Etant donné le **niveau de rupture élevé** des systèmes de culture RésOPest, les systèmes de culture conçus n'ont pas vocation à être transférés directement dans des exploitations agricoles.

Cet essai système a été présenté à des groupes d'agriculteurs et des conseillers du dispositif EXPE. Cela a permis d'échanger sur la construction du système, les objectifs alloués, les leviers actionnés.

Pistes d'améliorations du système et perspectives

 Les résultats obtenus depuis le début de l'expérimentation sont globalement satisfaisants. Toutefois, certaines cultures n'atteignent pas les objectifs fixés. La gestion des adventices dans la culture de la betterave fourragère est très difficile.

 La prairie Ray Grass Hybride + Trèfle Violet ne remplit pas l'objectif de la gestion des adventices vivaces (rumex).

 Le remplacement de la betterave fourragère est envisagé pour permettre une meilleure gestion des adventices annuelles et vivaces tout en gardant l'objectif de production de fourrages (par ex. mûteuil ou maïs ensilage) ou en modifiant l'implantation de cette culture (mini mottes par exemple).

 Après 5 ans d'expérimentation, le système est susceptible d'évoluer en introduisant de nouvelles cultures (gestion des adventices, projet de recherche avec l'UMR de proximité). Il faut veiller à utiliser les avancées technologiques, pour une meilleure maîtrise des adventices.

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

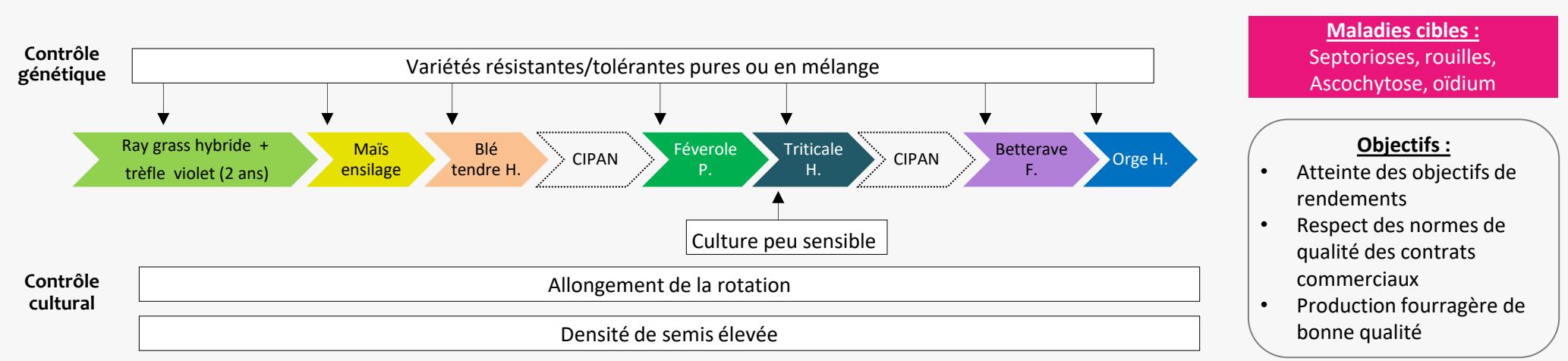
Action pilotée par le ministère chargé de l'agriculture et le ministère chargé de l'environnement, avec l'appui financier de l'Agence française pour la biodiversité, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Ecophyto.

Document réalisé par Philippe Le Roy et Jean-Marc Valdrini, INRA domaine de La Motte 35 Le Rheu



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

Variétés résistantes	Choisir des variétés résistantes/tolérantes pour réduire les dommages en cas d'attaque.	Il n'est pas toujours facile de trouver des variétés ayant un bon profil maladies, surtout non traitées. Sur maïs, choix d'une variété résistante au charbon.
Mélanges variétaux	Combiner les profils de résistance et réduire la propagation de la maladie en cas d'attaque.	Mesure efficace, les variétés sensibles sont moins attaquées en mélange qu'en culture pure (association variétale de blé tendre).
Culture peu sensible	Eviter les risques importants d'attaque par les maladies.	Le triticale est moins sensible aux maladies que le blé.
Allongement de la succession	Introduction de cultures d'hiver et printemps, et de différentes espèces.	Mesure efficace pour couper les cycles de développement des maladies.
Densité de semis élevée	Tenir compte des dégâts des maladies pour fixer une densité de semis permettant d'atteindre le peuplement objectif.	Les pertes à la levée peuvent être très élevées pour les cultures de céréales. Les densités sont augmentées de 40 à 50 % pour compenser les pertes dues aux ravageurs, aux maladies et au désherbage mécanique.

Culture de féverole de printemps 2015

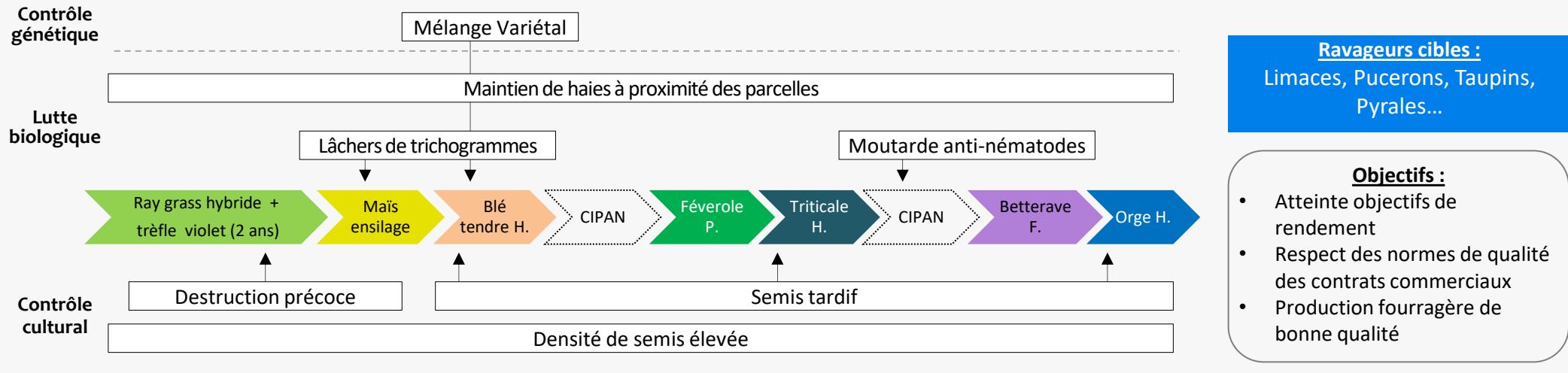


Crédit photo : INRA



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

Mélange variétal	Sur blé, mettre au moins une variété barbue dans le mélange.	Bonne efficacité contre les pucerons.
Lutte biologique par conservation	Maintien de haies à proximité des parcelles afin de favoriser la présence d'auxiliaires.	Pyrale du maïs : bonne maîtrise par les trichogrammes.
Moutarde anti-nématodes	Moutarde nématicide dans la CIPAN précédant la culture de betterave pour maîtriser les nématodes.	
Lâchers de trichogrammes	Lutte biologique pour maîtriser la pyrale du maïs.	Bonne maîtrise de la pyrale du maïs par les trichogrammes.
Destruction précoce	Destruction précoce de la prairie avant maïs pour éviter les risques d'attaque par les ravageurs (taupins/limaces).	Peu de dégâts observés. Pas de développement ou d'attaque de taupins sur le maïs ensilage.
Semis tardif	Semer les céréales d'automne après la période d'activité des insectes d'automne.	Peu de pucerons observés à l'automne sur les plantules.
Densité de semis élevée	Tenir compte des dégâts des ravageurs pour fixer une densité de semis permettant d'atteindre le peuplement objectif.	Les densités sont augmentées de 40 à 50 % pour compenser les pertes dues aux ravageurs, aux maladies et au désherbage mécanique.

Mélange variétal en blé

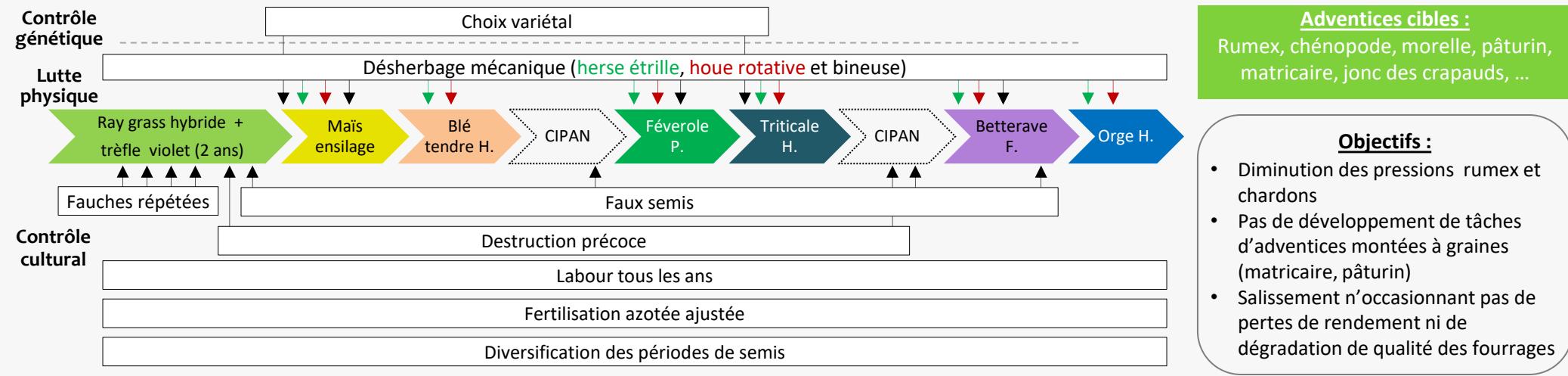


Crédit photo : INRA



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.



CIPAN = Culture Intermédiaire Piège à Nitrates ; H = Hiver ; P = Printemps ; F = Fourragère

Leviers

Principes d'action

Enseignements

Choix variétal	Maïs ensilage : une variété précoce permet de réaliser un faux-semis avant le blé. Triticale : une variété couvrante permet d'étouffer les adventices.	Utiliser les caractéristiques des variétés pour limiter le développement des adventices ou créer des créneaux de désherbage.
Désherbage mécanique	Détruire les adventices sans détruire la culture et intervenir tôt pour garantir un meilleur succès du désherbage.	
CIPAN	Etouffer les adventices pour éviter qu'elles se développent et grainent en interculture.	Une implantation précoce est essentielle pour assurer un bon développement du couvert.
Faux-semis	Faire lever les adventices en interculture en préparant un lit de semences et les détruire ensuite. L'opération peut être renouvelée en interculture longue.	Préparer le lit de semences de plus en plus superficiellement à l'approche du semis et ne pas travailler le sol profondément au semis pour ne pas faire lever de nouvelles adventices.
Fauches répétées	Introduire une prairie de 2 ans ½ afin de pouvoir gérer les adventices vivaces par des fauches répétées.	Une luzerne pourrait permettre une meilleure gestion du rumex : allongement de la durée de la culture, effet d'étouffement, développement en période sèche.
Destruction précoce	Détruire précocement la prairie et la CIPAN pour allonger le créneau de réalisation des faux-semis.	Permet la réalisation des faux-semis avant le maïs ensilage et les betteraves fourragères.
Labour tous les ans	Faciliter les interventions de désherbage mécanique.	Sur céréales à écartement classique (sauf triticale), permet une bonne efficacité du désherbage mécanique en association avec des variétés couvrantes.
Fertilisation azotée ajustée	Ajuster la fertilisation au plus près des besoins de la culture pour éviter le développement des adventices.	Permet la gestion des effluents d'élevage en utilisant les techniques de compostage de fumier. Ne pas surestimer les rendements objectifs.
Diversification des périodes de semis	Permettre de détruire un large spectre d'adventices levant à des périodes différentes.	C'est la méthode de base pour éviter l'apparition d'une flore dominante sur la parcelle.

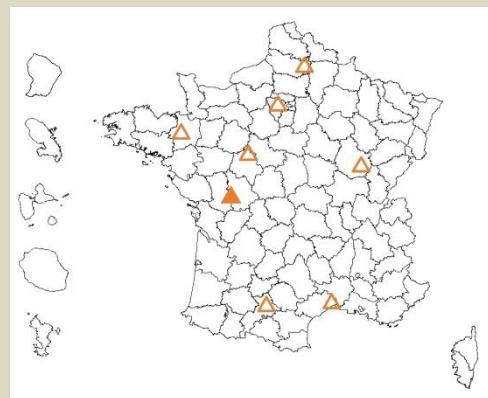


Projet : RésOPest – Réseau expérimental de systèmes de culture « zéro pesticides » en Grande Culture et Polyculture-Elevage

Site : Lusignan

Localisation : INRA – FERLUS - Les Verrines - 86600 LUSIGNAN
(46.418842, 0.118613)

Contact : Guillaume AUDEBERT (guillaume.audebert@lusignan.inra.fr)



Localisation du site

Site en station expérimentale

INRA Lusignan

L'Unité expérimentale Fourrages, Environnement, Ruminants de Lusignan (FERLUS) conduit des expérimentations agronomiques et agro-environnementales sur une superficie de 260 ha.

L'Unité travaille sur la conception et l'évaluation de systèmes de production durables et économies en eau, en énergie et en intrants, dans le cadre des programmes PATUCHEV (caprin laitier) et OASYS (bovin laitiers).

L'Unité a également pour mission, grâce à la labellisation SOERE « Systèmes d'observation et d'expérimentation pour la recherche en environnement », l'évaluation des impacts à moyen et long termes des rotations prairies-cultures sur l'environnement.

Enfin, pour les réseaux Biologie et Amélioration des Plantes de l'INRA, le GEVES et le CTPS, l'Unité est le support de plateformes d'innovation végétale (fourragères, céréales, protéagineux).

Historique et choix du site

Après avoir conduit pendant 6 ans (2008 à 2014), un essai en partenariat avec la Chambre Régionale de Poitou-Charentes et le RMT Systèmes de Culture innovants sur la réduction des produits phytosanitaires, l'Unité a souhaité poursuivre cet objectif de réduction, de manière encore plus extrême, avec la mise en œuvre d'un essai système « zéro pesticides » du réseau RésOPest.

Cet essai est très important pour le site car il sert de référence dans la réduction de l'usage des produits phytosanitaires pour la conduite des autres cultures de l'ensemble du domaine.

Pour RésOPest, le positionnement de cet essai à Lusignan permet d'obtenir des références dans un contexte pédo-climatique particulier pour un système de production en polyculture-élevage.

Interactions avec d'autres projets

L'essai RésOPest de Lusignan fait partie de l'expérimentation système OASYS, dispositif expérimental pour concevoir et évaluer un système laitier innovant, diversifié et durable.

RésOPest entretient des relations étroites avec le projet DEPHY EXPE SCAOPEST (système de culture zéro-pesticides en agroforesterie).

Entre 2013 et 2016, RésOPest a été partenaire du projet CASIMIR en accueillant des stagiaires qui ont testé des protocoles de recueil de données sur les bio-agresseurs et les régulations biologiques.

Le mot du responsable de site

« L'essai RésOPest est un formidable terrain de jeu en termes de réduction des produits phytosanitaires. En effet, c'est un vrai challenge que de conduire des cultures réputées gourmandes en pesticides (ex : colza), sur lesquelles des engrains de synthèse sont apportés, et le tout sans avoir recours aux pesticides. Cet essai pilote sur Lusignan, permet d'acquérir de nouvelles connaissances dans la gestion des bio-agresseurs ; connaissances re-mobilisables pour la conduite des cultures des autres dispositifs expérimentaux de l'Unité.»



Système DEPHY testé

Le système de culture a été conçu de manière à respecter un cadre de contraintes et d'objectifs commun au réseau expérimental de systèmes de culture « zéro pesticides » RésOPest, et adapté au contexte local de l'expérimentation.

Sous 2 contraintes :

- Ne pas recourir aux pesticides, y compris les traitements de semences ;
- Inclure autant que possible les cultures des principales filières de la région.

Et avec pour objectifs :

- Maximiser, sous ces contraintes, une production commerciale respectant les cahiers des charges des filières en limitant l'impact des bioagresseurs ;
- Limiter les impacts environnementaux autres que ceux liés à l'utilisation des pesticides : limiter la consommation énergétique et la consommation en eau ;
- Maintenir la marge de l'agriculteur.

Nom du système	Années début-fin	Agriculture Biologique	Surface de la parcelle	Espèces du système de culture	Objectif de réduction d'IFT
RésOPest Lusignan	2012 - ...	Non	3x0,9 ha + 1x1,6 ha	Prairie (Luzerne + Férule + Sainfoin) - Blé tendre H - Colza associé - Sorgho associé – Association Avoine + Triticale + Pois + Vesce - Soja - Orge P	100 %

Dispositif expérimental et suivi

> Dispositif expérimental

Répétition :

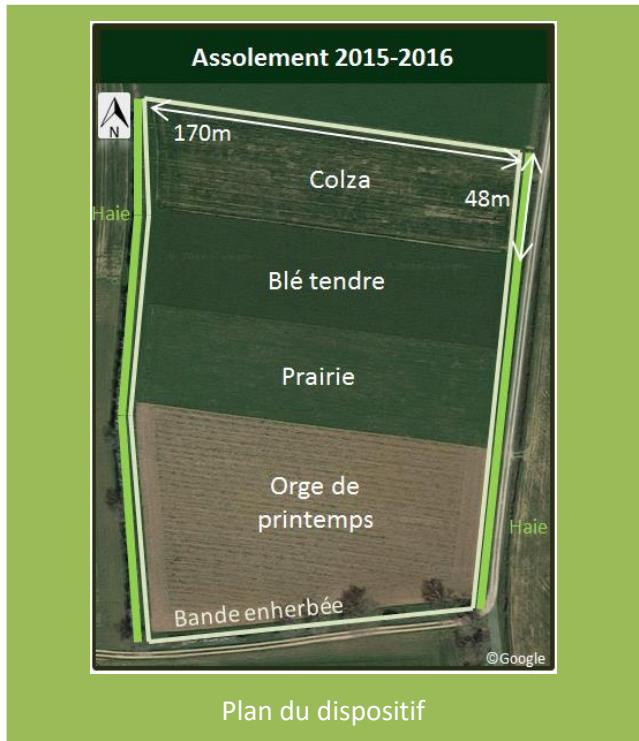
Le dispositif RésOPest comporte quatre parcelles ce qui permet d'expérimenter quatre termes de la succession (durée totale : neuf ans), chaque année.

Système de référence :

Le dispositif ne comporte pas de système de référence mais il est possible de faire des comparaisons de performance avec les cultures d'homogénéisation de l'unité expérimentale et les résultats des agriculteurs de la région, disponibles à travers les enquêtes de la Chambre d'Agriculture.

Aménagements et éléments paysagers :

Une bande enherbée entoure le dispositif. Une ancienne haie borde l'essai côté ouest et une nouvelle haie, composée d'arbustes, longe le côté est.



Plan du dispositif

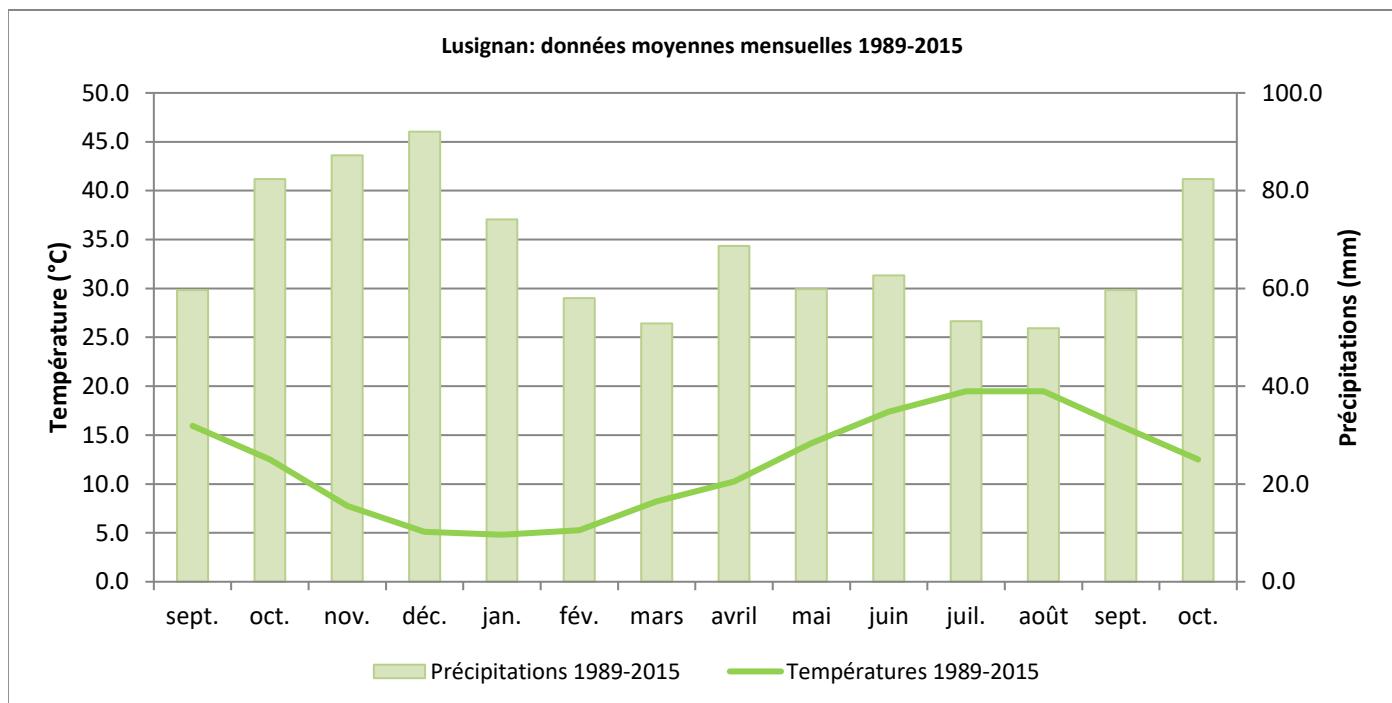
> Suivi expérimental

Des tours de plaine sont réalisés régulièrement afin de surveiller l'état des parcelles et des cultures et de prendre les décisions de conduite. Des protocoles de suivi des cultures, communs à tous les sites du réseau, permettent de recueillir des informations sur le développement des cultures, les maladies, les ravageurs, les auxiliaires et de suivre l'évolution de la flore adventice.

Contexte de production

> Pédo climatique

Météorologie	Type de sol	Comportement du sol
Climat océanique à sécheresse estivale marquée. Température moyenne annuelle : 12°C. Précipitations : 800 mm/an.	Sols limono-argileux de type Terres Rouges à Châtaigniers de 90 à 130 cm de profondeur.	Sensible à la battance. Faible hydromorphie hivernale. Minéralisation assez lente au printemps.



> Socio-économique

Les filières principales développées dans la région sont : blé tendre d'hiver, colza, orge, maïs, tournesol. Il y a aussi des débouchés possibles pour pois, féveroles, lupin, soja, lin graine et sorgho.

> Environnemental

L'essai se situe en zone vulnérable nitrate. Les parcelles à proximité de l'essai sont conduites de manière conventionnelle. Les grandes cultures sont dominantes (blé et colza) dans le paysage.

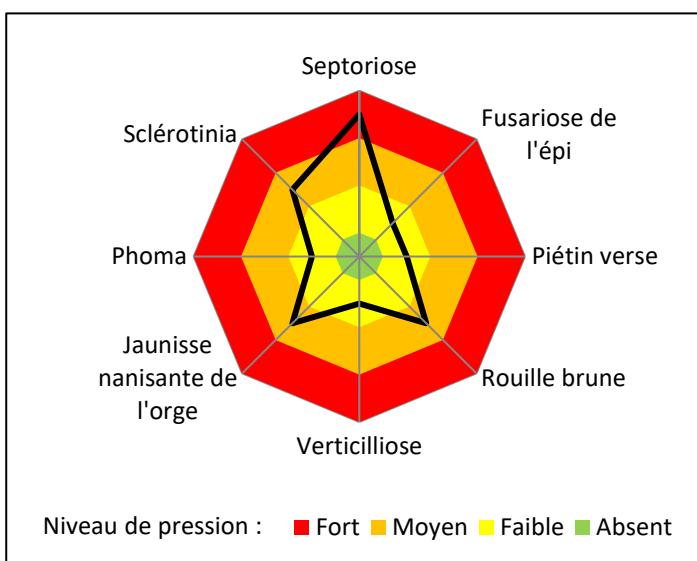
> Maladies

Sur blé, la septoriose est fréquemment la maladie la plus préjudiciable (-10 à -20qx). Les autres maladies sont plus rares et vont se développer uniquement lors de conditions inhabituelles.

En colza et soja, le sclérotrinia est responsable des pertes de rendement les plus sévères (15qx).

Sur prairie et notamment sur luzerne, la verticilliose est la maladie la plus redoutée.

Le sorgho et les associations céréales/protéagineux sont peu sensibles aux maladies.

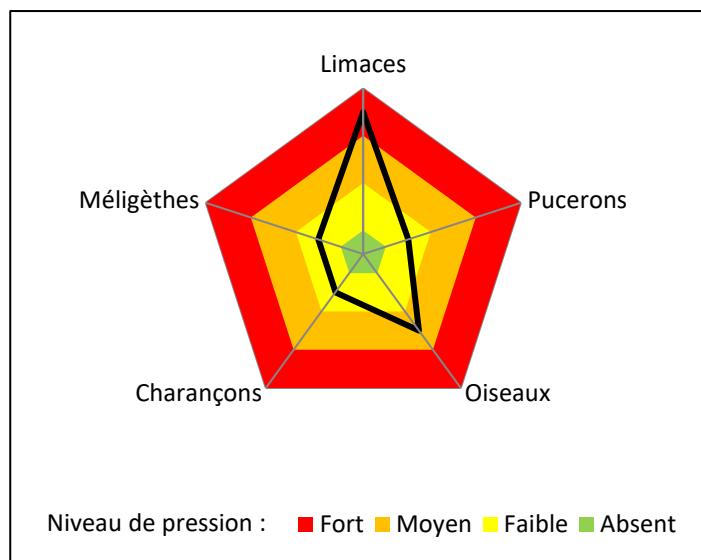


> Ravageurs

Les limaces sont les principaux ravageurs du système de culture RésOPest. Toutes les cultures peuvent être touchées. La présence permanente d'une couverture végétale dans l'essai (prairies, cultures, bandes enherbées) contribue au maintien de ce ravageur.

Pour les cultures implantées en fin de printemps (sorgho, soja), le risque de dégâts occasionnés par les corvidés (corneilles, corbeaux, choucas des tours) est très important. La lutte contre ces oiseaux reste difficile et particulièrement celle contre le choucas des tours qui est une espèce protégée.

Les insectes ravageurs du colza, charançons et méligrèthes, peuvent engendrer quelques dégâts sur la culture. Dans l'essai RésOPest et plus généralement sur l'ensemble de l'exploitation où le colza est peu présent, les dégâts semblent moins importants que chez les agriculteurs voisins.



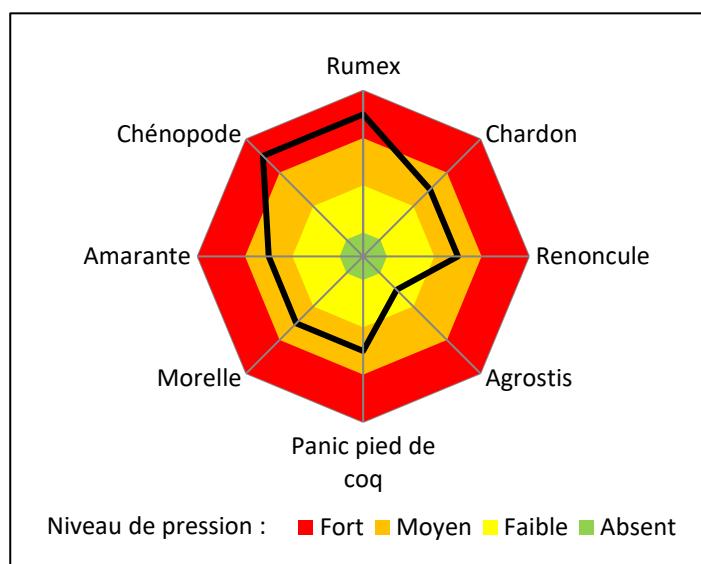
> Adventices

Sur l'essai RésOPest, les adventices sont les bio-agresseurs les plus difficiles à maîtriser.

Au printemps, les adventices estivales, chénopodes en tête, nuisent fortement au développement des cultures de soja et sorgho.

Les cultures d'hiver (blé et colza) sont impactées par quelques adventices annuelles comme les renoncules, l'alchémille, le jonc des crapauds ou les agrostis et pâturens.

Mais c'est surtout le rumex qui pose le plus de difficulté car cette adventice a la faculté de se développer et de monter à graines dans toutes les cultures de la rotation. Le chardon possède un développement similaire mais son contrôle reste possible.



> Autres risques

Risque de coups de vents assez forts ou d'orages de grêle en mai-juin responsables de dégâts sur les cultures en place. Le niveau de sévérité peut conduire à la verse des cultures (associations céréales/protéagineux) voire à la destruction partielle ou totale.

Pour en savoir +, consultez les fiches *PROJET* et les fiches *SYSTÈME*

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.



Projet : RésOPest - Réseau expérimental de systèmes de culture zéro-pesticides en Grande Culture et Polyculture-Elevage

Site : Lusignan

Localisation : INRA - FERLUS, Les Verrines 86600 LUSIGNAN
(46.418842, 0.118613)

Système DEPHY : RésOPest Lusignan

Contact : Guillaume AUDEBERT (guillaume.audebert@inra.fr)



Localisation du système (▲)
(autres sites du projet △)

Système de polyculture-élevage sans pesticides

Site : unité expérimentale INRA

Durée de l'essai : 2012-2017

Conduite : aucun apport de pesticides (hors stimulateurs des défenses naturelles et moyens biologiques répertoriés dans l'index ACTA). L'apport d'engrais de synthèse est autorisé.

Dispositif expérimental : 4 parcelles de 0,9 à 1,6 ha avec chaque année des termes différents de la succession culturale (qui est de 9 ans).

Système de référence : aucun système de référence n'est testé mais les performances du système de culture sont comparées à des données régionales et à celles du domaine expérimental.

Type de sol : sols limono-argileux (15 % d'argile). Sols battants, profondeur de 60 à 100 cm.

Origine du système

Le réseau expérimental RésOPest a été lancé en 2012 suite à une étude de faisabilité financée par le **GIS Grande Culture à Haute Performance Economique et Environnementale**. Ses objectifs sont de concevoir, expérimenter et évaluer les performances de systèmes de culture **sans pesticides** et d'analyser le fonctionnement de ces agroécosystèmes, notamment les **régulations biologiques**.

Le niveau de rupture est très important par rapport aux pratiques agricoles conventionnelles et RésOPest se démarque de l'agriculture biologique par la possibilité d'utiliser des **engrais de synthèse**, ce qui donne, la possibilité de viser des niveaux de rendements plus élevés. Il est affilié au RMT Systèmes de Culture innovants.

Objectif de réduction d'IFT



100 %

hors stimulateurs des défenses naturelles et moyens biologiques répertoriés dans l'index ACTA

Mots clés

Zéro pesticides - Régulations biologiques - Diversification

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

« L'essai RésOPest est un formidable terrain de jeu en termes de réduction des produits phytosanitaires. En effet, c'est un vrai challenge que de conduire des cultures réputées gourmandes en pesticides (ex : colza), sur lesquelles des engrais de synthèse sont apportés et le tout sans avoir recours aux pesticides. Cet essai-pilote sur Lusignan, permet d'acquérir de nouvelles connaissances dans la gestion des bio-agresseurs ; connaissances re-mobilisables pour la conduite des cultures des autres dispositifs expérimentaux de l'Unité. » G. AUDEBERT

Caractéristiques du système

Rotation :



CIPAN = Culture Intermédiaire Piège à Nitrates ; CI = Couvert Intermédiaire ; dér = dérobée; P = Printemps

Maintien des cultures représentatives de la région selon le cahier des charges RésOPest : colza et blé.

Irrigation : pas d'irrigation.

Travail du sol : trois labours sur 9 ans avant colza, soja et orge de printemps. Utilisation des outils de désherbage mécanique comme la houe rotative, la herse étrille et la bineuse.

Interculture : en plus de leur rôle de pièges à nitrates, les CIPAN participent à la maîtrise des adventices en interculture (compétition pour les ressources et allélopathie).

Infrastructures agro-écologiques : une bande enherbée multi-espèces de 4 m de largeur entoure le dispositif. Une haie borde chaque parcelle à ses extrémités.



Objectifs du système

Les objectifs poursuivis par ce système sont :

Agronomiques	Maîtrise des bioagresseurs	Environnementaux	Socio-économiques
Rendement et qualité Maximiser production commerciale et fourragère qualité.	Maîtrise des adventices <ul style="list-style-type: none">- Salissement occasionnant peu de pertes de rendement.- Contrôler le développement des chardons et rumex. Maîtrise des maladies et ravageurs Maintenir les maladies et les ravageurs à des niveaux de dégâts qui permettent d'atteindre les rendement et les normes de qualité visés.	IFT Zéro pesticides (hors stimulateurs des défenses naturelles et moyens biologiques répertoriés dans l'index ACTA). Autres impacts Limiter les impacts environnementaux autres que ceux liés aux pesticides (pertes de nitrates, consommation d'énergie, conservation de la biodiversité, ...).	Marge semi-nette Le maintien du revenu de l'agriculteur est visé. Autres impacts Pas d'objectifs fixés mais évaluation de la durabilité sociale avec MASC 2.0 (voir ci-dessous).

Les systèmes de culture du réseau expérimental RésOPest font l'objet d'une évaluation multicritère à l'aide des outils Criter 4.5 et MASC 2.0 (voir résultats page suivante) afin :

- D'avoir une **vue d'ensemble** des performances obtenues.
- De vérifier qu'il n'y a pas de **dégradation de performance** non-attendue (temps de travail, consommation d'énergie, ...).
- D'identifier les **axes d'amélioration** des systèmes de culture.

Résultats sur les campagnes de 2013 à 2017

> Maîtrise des bioagresseurs

Le code couleur exprime la satisfaction des résultats en fonction, soit des objectifs de rendement, soit du rendement de la petite région : vert = résultat satisfaisant ; orange = résultat moyennement satisfaisant ; rouge = résultat insatisfaisant.

	Prairie 3 ans	Blé	Colza associé	Repousses colza	Sorgho ensilage	Méteil ensilage	Sarrasin dér. + Cl	Soja	CIPAN	Orge P
Maladies	✓	≈	≈		✓	✓		✓		✓
Ravageurs	✓	✓	≈		✓	✓		✓		✓
Adventices	✓	≈	≈	✓	≈	✓	✓	✗	✓	✓

Les **maladies et ravageurs** sont dans l'ensemble bien maitrisés. Les **associations de variétés et d'espèces** semblent être, de ce point de vue, un levier efficace. En cas de fortes pressions, cette maîtrise est plus compliquée pour les cultures de blé et colza, mais les **associations permettent** de réduire de manière significative leur nuisibilité. En revanche, les **adventices** et notamment le **rumex** et les **estivales** (chénopodes, amaranthes, morelles et panics) sont plus difficiles à contrôler. Une attention particulière doit être portée lors des **opérations de binage** pour gagner en précision de part et d'autre des rangs.

> Performances agronomiques

Culture	Objectif de rendement	2013	2014	2015	2016	2017
Prairie 1A	7 tMS/ha	9,1 (10)		9,1 (10)		4,4 (10)
Prairie 2A	7 tMS/ha		12,2 (10)		11,6 (10)	
Prairie 3A	7 tMS/ha			4,7 (10)		8,9 (10)
Blé tendre	45 q/ha			51 (75)	10,4 (40)	
Colza	20 q/ha				18,8 (33)	17 (40)
Sorgho ensilage	9 tMS/ha	4,2 (10)				11 (8)
Méteil ensilage	6 tMS/ha		5,4 (7)			
Soja	20 q/ha	7 tMS/ha (30qx)		5 tMS/ha (30qx)		
Orge de printemps	30 q/ha		30 (45)		20 (30)	

L'échec du désherbage du soja n'a pas permis de récolter celui-ci en grain mais il a tout de même pu être valorisé en ensilage.

Quelle que soit l'année, les **prairies assurent un rendement convenable**.

2016 fut une **mauvaise année climatique** pour les céréales au niveau national et cela se ressent sur le rendement du blé, alors que l'**orge de printemps** s'en sort mieux.

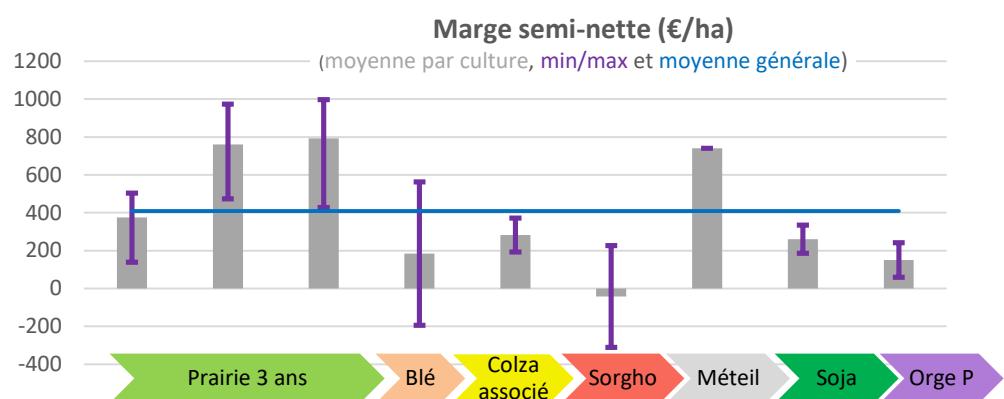
En **sorgho**, le meilleur contrôle mécanique des adventices se traduit par une **augmentation des rendements**.

Evaluation multicritère sur les campagnes 2013 à 2017

> Performances économiques

Les **faibles performances économiques** s'expliquent par le **sorgho de 2013** ressemé deux fois et les **mauvais rendements 2016 en blé et orge**. Le soja a dû être récolté en ensilage en raison d'un **salissement important**.

Pour comparaison, la marge semi-nette moyenne du **système de référence** en polyculture élevage (prairie/maïs/céréale) en Poitou-Charentes est de **370€/ha** (calculs Ecophytosur données 2009-2010-2011).



> Performances environnementales

Les performances environnementales sont **très élevées**.

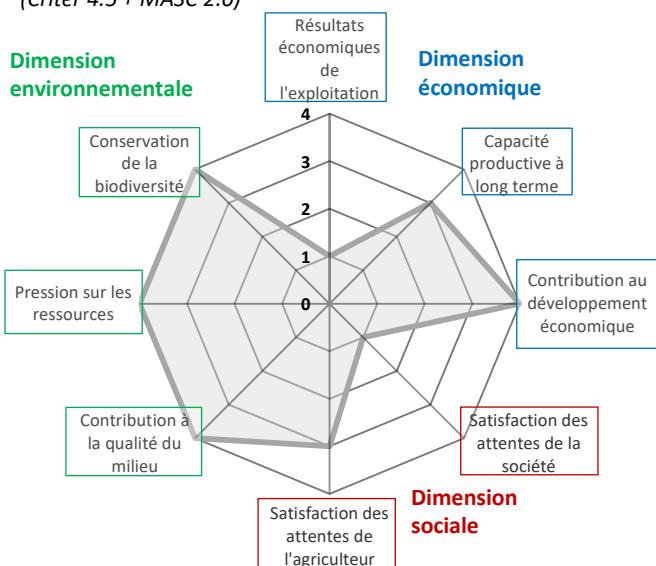
L'efficience énergétique est correcte malgré une consommation d'énergie un peu élevée liée au poste travail du sol.



Contribution au développement durable

(Criter 4.5 + MASC 2.0)

Dimension environnementale



La contribution du système de culture au développement durable est moyenne. Les 1ers résultats économiques sont fortement impactés par le sorgho et les céréales de 2016 et demandent à être revus une fois la succession terminée. La satisfaction très faible des attentes de la société est due à une très faible contribution à l'emploi, non recherchée et à une fourniture de matières premières faible à moyenne.

Zoom sur la maîtrise du rumex

A la différence du chardon, le **rumex** n'a pas disparu de nos prairies pluriannuelles. La stratégie initiale de gestion du rumex basée sur la **fauche** a été modifiée pour intégrer davantage de **travail profond en interculture** pour **extirper les racines** en surface avec un effet assez remarquable.

Par exemple, la prairie en 3^{ème} année est détruite précocement, de fin juin à début juillet après la deuxième fauche, à l'aide d'outils à dents. **Trois à quatre passages pendant l'été** permettent de faire remonter les racines de rumex en surface et de les faire sécher au soleil. Fin août, un **couver de moutarde** est semé puis est détruit fin octobre avant l'implantation du blé. Ce couvert très productif (4 à 6TMS/ha) **assure le piégeage de l'azote minéralisé** par la praire précédente et **concerne fortement les nouvelles levées d'adventices**.



Crédit photo : G. Audebert INRA

16 – C'est le **nombre d'espèces cultivées sur cette rotation** pendant 9 ans ; de quoi héberger et nourrir bon nombre **d'auxiliaires**. A noter que les adventices présentes contribuent également à cet objectif.



Crédit photo : G. Audebert INRA

Transfert en exploitations agricoles



Etant donné le **niveau de rupture élevé** dans RésOPest, les systèmes de culture conçus n'ont pas vocation à être transférés directement dans des exploitations agricoles.

Néanmoins, la présentation de ces essais et de leurs résultats peuvent être source d'inspiration pour des agriculteurs ou des conseillers, dans le cadre d'une démarche de conception de systèmes de culture économes en produits phytosanitaires.



Crédit photo : G. Audebert
Visite du dispositif par les partenaires locaux

Pistes d'améliorations du système et perspectives



Développer encore les associations d'espèces afin de :

- ❖ Mieux maîtriser les adventices
- ❖ Réduire le travail du sol
- ❖ Réduire les périodes de sol nu
- ❖ Exemples à mettre en œuvre pour les prochaines implantations :
 - Associer une légumineuse pérenne type trèfle blanc au colza pour couvrir l'interculture avant sorgho ;
 - Semer du trèfle violet avec le méteil pour couvrir le sol jusqu'à l'implantation du soja ;
 - Associer un haricot grimpant avec le sorgho.



Gagner en **précision** lors des opérations de **binage** afin de réduire le salissement (semis à écartements fixes entre rangs puis binage par caméra)

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

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.

Document réalisé par
Guillaume Audebert
(INRA Lusignan).



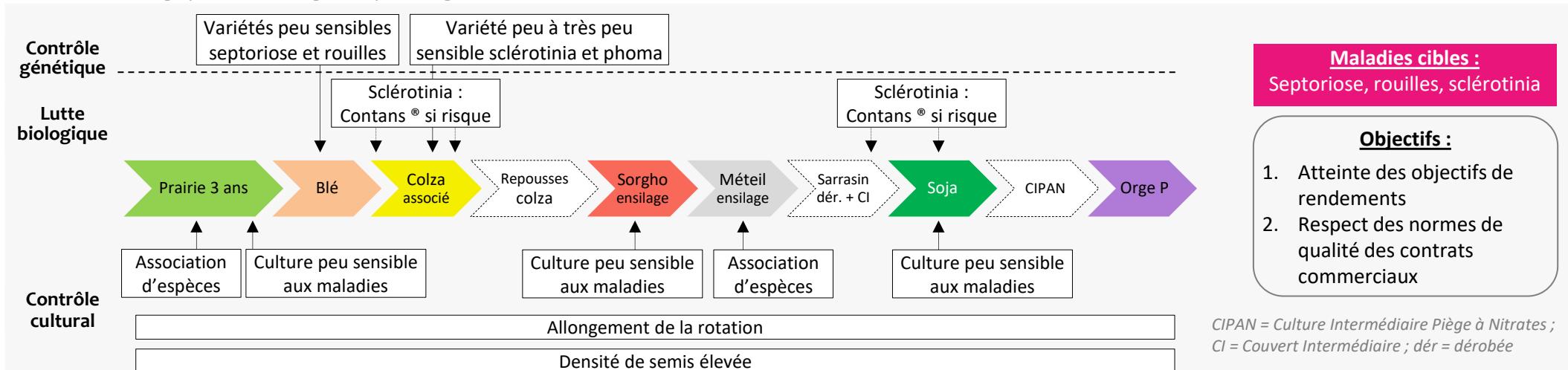
AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT





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.



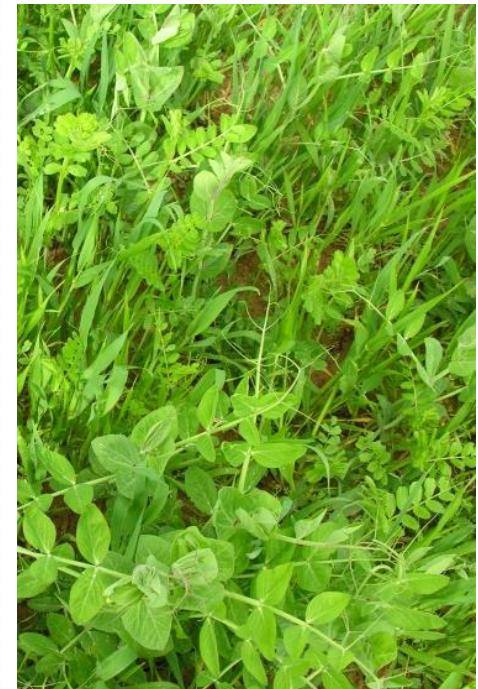
Leviers

Principes d'action

Enseignements

Mélanges variétaux et d'espèces	Combiner les profils de résistance et diversifier les familles de plante pour réduire la propagation des maladies en cas d'attaque. Mélange de variétés en blé, colza et sorgho ; mélange d'espèces en méteil, orge et prairie; culture pure de soja.	Mesure efficace, les variétés sensibles sont moins attaquées en mélange qu'en culture pure. Le choix est limité en semences non-traitées.
Lutte biologique	Application de Contans® avant et/ou après la culture sensible en cas de risque sclerotinia.	Solution peu utilisée, l'allongement de la rotation semblant contenir la maladie.
Choix de cultures peu sensibles	Sorgho, soja et prairies sont peu sensibles aux maladies. Permet d'éviter les risques importants d'attaque par les maladies.	De manière générale, les maladies ont peu d'impacts sur les cultures fourragères car ces dernières sont récoltées tôt, en vert, avant que les maladies aient pu faire des dégâts.
Allongement de la rotation	Eviter le retour trop fréquent de cultures sensibles aux mêmes maladies.	Mesure efficace mais non suffisante en cas de contexte de forte pression maladies (2016).
Densité de semis élevée	Compenser les pertes à la levée en augmentant de 10% à 50%. Les céréales et méteil sont particulièrement sensibles aux pertes à la levée.	Les pertes à la levée ou occasionnées lors des opérations de désherbage mécanique assurent au final une densité correcte (par rapport à la densité de semi élevée) en ayant un couvert relativement aéré défavorable au développement des maladies.

Méteil début mai 2017 à Lusignan (avoine, triticale, pois fourrager, vesse)

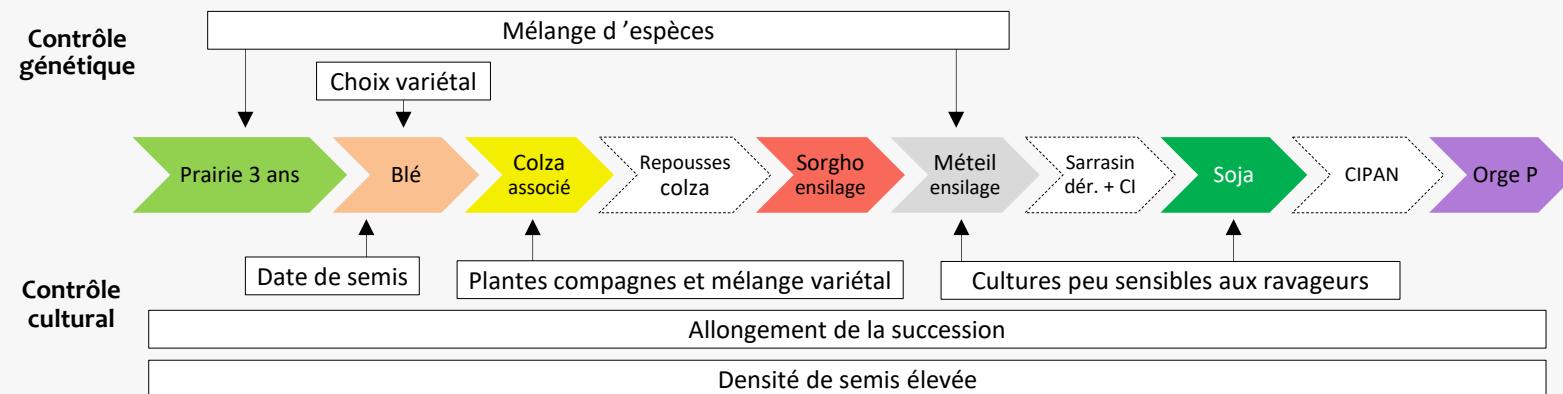


Crédit photo : G. Audebert INRA



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.



CIPAN = Culture Intermédiaire Piège à Nitrates ; CI = Couvert Intermédiaire ; dér = dérobée

Ravageurs cibles :
Limaces, oiseaux, pucerons, cécidomyies, méligrèthes, altises ...

Objectifs :

1. Atteinte des objectifs de rendements
2. Respect des normes de qualité des contrats commerciaux
3. Observation d'auxiliaires des cultures sur les parcelles

Leviers

Principes d'action

Enseignements

Mélange d'espèces	Le mélange d'espèces de familles différentes réduit les risques d'attaque des ravageurs.	Les mélanges d'espèces sont plus résistants que les cultures pures, notamment sur cécidomyies.
Choix variétal	Limiter les attaques de ravageurs par le choix de variétés tolérantes aux cécidomyies.	Mesure efficace mais le choix est limité en semences non-traitées.
Date de semis	Semer le blé d'hiver après la période d'activité des insectes d'automne, lorsque les températures sont plus fraîches (pas avant le 20 octobre).	Pas de dégâts de pucerons observés.
Plantes compagnes et mélange variétal	Désorienter les ravageurs par la présence d'une plante compagne. Le colza est associé à une légumineuse et à 10 % d'une variété précoce.	Mesures efficaces avec la légumineuse compagne qui réduit les attaques d'altise et l'utilisation d'une variété précoce efficace contre les méligrèthes.
Cultures peu sensibles aux ravageurs	Eviter les risques importants d'attaque par les ravageurs.	Pas de dégâts observés, ni sur méteil ni sur soja.
Allongement de la succession	Eviter le retour trop fréquent de cultures sensibles aux mêmes ravageurs.	Mesure qui semble efficace pour le colza notamment (pucerons et limaces).
Augmentation des densités de semis	Compenser les pertes à la levée et les dégâts des ravageurs.	Les pertes à la levée sont de l'ordre de 50% en céréales. L'accroissement de la densité permet d'avoir un peuplement correct.

Variété précoce en fleurs mi-février pour « piégeage » des méligrèthes

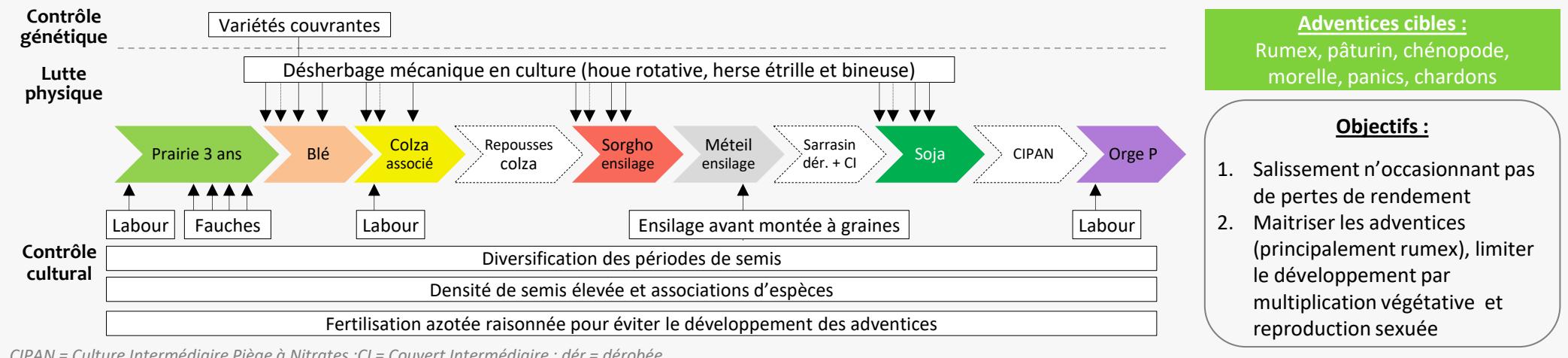


Crédit photo : G. Audebert INRA



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
Variétés couvrantes	Couvrir le sol (en particulier sur le rang) pour empêcher le développement des adventices.	Utilisé pour le blé, en association avec le désherbage mécanique. Ce levier, additionné aux autres leviers, contribue à une meilleure maîtrise du salissement.
Désherbage mécanique	Détruire les adventices en culture sans détruire la culture elle-même.	Ne pas hésiter à l'utiliser très tôt après le semis. Attention à la consommation d'énergie qui peut diminuer les performances du système de culture.
Fauches/Ensilage	Eviter la montée à graines et épuiser les organes de réserves des adventices.	Très bonne efficacité sur annuelles et chardon. En revanche, le rumex semble favorisé par cette pratique (meilleur accès à la lumière).
Labour	Permet d'enfouir des graines d'adventices nuisibles à la culture suivante.	Levier efficace mais à utiliser dans le cadre d'une alternance labour non-labour afin de réduire le stock semencier du sol.
Diversification des périodes de semis	Permettre de détruire un large spectre d'adventices qui lèvent à des périodes différentes.	C'est la méthode de base pour éviter l'apparition d'une flore dominante sur la parcelle.
Densité de semis élevée et association d'espèces	Couvrir un maximum le sol pour concurrencer les adventices (dans le temps et dans l'espace). Prairie = trèfle blanc/luzerne/fétuque élevée ; Colza associé avec trèfle blanc/vesce/trèfle d'Alexandrie (ou autres légumineuses) ; Méteil = avoine/triticale/vesce/pois fourrager ; Orge de printemps semées avec prairie.	Avoir un plan B dans le cas où les espèces associées ne sont pas réussies. Privilégier les implantations en même temps que la culture principale et tant que possible des espèces allélopathiques (avoine, sarrasin) et pérennes (trèfles blanc et violet).
Gestion de la fertilisation azotée	Ajuster la fertilisation au plus près des besoins de la culture afin d'éviter le développement des adventices.	Difficulté d'ajuster la dose suite à une impasse de désherbage.



Projet : RésOPest – Réseau expérimental de systèmes de culture « zéro pesticides » en Grande Culture et Polyculture-Elevage

Site : Mauguio

Localisation : INRA – Unité Expérimentale Diascope - Chemin de Mezouls
 34130 MAUGUIO
 (43.610716, 3.977272)

Contact : **Jean-Marc EBEL** puis **Brigitte MONTEGANO**
[\(brigitte.montegano@inra.fr\)](mailto:brigitte.montegano@inra.fr)



Localisation du site

Site en station expérimentale

INRA Mauguio

L'Unité Expérimentale est située à 10 km du centre INRA de Montpellier et dispose d'un domaine de 70 ha. Située en bordure de la méditerranée, c'est l'unique station expérimentale grandes cultures de l'INRA, à l'avant-poste du changement climatique et présentant une zone de référence pédologique méditerranéenne.

Elle est au service d'Unités de Recherche travaillant autour de thèmes liés à la Diversité, la Domestication, l'Adaptation à des stress hydriques et nutritionnels (Agriculture biologique), la Génétique et l'Amélioration des plantes, les interactions Génotype x Environnement. Elle propose une gamme d'environnements et de systèmes de culture en plein champ ou en milieux confinés allant du conventionnel à l'Agriculture Biologique, une plate-forme et des outils de phénotypage haut-débit (Diaphen) et une expertise en création et description de diversité végétale cultivée.

Historique et choix du site

L'Unité Expérimentale Diascope est un lieu d'étude et d'observation de la diversité (des plantes et de la biodiversité en général) et de leurs capacités d'adaptation à des environnements divers. Forte de son expérience dans la conduite de systèmes de culture diversifiés, l'unité expérimentale a participé à l'étude de faisabilité d'un réseau de systèmes de culture sans pesticides, financée par le GIS Grande Culture à Haute performance Economique et environnementale et coordonnée par le réseau protection intégrée des cultures de l'INRA et du CIRAD. Depuis 2012, elle met en œuvre un des huit essais système de culture « zéro-pesticides » de RésOPest. De par sa position géographique, l'unité contribue, avec celle d'Auzeville, à élargir la gamme des situations de production explorée par le Réseau RésOPest.

Interactions avec d'autres projets

L'essai RésOPest de l'unité expérimentale Diascope est affilié au RMT Systèmes de Culture innovants. Entre 2013 et 2016, l'unité a été partenaire du projet CASIMIR en accueillant des stagiaires qui ont testé des protocoles de recueil de données sur les bioagresseurs et les régulations biologiques.

Un partenariat s'est également installé récemment avec le GIE blé dur (dont le coordinateur est basé sur l'unité) pour travailler sur le choix variétal et la qualité pastière des récoltes issues des essais RésOPest d'Auzeville et de Mauguio.



Le mot du responsable de site

«Au début de l'essai (2012), il était déjà apparu clairement les difficultés à mener des cultures sans irrigation dans notre contexte pédo-climatique. Si les résultats de 2013 ont été bons, le déficit de pluviométrie a conduit à des résultats très faibles en 2014 et 2015 et à un accroissement du salissement des parcelles. Dans le contexte de Mauguio, il semblerait possible de conduire des cultures soit en zéro-pesticides (tournesol et blé dur), soit avec 1 ou 2 traitements herbicides (pois chiche). Il semble aussi que l'irrigation devienne un élément incontournable soit pour assurer une levée homogène (tournesol), soit pour garantir un rendement et une teneur en protéines convenables (blé dur). » *Jean-Marc EBEL*

Systèmes DEPHY testés

Le système de culture a été conçu de manière à respecter un cadre de contraintes et d'objectifs commun au réseau expérimental de systèmes de culture « zéro pesticides » RésOPest, et adapté au contexte local de l'expérimentation, sous 2 contraintes :

- Ne pas recourir aux pesticides, y compris les traitements de semences, à l'exception des produits qui agissent sur des mécanismes de régulations biologiques (le Contans® par exemple) ;
- Inclure autant que possible les cultures des principales filières de la région : maintenir le blé dur dans la succession culturelle.

Et avec pour objectifs de :

- Maximiser, sous ces contraintes, une production commerciale respectant les cahiers des charges des filières en limitant l'impact des bioagresseurs ;
- Limiter les impacts environnementaux autres que ceux liés à l'utilisation des pesticides : limiter la consommation en eau ;
- Maintenir la marge de l'agriculteur.

Nom du système	Années début-fin	Agriculture Biologique	Surface de la parcelle	Espèces du système de culture	Objectif de réduction d'IFT
RésOPest Mauguio	2012 - ...	Non	1ha56	Luzerne - Blé dur - Pois chiche - Tournesol	100 %*

* Hors moyens biologiques répertoriés dans l'index phytosanitaire ACTA.

Dispositif expérimental et suivi

> Dispositif expérimental

Répétition :

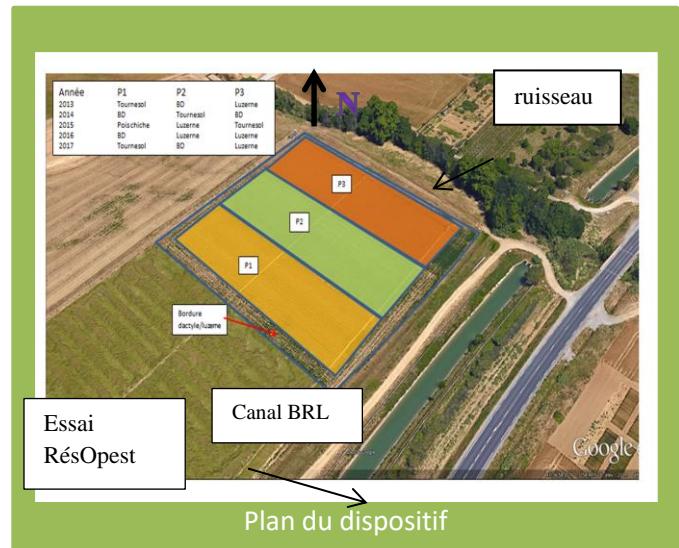
Pas de répétition.

Système de référence :

Le dispositif ne comporte pas de système de référence mais il est possible de faire des comparaisons de performance avec les cultures d'homogénéisation de l'unité expérimentale et les résultats des agriculteurs de la région disponibles à travers les enquêtes de la Chambre d'agriculture et des références d'Arvalis.

Aménagements et éléments paysagers :

La parcelle RésOpest a été aménagée près d'un ruisseau et d'une ripisylve arborée et enherbée pour bénéficier du réservoir potentiel de macro-faune utile. L'inconvénient majeur de sa situation est le risque d'inondation lors d'épisodes cévenols.



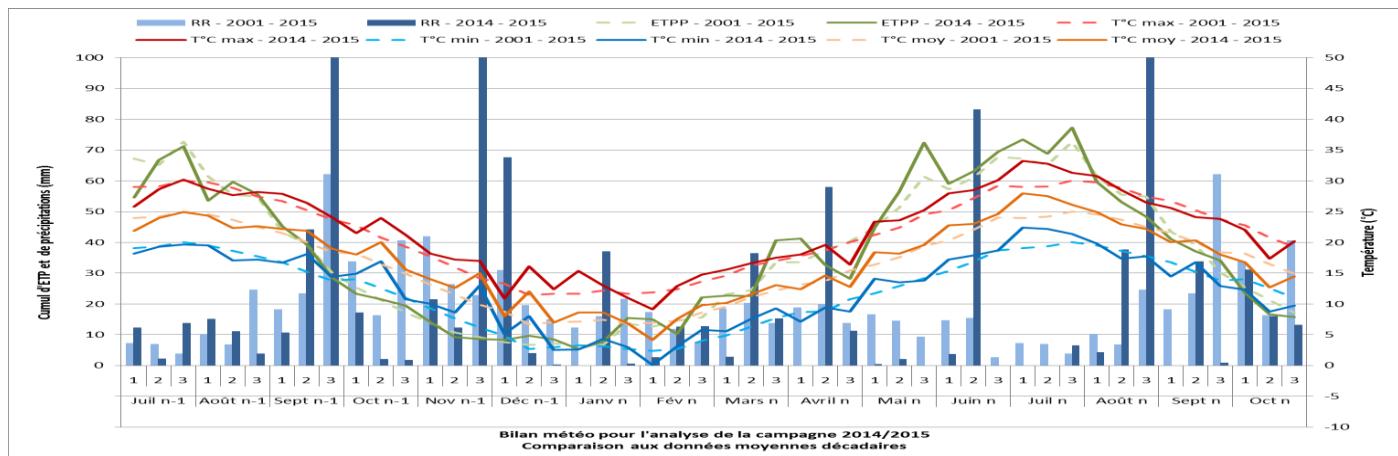
> Suivi expérimental

Des tours de plaine sont réalisés régulièrement afin de surveiller l'état des parcelles et des cultures et de prendre les décisions de conduite. Des protocoles de suivi des cultures communs à tous les sites du réseau permettent de recueillir des informations sur le développement des cultures, les maladies, les ravageurs et de suivre l'évolution de la flore adventice.

Contexte de production

> Pédo climatique

Météorologie	Type de sol	Comportement du sol
Climat méditerranéen caractérisé par des hivers doux et des étés chauds, un ensoleillement important et des vents violents fréquents. A des hivers et étés secs succèdent des printemps et automnes très arrosés, souvent sous forme d'orages (40 % du total annuel en 3 mois). Ces précipitations peuvent apporter en quelques heures 4 fois plus d'eau que la moyenne mensuelle (épisode cévenol).	Sol d'alluvion calcaire Limono-sablo-argileux (22% d'argile). Profondeur 160 à 200 cm. M.O : 1.5 %. pH : 8	Tendance à la battance. Zone inondable en cas de crue.



> Socio-économique

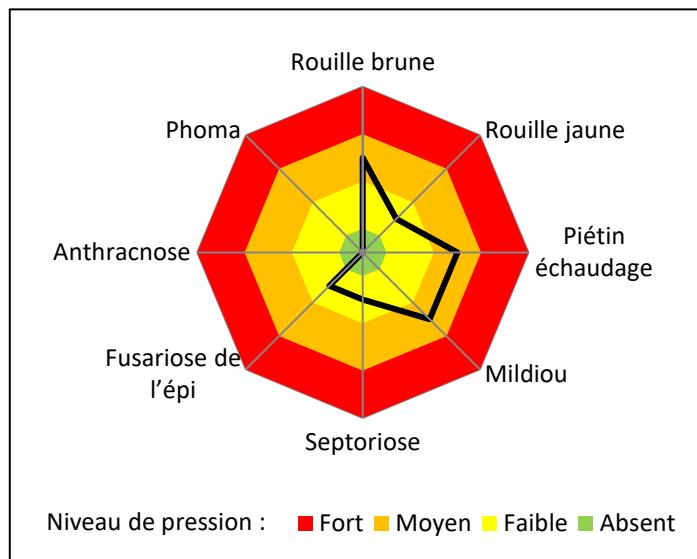
La plaine de Mauguio et de l'Etang de l'Or est dominée par les cultures maraîchères (melon, fraises, salades, ...) et par l'arboriculture fruitière (pommier, abricotier et pêcher). La vigne, dominante jusque dans les années 60/70, a fortement régressé (de 30 à 50 %). Les grandes cultures ne représentent souvent que des cultures d'appoint pour assurer une rotation obligatoire derrière melon par exemple. Le tournesol et le maïs y font exception car cultivés pour la multiplication de semences.

> Environnemental

L'agriculture est fortement dépendante de l'accès à l'eau sous le climat de la région. Le réseau du Bas Rhône Languedoc est bien développé mais l'eau coûte cher et de ce fait elle est réservée aux cultures les plus rentables. Le blé dur est fortement handicapé les années à printemps sec (2014). RésOpest a choisi de ne pas irriguer pour tenir compte de la réalité régionale.

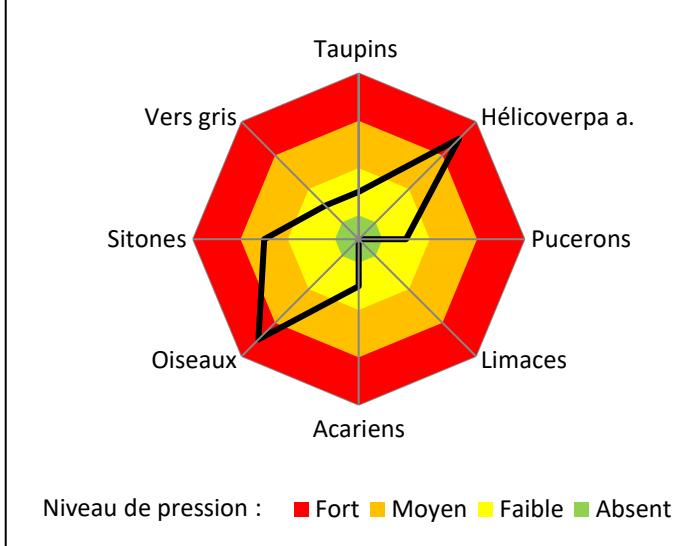
> Maladies

Sur blé dur, les principales maladies sont la rouille brune et le piétin échaudage (parcelles en blé sur blé). La rouille jaune a fait son apparition depuis 2/3 ans. Pas de maladies pour le moment sur pois chiche, ni sur luzerne. Sur tournesol, le mildiou peut faire des dégâts selon l'année climatique. Le phoma et le phomopsis concernent très peu la région.



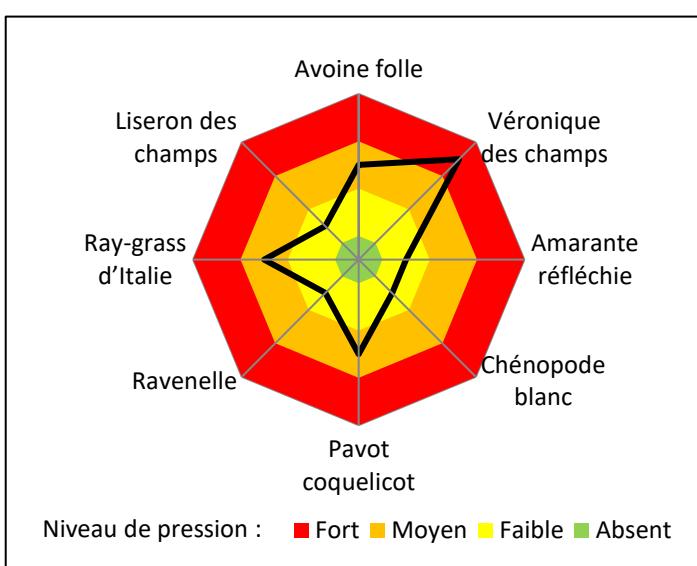
> Ravageurs

Peu ou pas de pression de ravageurs sur blé dur. Sur luzerne, les phytonomes peuvent être très destructeurs. Hélicoverpa armigera est le principal ravageur sur pois chiche (pertes > à 50% si aucun traitement). Les oiseaux occasionnent aussi beaucoup de dégâts sur tournesol (régulièrement 30 à 40 % de pertes à la récolte) en raison de la faible présence de cette culture dans la région sauf les productions de semences qui sont protégées par des filets.



> Adventices

Sur blé dur, véronique et ray-grass sont les principales adventices difficiles à éliminer par désherbage mécanique. Sur pois chiche en fin de cycle, amarantes et chénopodes peuvent gêner la récolte (résidus verts). Dans les luzernes, ravenelles, avoines folles et coquelicots peuvent amener à une coupe de déprimage tardive. Le tournesol est moins concurrencé par les adventices grâce au binage et de par son système foliaire recouvrant rapidement l'inter-rang.



> Autres risques

Les risques les plus importants de la région sont les inondations lors d'épisodes cévenols. A titre d'exemple, le 29 septembre 2014, il a été enregistré 205 mm en 4 heures (dont 75 mm en 1 heure). Par ailleurs, la pluviométrie globale de l'année tend à diminuer et la région est classée en climat semi-aride.

Pour en savoir + , consultez les fiches *PROJET* et les fiches *SYSTÈME*

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 économies en phytosanitaires

Projet : RésOPest - Réseau expérimental de systèmes de culture zéro-pesticides en Grande Culture et Polyculture-Elevage

Site : Mauguio

Localisation : INRA - UE Diascope Chemin de Mezouls
 Domaine expérimental de Melgueil
 34130 MAUGUIO
 (43.610716, 3.977272)



Système DEPHY : RésOPest Mauguio

Contact : Brigitte MONTEGANO (brigitte.montegano@inra.fr)

Localization du système (▲)
 (autres sites du projet △)

Système de grande culture sans pesticides

Site : unité expérimentale INRA.

Durée de l'essai : 2012-2017.

Conduite : aucun apport de pesticides (hors stimulateurs des défenses naturelles et moyens biologiques répertoriés dans l'index ACTA). L'apport d'engrais de synthèse est autorisé.

Dispositif expérimental : 3 parcelles de 0,4 ha avec chaque année des termes différents de la succession culturale (qui est de 6 ans).

Système de référence : aucun système de référence n'est testé mais les performances du système de culture sont comparées à des données régionales et à celles du domaine expérimental.

Sol : brun clair, profond, à texture limono argilo sableuse. Sensible à la battance, pauvre en MO.

Origine du système

Le réseau expérimental RésOPest a été lancé en 2012 suite à une étude de faisabilité financée par le **GIS Grande Culture à Haute Performance Economique et Environnementale**. Ses objectifs sont de concevoir, expérimenter et évaluer les performances de systèmes de culture **sans pesticides** et d'analyser le fonctionnement de ces agroécosystèmes, notamment les **régulations biologiques**. Le **niveau de rupture est très important** par rapport aux pratiques agricoles conventionnelles et RésOPest se démarque de l'agriculture biologique par la possibilité d'utiliser des engrais de synthèse, ce qui donne, la possibilité de viser des niveaux de rendements plus élevés. Il est affilié au RMT Systèmes de Culture Innovants.

Objectif de réduction d'IFT

100 %
hors stimulateurs des défenses naturelles et moyens biologiques répertoriés dans l'index ACTA

Mots clés

Zéro pesticides - Régulations biologiques - Diversification de la rotation

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

« A Mauguio, la difficulté d'une **conduite sans irrigation** est clairement apparue dès la mise en place de l'expérimentation (2012). La stabilisation des rendements et donc la viabilité économique du système passent par la possibilité d'**irrigations ciblées** sur certains stades phénologiques ou à certaines étapes de l'ITK. Le positionnement de ces irrigations étant à moduler en fonction du **contexte climatique** de l'année d'une part et de l'**objectif de rendement** et/ou de **valeur technologique** d'autre part. A ce bémol près, il semble tout à fait possible de conduire des cultures avec les **contraintes zéro-pesticides** et faibles niveaux pour les autres intrants. Les leviers techniques restent à trouver sur la **gestion des adventices en pois chiche**. En ce qui concerne les maladies, le **levier génétique** semble efficace au moins pour le **blé dur**. Notre site, atypique, est possiblement représentatif d'une évolution climatique à plus large échelle, et semble à ce titre informatif pour le réseau. » *Brigitte MONTEGANO et Jean-Marc EBEL*

Caractéristiques du système

Rotation :



CIPAN : Culture Intermédiaire Piège à Nitrates

Maintien des cultures représentatives de la région selon le cahier des charges RésOPest : blé dur & pois chiche

Irrigation : uniquement pour homogénéiser la levée des cultures.

Travail du sol : trois labours sur 6 ans avant blé dur et tournesol. Utilisation des outils de désherbage mécanique : herse étrille et bineuse.

Interculture : en plus de leur rôle de pièges à nitrate, les CIPAN participent à la maîtrise des adventices en interculture. Avant tournesol, la CIPAN (phacélie ou mélange phacélie/moutarde blanche/radis japonais) peut être remplacée par des faux-semis pour déstocker des adventices (véronique par exemple). Dans la petite région, l'implantation des CIPAN est très aléatoire car fortement dépendante de la pluviométrie.



Parcelle RésOPest Mauguio. Crédit photo : IGN & UE Diascope

Objectifs du système

Les objectifs poursuivis par ce système sont :

Agronomiques	Maîtrise des bioagresseurs	Environnementaux	Socio-économiques
Rendement et qualité Maximiser production commerciale respectant les cahiers des charges des filières.	Maîtrise des adventices <ul style="list-style-type: none">- Limiter le salissement pour éviter les pertes de rendement.- Absence de chardons.- Pas de développement de tâches d'adventices montées à graines (folle avoine). Maîtrise des maladies et ravageurs Contenir l'impact des bioagresseurs afin atteindre les niveaux de rendement et de valeur technologique ciblés.	IFT Zéro pesticides (hors stimulateurs des défenses naturelles et moyens biologiques répertoriés dans l'index ACTA). Autres impacts Limitier les impacts environnementaux autres que ceux liés aux pesticides (respect de la directive nitrates, consommation d'énergie, conservation de la biodiversité, ...).	Marge semi-nette Le maintien du revenu de l'agriculteur est visé.
			Autres impacts Pas d'objectifs fixés mais évaluation de la durabilité sociale avec MASC 2.0 (voir ci-dessous).

Les systèmes de culture du réseau expérimental RésOPest font l'objet d'une évaluation multicritère à l'aide des outils Criter 4.5 et MASC 2.0 (voir résultats page suivante) afin :

- D'avoir une **vue d'ensemble** des performances obtenues.
- De vérifier qu'il n'y a pas de **dégradation de performance** non-attendue (temps de travail, consommation d'énergie, ...).
- D'identifier les **axes d'amélioration** des systèmes de culture.

Résultats sur les campagnes de 2013 à 2017

Le code couleur exprime le niveau de satisfaction des résultats : vert = résultat satisfaisant ; orange = résultat moyennement satisfaisant ; rouge = résultat insatisfaisant.

En 2013 et 2014, le pois chiche a été remplacé par un tournesol en raison d'un échec de la levée.

> Maîtrise des bioagresseurs

	Luzerne A1	Luzerne A2	Blé dur	Pois chiche	Blé dur	Tournesol
Maladies	✓	✓	≈	✓	≈	✓
Ravageurs	≈	≈	✓	✗	✓	✗
Adventices	✓	✓	≈	✗	≈	✓

A deux exceptions près (**phytonomes** sur luzerne et **helicoverpa** sur pois chiche), la **pression des ravageurs** reste acceptable. Le **levier biologique** est à optimiser sur helicoverpa (BT) et **levier technique** également sur les phytonomes (date de coupe ou broyage).

Les **adventices** peuvent poser problèmes sur certaines cultures à **faible développement végétatif** (pois chiche). Attention à la gestion de la **folle avoine** et du **chardon marie** sur le long terme.

Les **maladies cryptogamiques** prénantes sur la petite région (essentiellement rouilles sur blé dur) semblent contrôlables via le levier génétique en année 'classique' au moins, car pas de dégâts impactant des rouilles sur blé dur observés.

> Performances agronomiques

Culture	Objectif de rendement	2013	2014	2015	2016	2017
Pois chiche	20-25 q/ha	-	-	7,6	-	-
Tournesol	20 q/ha	20/(8,5)*	20/(13,2)*	21/(13,8)*	-	12,3/(7,7)*
Luzerne	3 TMS/ha en A1	-	-	5,7	2,7	-
	7 TMS/ha en A2	8,7	-		4,9	11
Blé dur	40 q/ha	47	19,8 (P1) 13,2 (P3)	-	33,8	59

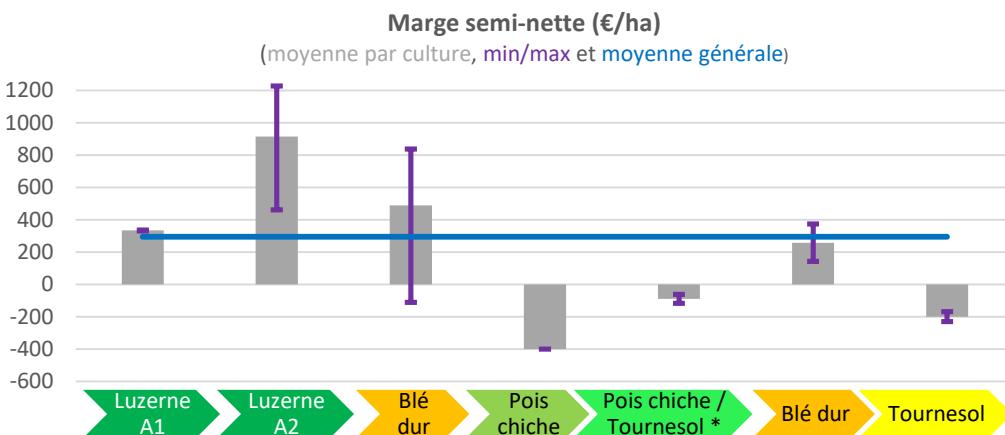
Pour le tournesol les chiffres entre parenthèses donnent les rendements réels suite aux prélèvements des oiseaux, le 1^{er} nombre correspondant aux rendements théoriques après quantification des dégâts via les capitules ensachés (60% en 2013, 44% en 2014, 34% en 2015 et 37% en 2017).

Les **rendements sont hétérogènes** quelle que soit la culture. Ces fortes fluctuations inter-annuelles s'expliquent essentiellement par la **variabilité du déficit hydrique climatique** (P-ETP) non compensé par irrigation.

Les **rendements particulièrement élevés** du **blé dur** par rapport à ceux de la petite région en 2017 sont dus au choix variétal, à des conditions environnementales favorables et à une forte densité de semis.

Evaluation multicritère sur les campagnes 2013 à 2017

> Performances économiques



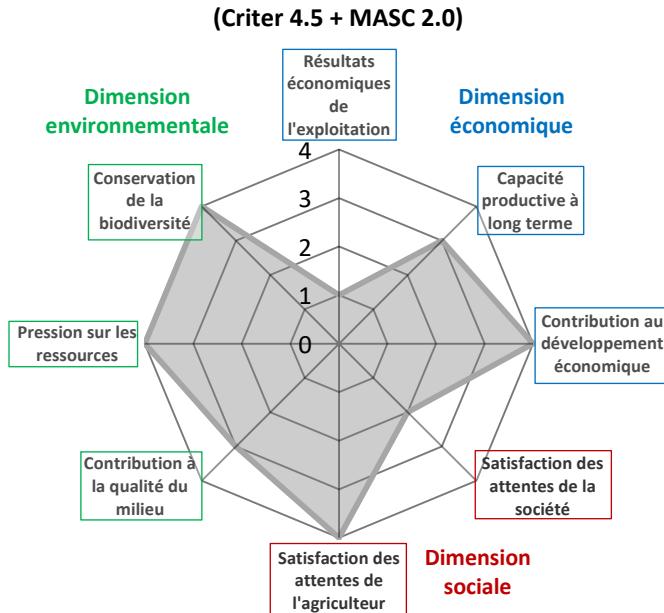
La rentabilité de ce système est **très faible**, en particulier en raison des mauvaises performances du **pois chiche** et du **tournesol**.

Pour ce dernier, si on prend en compte le rendement hors **dégâts d'oiseaux**, la marge semi-nette gagne environ 200 €/ha.

> Performances environnementales

Les performances environnementales sont **très élevées**. Les risques d'érosion sont liés à la situation des parcelles près d'un cours d'eau et ne sont pas inhérents au système de culture.

Contribution au développement durable



La contribution globale du système de culture au développement durable est **élevée** malgré une rentabilité **très faible**. La satisfaction des attentes de la société est **faible à moyenne** en raison d'une **très faible** contribution à l'emploi (non recherchée dans ce système) mais la durabilité sociale reste néanmoins élevée.

Transfert en exploitations agricoles



Etant donné le **niveau de rupture élevé** des systèmes de culture RésOPest, les systèmes de culture conçus n'ont pas vocation à être transférés directement dans des exploitations agricoles.

Néanmoins, la présentation de ces essais et de leurs résultats peuvent être **source d'inspiration** pour des agriculteurs ou des conseillers, dans le cadre d'une démarche de conception de systèmes de culture économes en produits phytosanitaires.

De plus, de par son **contexte environnemental**, le site occupe **une place particulière** dans le réseau et ajoute la contrainte « **stress abiotiques** » (**thermique et hydrique**) à la problématique zéro-pesticides.

Pistes d'améliorations du système et perspectives



Les résultats obtenus depuis le début de l'expérimentation sont informatifs, le point marquant étant une **maîtrise possible des bioagresseurs** en année 'non extrême' sur **blé dur**. La **consommation d'énergie** est faible, en grande partie à cause d'un faible niveau de fertilisation azotée. Par contre, il y a de **nombreux passages de travail du sol** et une réflexion devra être menée afin de voir s'il y a une marge de progrès sur ce point.



Il faut porter une attention particulière à **l'itinéraire technique du pois chiche** qui est une espèce bien représentée en conduite conventionnelle dans la petite région et dont la maîtrise n'est pas encore acquise.

Le **remplacement du tournesol par un sorgho** pourrait être testé lors de la 2^{ème} succession du système afin de limiter les **attaques d'oiseaux** de fin de cycle. A noter qu'aucune de ces 2 cultures de printemps ne représente une sole significative dans la petite région, hormis en production de semences. Le **sorgho grain** est une espèce efficiente en sols profonds sous **contrainte hydrique** et travaillée par les sélectionneurs pour une **conduite bas intrants**.



On pourrait également envisager d'utiliser plus fréquemment et de façon raisonnée le **levier 'Irrigation'** pour gérer la contrainte hydrique, en chiffrant son coût dans le contexte régional.

Pour en savoir +, consultez les fiches **PROJET** et les fiches **SITE**

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.

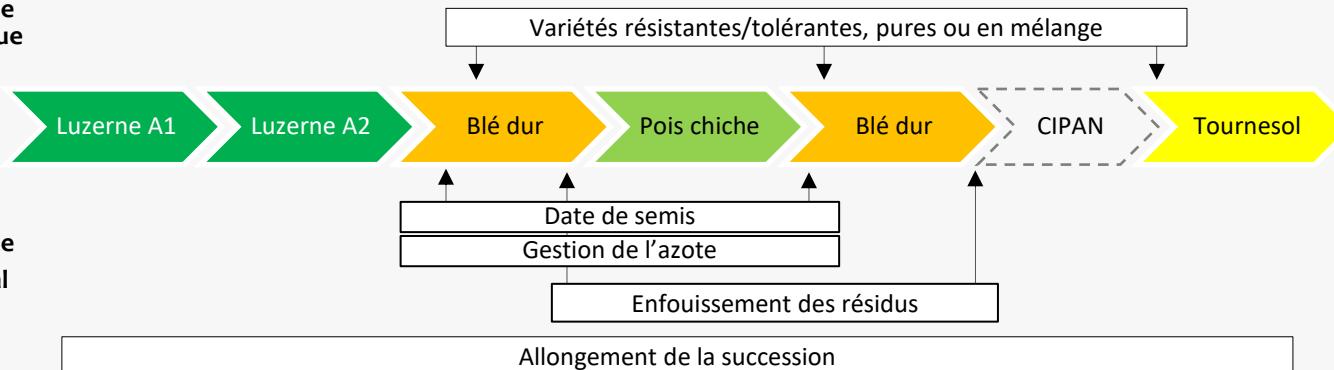
Document réalisé par **Brigitte Montegano** et **Sébastien Rey** (INRA Diascope).



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.

Contrôle génétique



CIPAN = Culture Intermédiaire Piège à Nitrate

Maladies cibles :
Blé dur : Rouille brune & Septoriose – Rouille jaune

Objectifs :

1. Atteinte des objectifs de rendement
2. Respect des normes de qualité des contrats commerciaux

Leviers

Principes d'action

Enseignements

Choix variétal

Choix de variétés résistantes ou tolérantes.

Le levier génétique fonctionne mais il peut être difficile de prioriser les caractéristiques variétales optimales (résistance/tolérance aux maladies fongiques, précocité, morphotype compétitif pour la gestion des adventices). Il faudrait sans doute combiner le choix des espèces (orge vs. blé dur) et des variétés.

Semis précoce

Semis précoce du blé dur (autour du 25/10 et si possible avant le 15/11) pour une implantation optimale et des plantes vigoureuses.

Bonne stratégie en ce qui concerne les maladies telluriques (fusariose), mais en année favorable aux maladies foliaires, elle peut exposer la culture à plusieurs cycles de multiplication du ou des pathogènes.

Gestion de l'azote

Moduler et fractionner la dose au plus juste des besoins de la culture pour éviter de favoriser les maladies.

Sur blé dur, ne pas oublier l'objectif 'Qualité du grain' et en conséquence bien cibler la reprise de végétation de façon à optimiser la nutrition azotée.

Enfouissement des résidus

Enfouir les résidus de récolte afin de favoriser leur décomposition et éviter la propagation des agents pathogènes.

Mesure prophylactique complémentaire des autres leviers.

Allongement de la succession

Délai de retour > à 5 ans pour les légumineuses (luzerne, pois chiche). Diversification des cultures.

Ascochytose sur pois chiche peu présente pour l'instant, à suivre avec la poursuite de la rotation.

Rouille jaune sur blé

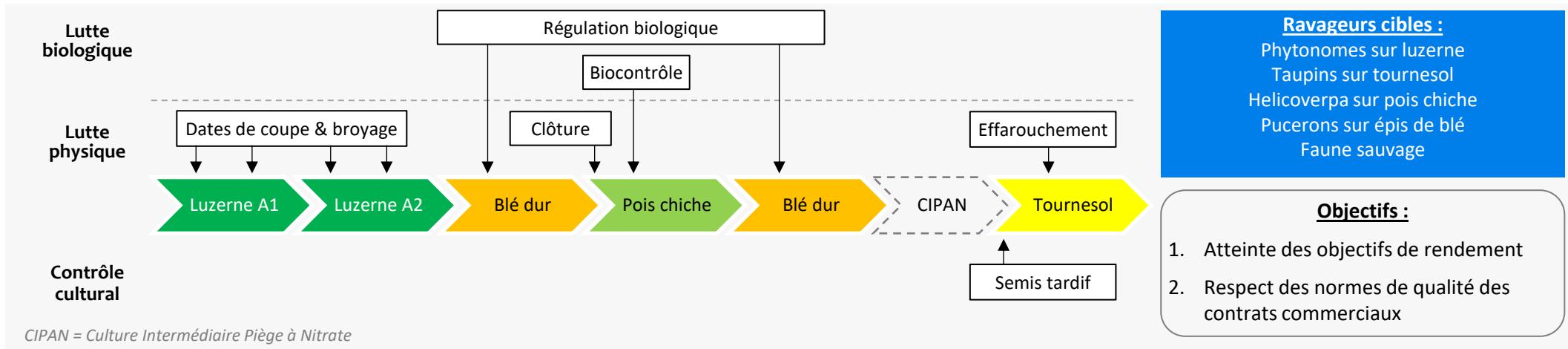


Credit photo : Google



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
Régulation biologique	Favoriser l'émergence d'un équilibre entre auxiliaires et bioagresseurs par la non utilisation de pesticides et la présence de bandes enherbées et de haies aux abords des parcelles.	Difficile d'attendre un équilibre sur cette relative petite superficie (<1.5ha). Il faudrait travailler à une plus grande échelle. La régulation est surtout attendue sur blé dur mais peut bénéficier aux autres cultures.
Biocontrôle	Utilisation du <i>Bacillus thuringiensis</i> contre Helicoverpa sur pois chiche.	Nombre de traitements nécessaires potentiellement élevé (4 ?). Le nombre de vols dépend du climat de l'année. En 2018, année pas spécialement favorable ,2 vols ont été détectés.
Dates de coupe & broyage	En cas d'attaque de phytonomes sur luzerne (plus de 60% de plantes attaquées), avancer la date de coupe ou broyer pour les détruire.	Technique utilisée avec succès en 2013. Pas de nouvelles attaques depuis.
Clôture	Empêcher les déprédatations de la faune sauvage par la pose de clôtures.	Poser une clôture dès le jour du semis sur pois chiches. D'une façon générale intervenir en préventif juste avant le stade phénologique ciblé par la faune.
Effarouchement	Empêcher les déprédatations d'oiseaux par l'utilisation d'effaroucheurs sonores.	Technique d'effarouchement sonore inefficace sur palombes et moineaux en protection des capitules de tournesol.
Semis tardif	Semer tardivement dans un sol bien réchauffé afin d'avoir une levée rapide et de réduire la phase de sensibilité aux ravageurs.	En tournesol, attendre suffisamment que le sol se réchauffe pour avoir une levée rapide. La technique permet de limiter l'impact des taupins.

Phytonomes sur luzerne

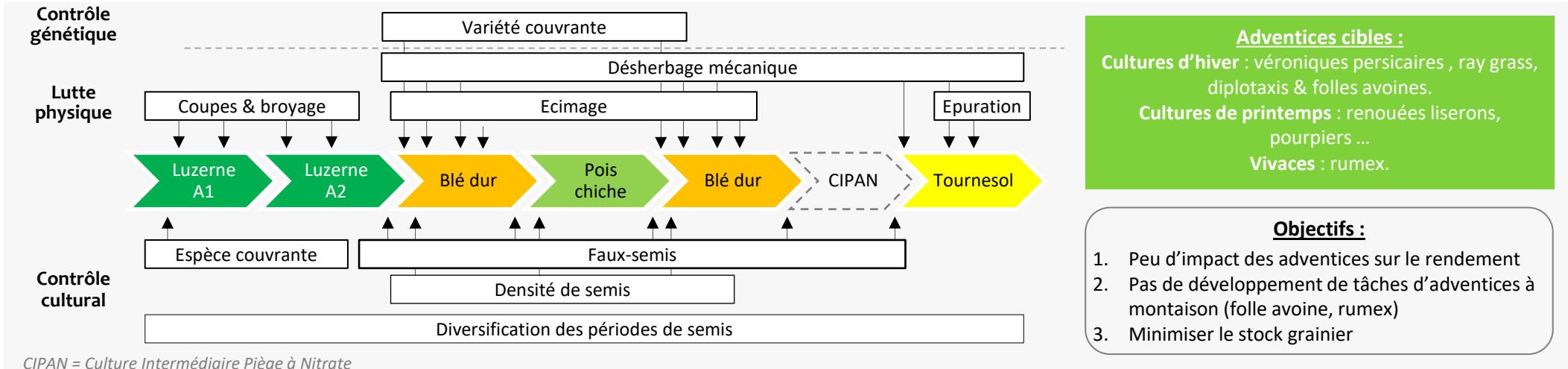


Crédit photo : Google



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.



Adventices cibles :

Cultures d'hiver : vérone, persicaire, ray grass, diplotaxis & folles avoines.

Cultures de printemps : renouée, lisier, pourpier ...

Vivaces : rumex.

Objectifs :

1. Peu d'impact des adventices sur le rendement
2. Pas de développement de tâches d'adventices à montaison (folle avoine, rumex)
3. Minimiser le stock grainier

Leviers

Principes d'action

Enseignements

Choix variétal	Assurer une bonne couverture du sol pour être plus compétitif vis-à-vis des adventices par le choix de l'espèce, du morphotype variétal ou de la densité de semis (pois chiche : 65 gr/m ² ; blé dur : 307 gr/m ²).	<ul style="list-style-type: none"> Action 'nettoyante' de la luzerne et bon étouffement des adventices si l'implantation est réussie. En blé dur, levier efficace à condition de disposer de variétés à feuilles plus larges et plus prostrées, avec une vigueur de départ et une hauteur de paille supérieure.
Désherbage mécanique	Détruire les adventices en culture sans détruire la culture elle-même. Utilisation principalement de houe rotative & herse étrille dans les cultures d'hiver et de bineuse (1 à 2 passages) dans les cultures de printemps.	<ul style="list-style-type: none"> Les fenêtres climatologiques sont souvent réduites pour appliquer la technique. Ne pas hésiter à l'utiliser très tôt après le semis (herse étrille en aveugle). Nécessité de compenser les pertes par une densité de semis plus élevée. Cette technique est insatisfaisante sur les vénoriques. Il faut assurer une fermeture rapide de l'inter-rang (variété couvrante, semis en conditions poussantes pour le tournesol) pour compléter efficacement cette technique.
Coupe, broyage, écimage ou épuration	Elimination des adventices par des moyens mécaniques pour éviter leur montée à graines et la dissémination des semences.	<ul style="list-style-type: none"> Dans la luzerne, on peut faire des coupes avant la montée à graines des adventices. L'écimage est efficace sur les adventices qui dépassent du blé dur. L'épuration des tournesols sauvages se fait manuellement.
Faux-semis	Faire lever les adventices en interculture et les détruire ensuite.	Dans les conditions climatiques de Mauguio, cette technique est très dépendante de la pluviométrie qui permet de faire lever les adventices !
Diversification des périodes de semis	Permettre de détruire un large spectre d'adventices levant à des périodes différentes, en introduisant des cultures de printemps.	C'est la méthode de base pour éviter l'apparition d'une flore dominante sur la parcelle.

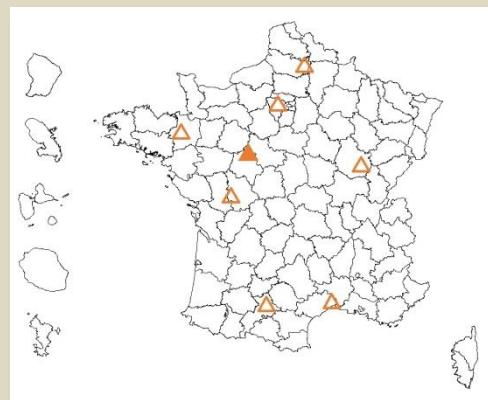


Projet : RésOPest – Réseau expérimental de systèmes de culture « zéro pesticides » en Grande Culture et Polyculture-Elevage

Site : Nouzilly

Localisation : INRA Val de Loire, Unité Expérimentale de Physiologie Animale de l'Orfrasière - 37380 NOUZILLY
(47.5464, 0.781659)

Contact : Antoine SAVOIE (antoine.savoie@tours.inra.fr)



Localisation du site

Site en station expérimentale

INRA Centre Val de Loire (site de Nouzilly)

L'unité expérimentale est située en Touraine sur un domaine de 600 ha dont 400 ha de SAU. Elle appartient au centre INRA Val de Loire qui regroupe les sites de Nouzilly (Tours), Ardon (Orléans) et Bourges.

Dédié totalement aux recherches sur l'animal (physiologie, santé) depuis 1966, le site de Nouzilly développe depuis les années 2000 quelques recherches à l'interface entre l'animal et le végétal : essai Agriculture Durable, essais sur les épandages de boues.

Cette dynamique se confirme avec l'intégration du site au réseau zéro pesticides, à la mise en place d'une plateforme pilote d'agroforesterie et à des projets sur la valorisation agronomique des digestats issus de méthanisation.

Historique et choix du site

Le domaine agricole a pour objectif de nourrir les animaux du site INRA. Des surfaces sont réservées à la production fourragère et des prairies peuvent être intégrées dans les rotations céréalières. Le maïs ensilage est souvent en tête d'assoulement et le colza est absent sur le site. Les IFT sont donc assez faibles.

Entre 2003 et 2013, un essai DRAAF-Chambre d'Agriculture-Lycées agricoles-INRA a été conduit sur le site. Les rotations étaient allongées et les programmes phytosanitaires choisis pour être moins nocifs pour l'environnement.

Depuis 2012, l'unité expérimentale met en œuvre un des huit essais système « zéro pesticides » de RésOPest. C'est l'un des 3 sites représentant les systèmes polyculture-élevage (grand Ouest) avec Lusignan et Le Rheu (Rennes).

Interactions avec d'autres projets

Les essais système de culture du domaine expérimental de Nouzilly sont affiliés au RMT Systèmes de Culture innovants.

RésOPest entretient des relations étroites avec le projet DEPHY EXPE SCAOPEST (système de culture zéro pesticides en agroforesterie).

Entre 2013 et 2016, RésOPest a été partenaire du projet CASIMIR en accueillant des stagiaires qui ont testé des protocoles de recueil de données sur les bioagresseurs et les régulations biologiques.



Le mot du responsable de site

« L'intérêt de l'approche zéro pesticides est que l'on peut échanger autant avec les agriculteurs Bio qu'avec les conventionnels. Les premiers s'intéressent aux conséquences de la fertilisation minérale sur les rendements et l'enherbement, les seconds considèrent le scénario extrême de l'interdiction totale des pesticides. »

Système DEPHY testé

Le système de culture a été conçu de manière à respecter un cadre de contraintes et d'objectifs commun au réseau expérimental de systèmes de culture « zéro pesticides » RésOPest, et adapté au contexte local de l'expérimentation. Sous 2 contraintes :

- Ne pas recourir aux pesticides, y compris les traitements de semences ;
- Inclure autant que possible les cultures des principales filières de la région.

Et avec pour objectifs :

- Maximiser, sous ces contraintes, une production commerciale respectant les cahiers des charges des filières en limitant l'impact des bioagresseurs ;
- Limiter les impacts environnementaux autres que ceux liés à l'utilisation des pesticides : limiter la consommation énergétique et la consommation en eau ;
- Maintenir la marge de l'agriculteur.

Nom du système	Années début-fin	Agriculture Biologique	Surface de la parcelle	Espèces du système de culture	Objectif de réduction d'IFT
RésOPest Nouzilly	2012 - ...	Non	4x 0,5 ha	Prairie (RGH + TV + TB + TI) - Maïs ensilage - Blé tendre H - Triticale + Pois – Tournesol - Blé tendre H	100 %

Dispositif expérimental et suivi

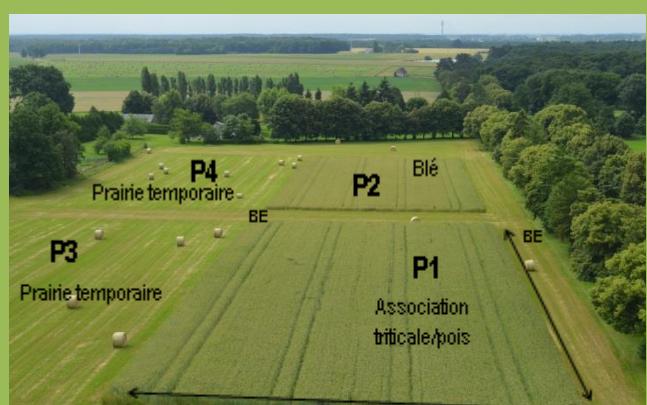
> Dispositif expérimental

Répétition :

Le dispositif RésOPest comporte quatre parcelles ce qui permet d'expérimenter chaque année quatre termes de la succession (durée totale : sept ans).

Système de référence :

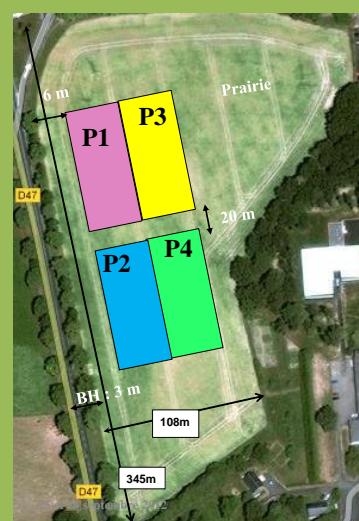
Le dispositif ne comporte pas de système de référence mais il est possible de faire des comparaisons de performance avec le reste de l'exploitation agricole et avec les résultats des agriculteurs de la région disponibles à travers les enquêtes de la Chambre d'Agriculture.



Dispositif RésOPest de Nouzilly, assolement 2012-2013
(BE = bande enherbée)

Aménagements et éléments paysagers :

Chaque parcelle est encadrée par des bandes enherbées sur trois côtés. L'essai est situé à proximité d'un petit bois.



Plan du dispositif

Contexte de production

> Pédo climatique

Météorologie	Type de sol	Comportement du sol
Tempéré océanique	Sol argilo-limoneux, sensible à la battance. Profondeur moyenne (90 cm) Teneur en matière organique de 2,3 %	Sols hydromorphes, drainés. RU =150 mm.

> Socio-économique

Le contexte socio-économique local se caractérise par :

- des grandes cultures : colza, blé tendre panifiable, orge ;
- une forte présence de la filière colza ;
- des diversifications en lin, pois et tournesol pour les cultures de printemps ;
- pour les systèmes polycultures-élevage : du maïs ensilage et des mélanges prairiaux.

> Environnemental

L'exploitation est en zone vulnérable (nitrate).

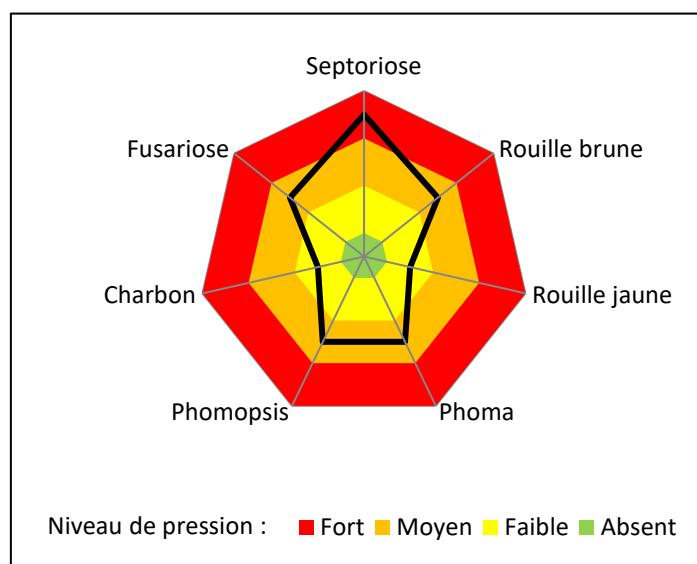
> Maladies

La maladie la plus problématique est la septoriose sur blé tendre. Dans une moindre mesure et pas tous les ans, on observe des épisodes de rouille brune ou de rouille jaune. Piétin verse et fusarioSES de l'épi sont aussi observés sur blé tendre d'hiver mais ces dernières ne semblent pour le moment pas poser de problème : pas de mycotoxines trouvées.

L'antraknoze sur pois associé à du triticale se limite pour le moment aux feuilles du bas.

Sur tournesol, phoma et phomopsis touchent les pieds, les feuilles peuvent sporadiquement montrer des symptômes de verticillium.

Sur maïs, la seule maladie observée est le charbon.



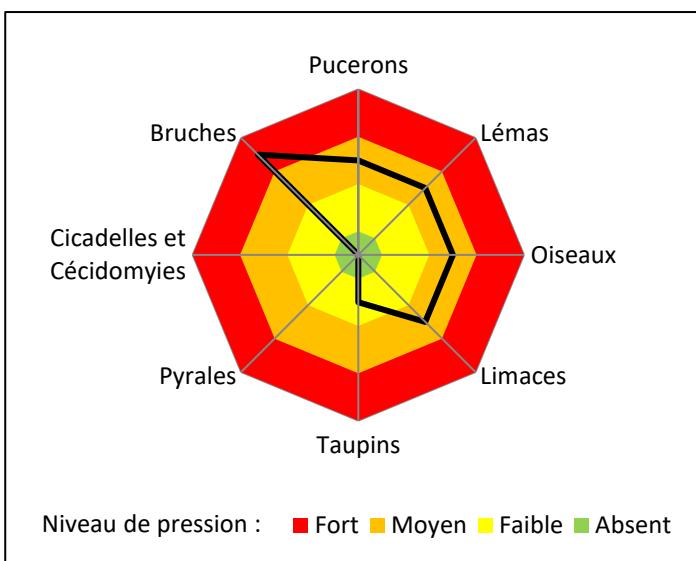
> Ravageurs

Les pucerons ne sont pas problématiques pour le maïs, mais peuvent l'être pour les céréales en cas de semis précoce, entraînant des problèmes de virose.

Sur les feuilles de blé tendre, on trouve des lémas mais leur effet semble limité ; à noter qu'on ne peut pas distinguer les effets des lémas de ceux de la septoriose. Les limaces occasionnent des dégâts sur les cultures de printemps (maïs et tournesol), tout comme les choucas qui contribuent aux pertes avant et après la levée.

Les ravageurs du sol participent également aux pertes avant la levée sans qu'on puisse les identifier.

Une année sur deux, les pigeons font beaucoup de dégâts sur les jeunes pois fourrager d'hiver.



> Adventices

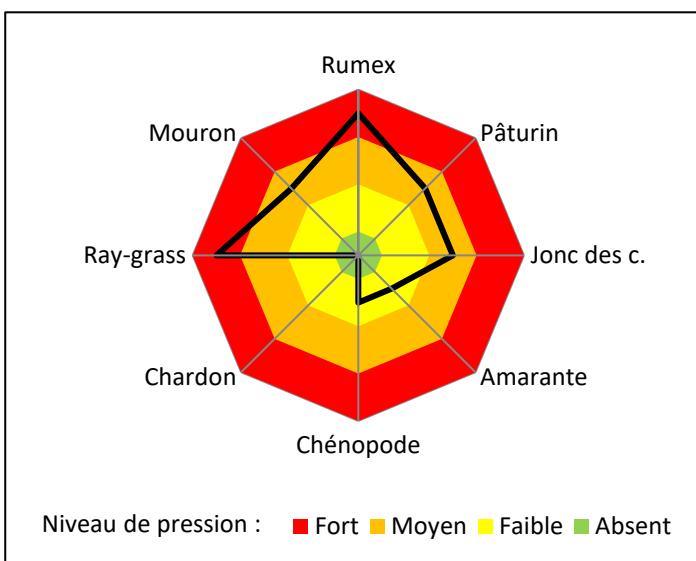
Dans les prairies, l'adventice la plus problématique est le rumex. Les autres sont concurrencées par les espèces cultivées en place.

Dans les céréales d'hiver, on trouve des stellaires intermédiaires (mourons) sans conséquence, du pâturnin et du jonc des crapauds.

Dans les cultures de printemps, les amarantes et chénopodes se développent sur le rang alors que la bineuse arrive à maîtriser ceux de l'interrang.

Venus des abords des parcelles notamment, le ray-grass a colonisé plusieurs parcelles.

Dans une moindre mesure et par tâche, on trouve des vénérables et quelques chardons des champs.



> Autres risques

Automnes trop humides pour les semis tardifs dans de bonnes conditions.

Episodes pluvieux fréquents au printemps, rendant inefficace le désherbage mécanique (ray-grass avant maïs), limitant les créneaux pour faire du foin.

Etés trop secs, défavorables à la poussée de l'herbe.

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.



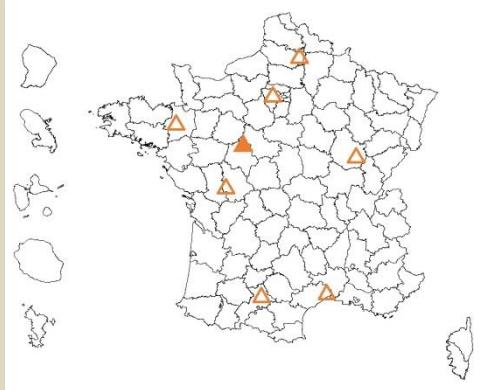
Projet : RésOPest - Réseau expérimental de systèmes de culture zéro-pesticides en Grande Culture et Polyculture-Elevage

Site : Nouzilly

Localisation : INRA - Domaine de l'Orfrasière

37100 NOUZILLY

(Latitude : 47.55146 / Longitude : 0.788097)



Localisation du système (▲)
(autres sites du projet △)

Système DEPHY : RésOPest Nouzilly

Contact : Antoine SAVOIE (antoine.savoie@inra.fr)

Système de polyculture-élevage sans pesticides

Site : unité expérimentale INRA.

Durée de l'essai : 2012-2017.

Conduite : aucun apport de pesticides (hors stimulateurs des défenses naturelles et moyens biologiques répertoriés dans l'index ACTA), l'apport d'engrais de synthèse est autorisé.

Dispositif expérimental : 4 parcelles de 0,5 ha avec chaque année des termes différents de la succession culturale (qui est de 7 ans).

Système de référence : aucun système de référence n'est testé mais les performances du système de culture sont comparées à des données régionales et à celles du domaine expérimental.

Type de sol : Sols limono-argileux (60% de limons).

Sols drainés, hydromorphes, profondeur de 80 à 120 cm.

Origine du système

Le réseau expérimental RésOPest a été lancé en 2012 suite à une étude de faisabilité financée par le **GIS Grande Culture à Haute Performance Economique et Environnementale**. Ses objectifs sont de concevoir, expérimenter et évaluer les performances de systèmes de culture **sans pesticides** et d'analyser le fonctionnement de ces agroécosystèmes, notamment les **régulations biologiques**.

Le **niveau de rupture est très important** par rapport aux pratiques agricoles conventionnelles et RésOPest se démarque de l'agriculture biologique par la possibilité d'utiliser des engrais de synthèse, ce qui donne, la possibilité de viser des niveaux de rendements plus élevés. Il est affilié au RMT Systèmes de Culture Innovants.

Objectif de réduction d'IFT



100 %

hors stimulateurs des défenses naturelles et moyens biologiques répertoriés dans l'index ACTA

Mots clés

Zéro-pesticides - Régulations biologiques - Diversification

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

« L'intérêt de l'approche zéro-pesticides est que l'on peut échanger autant avec les agriculteurs Bio qu'avec les conventionnels. Les premiers s'intéressent aux conséquences de la fertilisation minérale sur les rendements et l'enherbement, les seconds considèrent le scénario extrême de l'interdiction totale des pesticides. »

A. SAVOIE

Caractéristiques du système

Rotation :



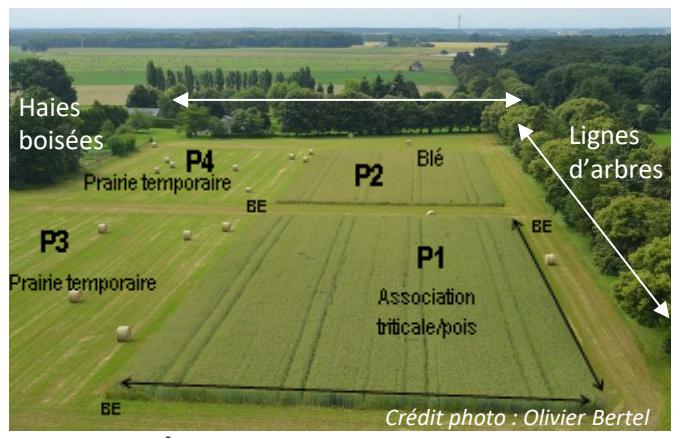
CIPAN = Culture Intermédiaire Piège à Nitrates ; Blé TH = Blé tendre d'hiver

Système polyculture-élevage : prairie, maïs ensilage et mélange triticale/pois fourrager ainsi que des cultures de vente : blé et tournesol.

Travail du sol : un à quatre labours sur 8 ans avant blé et avant cultures de printemps si présence de ray-grass. Des outils de désherbage mécanique sont également utilisés : herse étrille et bineuse.

Interculture : en plus de leur rôle de pièges à nitrate, les CIPAN participent à la maîtrise des adventices en interculture. Composé d'abord d'une moutarde blanche seulement, les couverts se sont progressivement diversifiés (féverole, vesce, phacélie, etc.) pour occuper différentes strates et mieux concurrencer les adventices.

Infrastructures agro-écologiques : les parcelles sont entourées par une prairie permanente non traitée. Une fertilisation limitée permet de maîtriser les adventices. La prairie permanente est bordée de lignes d'arbres ou de haies boisées.



Dispositif RésOPest de Nouzilly, assoulement 2012-2013
(BE = bande enherbée)

Objectifs du système

Les objectifs poursuivis par ce système sont :

Agronomiques	Maîtrise des bioagresseurs	Environnementaux	Socio-économiques
Rendement et qualité Maximiser production commerciale et fourragère qualité. une et de	Maîtrise des adventices <ul style="list-style-type: none">- Salissement n'occasionnant pas de pertes de rendement.- Absence de vivaces, notamment rumex. Maîtrise des maladies et ravageurs Maintenir les maladies et les ravageurs à des niveaux de dégâts qui permettent d'atteindre les rendements et les normes de qualité visés.	IFT Zéro pesticides (hors stimulateurs des défenses naturelles et moyens biologiques répertoriés dans l'index ACTA). Autres impacts Limiter les impacts environnementaux autres que ceux liés aux pesticides (pertes de nitrates, consommation d'énergie, conservation de la biodiversité, ...).	Marge semi-nette Le maintien du revenu de l'agriculteur est visé. Autres impacts Pas d'objectifs fixés mais évaluation de la durabilité sociale avec MASC 2.0 (voir ci-dessous).

Les systèmes de culture du réseau expérimental RésOPest font l'objet d'une évaluation multicritère à l'aide des outils Criter 4.5 et MASC 2.0 (voir résultats page suivante) afin :

- D'avoir une **vue d'ensemble** des performances obtenues.
- De vérifier qu'il n'y a pas de **dégradation de performance** non-attendue (temps de travail, consommation d'énergie, ...).
- D'identifier les **axes d'amélioration** des systèmes de culture.

Résultats sur les campagnes de 2013 à 2017

> Maîtrise des bioagresseurs

Le code couleur exprime le niveau de satisfaction des résultats : vert = résultat satisfaisant ; orange = résultat moyennement satisfaisant ; rouge = résultat insatisfaisant.

	Prairie 3 ans	Blé TH	CIPAN	Maïs ensilage	Triticale+Pois	CIPAN	Tournesol	Blé TH
Maladies	✓	✗		✓	✗		✗	✗
Ravageurs	✓	✓		✓	✓		✓	✓
Adventices	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓

Les **risques maladies** (septoriose sur blé tendre en particulier) restent très élevés en cas de forte pression comme pour 2016, malgré le choix de **variétés plutôt résistantes**.

Les **ravageurs** n'ont pas occasionné de pertes de rendement. Le risque pucerons d'automne sur blé est minimisé par les **dates de semis peu précoces** et le risque limaces est minimisé par les passages **d'outils de travail du sol** plus fréquents.

Les semis de tournesol en 2017 n'ont pas été possibles à cause des lapins (semis de maïs après 2 échecs en tournesol).

Pour les **adventices**, les **rumex** sont problématiques en prairie et dans les céréales à paille. Le **désherbage mécanique** en maïs permet une assez bonne maîtrise du salissement. Les **CIPAN** limitent le salissement mais le **ray-grass** reste présent et impose fréquemment un **labour** avant les cultures de printemps.

> Performances agronomiques

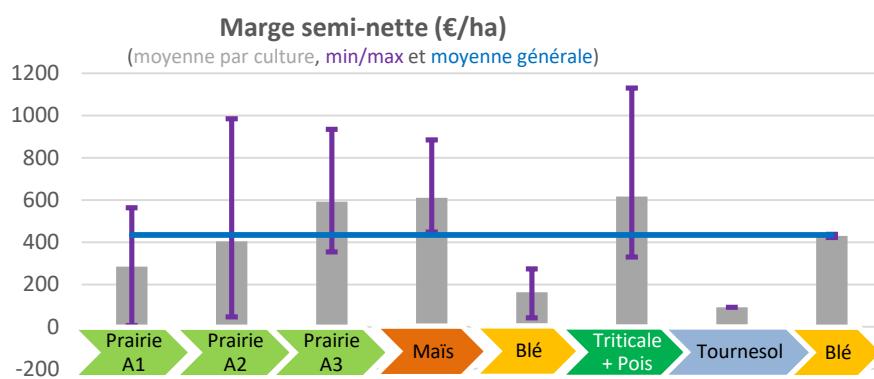
Culture	Objectif de rendement	Moyenne	2013	2014	2015	2016	2017
Prairie Temporaire	8t MS/ha	7,5	9,1	9,7	6,2	6,5	3,5
Blé tendre n°1	60 q/ha grain t/ha paille	55,6 4,1	-	36,4 (82)	55,6 (85) 5,14	-	74,8 (91) 7,1
Maïs ensilage	12 t MS/ha	9,71	-	-	9,03	6,3 (10,5)	13,8
Triticale + Pois F.	60 q/ha grain t/ha paille	51,2 6,2	58 6,1	-	-	26,8 4,8	68,8 7,8
Tournesol	30 q/ha	13,6	-	13,6 (29)	-	-	-
Blé tendre n°2	60 q/ha grain t/ha paille	57,9 5	53,6 (63) 4	-	62,2 (85) 6	-	-

Le niveau de satisfaction est défini en fonction des objectifs de rendement et du rendement obtenu sur l'exploitation Inra conduite en conventionnelle (noté entre parenthèses dans le tableau).

Le rendement objectif est difficile à atteindre pour les **céréales** même si on exclut l'année 2016. Les raisons peuvent être la **sous-fertilisation** (prairie temporaire, maïs ensilage), les **maladies** ou les **adventices** (céréales d'hiver, tournesol), la **sécheresse estivale** qui limite le nombre de coupes (prairie temporaire).

Evaluation multicritère sur les campagnes 2013 à 2017

> Performances économiques



La **rentabilité est très faible** pour ce système, en particulier des mauvais résultats pour la culture de **maïs ensilage**, liés à la **sécheresse** estivale et à une **fertilisation** insuffisante.

La culture de **tournesol** affiche elle aussi des **résultats insuffisants**, qui s'expliquent par une **mauvaise levée**, des **adventices** non maîtrisées sur le rang et une **surfertilisation** ayant entraîné un développement de maladies.

La réussite de l'**implantation**, la **fertilisation** et les **conditions météos** expliquent la **forte variabilité** observée en **prairie**. Les rendements en **triticale/pois** était très bas en 2016.

> Performances environnementales

Les performances environnementales sont très élevées malgré des émissions de **NH3 moyennes à fortes** dues à l'emploi **d'engrais organiques**.

> Contribution au développement durable (Criter 4.5 + MASC 2.0)

La satisfaction très faible des attentes de la société est due à une très faible contribution à l'emploi, non recherchée dans ce système et à une fourniture en matière première faible à moyenne.

Le système de Nouzilly présente également des résultats économiques très faibles.



... Les couverts végétaux

Au départ, les couverts végétaux prévus n'étaient constitués que de **moutarde blanche**. Ils se sont peu à peu diversifiés. Un **mélange d'espèce** permet une bonne **couverture du sol** pour concurrencer les adventices. Cependant, malgré la couverture du sol, **les vivaces** tels que les **ray-grass** se maintiennent dans le couvert végétal. Après destruction du couvert (broyage, gel), le ray-grass est toujours présent.

... Le choix « labour ou non-labour »

Dans la succession culturelle testée, **2 labours** ont été prévus. Quand cela est possible, avant les cultures de printemps, on préfère au labour une préparation dite **simplifiée**. Cependant, les **pluies régulières** en février, mars et avril rendent parfois la destruction du **ray-grass** impossible. Dans les faits, le **nombre de labours dans la rotation a augmenté** par rapport à l'itinéraire technique prévu. **Le labour reste un levier important** pour maîtriser l'enherbement mais, **utilisé tous les ans, il perd son intérêt** puisqu'il remet à jour des graines n'ayant pas encore perdu leur faculté germinative.

L'objectif reste donc bien de **limiter le nombre de labour dans la rotation**.

Transfert en exploitations agricoles



Etant donné le **niveau de rupture élevé** des systèmes de culture RésOPest, les systèmes de culture conçus n'ont pas vocation à être transférés directement dans des exploitations agricoles.

Néanmoins, la présentation de ces essais et de leurs résultats peuvent être **source d'inspiration** pour des agriculteurs ou des conseillers, dans le cadre d'une démarche de conception de systèmes de culture économes en produits phytosanitaires.

Pistes d'améliorations du système et perspectives



Les **pertes à la levée** sont élevées. Globalement les objectifs de peuplement ne sont pas atteints. Il est difficile d'en déterminer la cause de façon certaine. Pour la **date de semis** qui est de toute évidence un facteur important, il faut trouver un compromis entre semer **trop tôt** (favoriser la levée d'adventices, risquer des attaques de pucerons) et semer **trop tard** (limiter le tallage, augmenter les pertes à la levée).



La bineuse à maïs va être équipée d'un semoir afin **d'introduire des couverts végétaux en culture** (ex : trèfle dans le maïs) **au dernier passage de bineuse**. Il s'agit d'explorer le levier des **plantes accompagnatrices** comme moyen de lutte contre les adventices en culture. L'enjeu est de ne pas trop concurrencer la culture principale en choisissant une **date de semis tardive**.



Face aux difficultés à passer la herse étrille sur sol **argilo-limoneux battant**, il est envisagé d'avoir recours à une **houe rotative**.

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

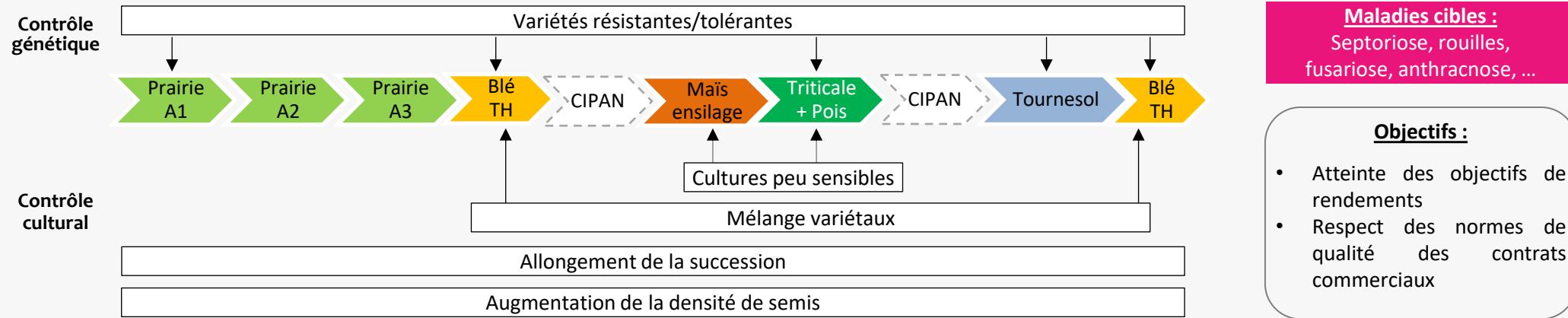
Action pilotée par le ministère chargé de l'agriculture et le ministère chargé de l'environnement, avec l'appui financier de l'Agence française pour la biodiversité, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Ecophyto.

Document réalisé par Antoine Savoie (INRA Nouzilly).



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.



CIPAN = Culture Intermédiaire Piège à Nitrates ; Blé TH = Blé tendre d'hiver

Leviers	Principes d'action	Enseignements
Variétés résistantes/tolérantes	Choisir des variétés résistantes/tolérantes aux maladies les plus fréquentes pour réduire les dommages en cas d'attaque. Ex : en BTB, septoriose, rouille brune, rouille jaune, fusariose.	Choix parfois difficile à faire en raison de la faible disponibilité de semences non traitées. Il faut faire des compromis. La rouille jaune n'a été présente qu'une seule année. La Septoriose est toujours présente.
Cultures peu sensibles	Eviter les risques importants d'attaque par les maladies.	Le triticale est une espèce assez rustique, moins sensible aux maladies que l'orge d'hiver mais il décroche quand même en cas de forte pression (2016). Le maïs est peu sensible aux maladies. Par contre le blé, le pois fourrager et le tournesol sont assez sensibles.
Mélanges variétaux	Combiner les profils de résistance et réduire la propagation de la maladie en cas d'attaque.	Mesure efficace, les variétés sensibles sont moins attaquées en mélange qu'en culture pure.
Allongement de la succession	Eviter le retour trop fréquent de cultures sensibles aux mêmes maladies.	Mesure efficace mais non suffisante en cas de contexte de forte pression maladies (2016).
Augmentation de la densité de semis	Compenser les pertes à la levée qui peuvent atteindre 50%. Ex : 320gr/m² au lieu de 280 en blé tendre.	Les pertes à la levée sont de l'ordre de 60 % en céréales. L'accroissement de la densité permet d'avoir un peuplement correct.

Culture de triticale et pois fourrager sur le site de Nouzilly (récolte 2017)

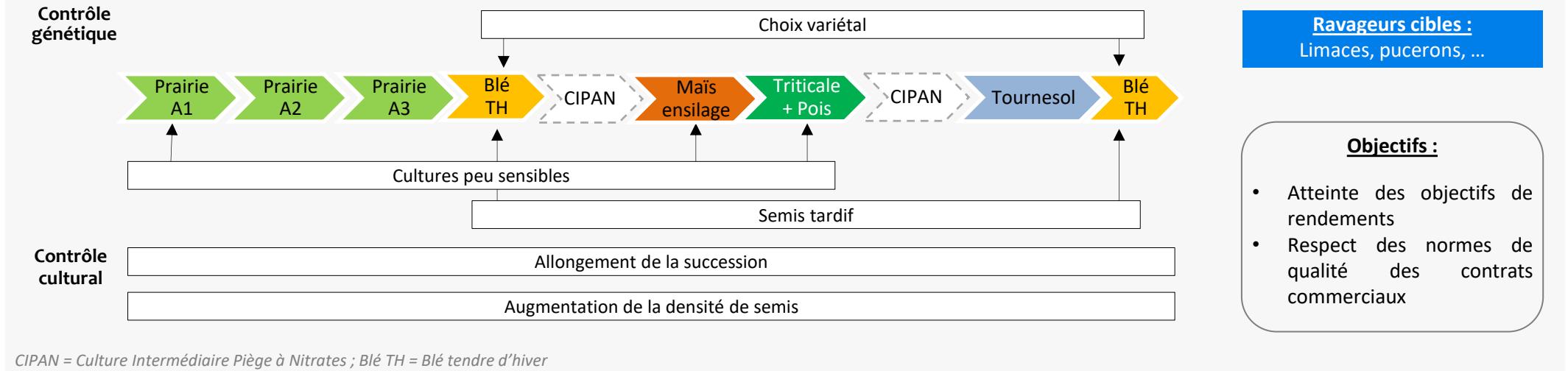


Credit photo : Antoine Savoie



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.



CIPAN = Culture Intermédiaire Piège à Nitrates ; Blé TH = Blé tendre d'hiver

Leviers

Principes d'action

Enseignements

Choix variétal	Limiter les attaques de ravageurs par le choix de variétés tolérantes : choix de variétés de blé barbues pour limiter les pucerons.	Mesure efficace mais le choix est limité en semences non-traitées.
Cultures peu sensibles	Eviter les risques importants d'attaque par les ravageurs.	Il y a un risque taupins si le maïs est placé directement derrière la prairie. Le tournesol est une culture sensible aux ravageurs (lapins, oiseaux) dans sa phase d'installation.
Semis tardif	Semer le blé tardivement afin d'éviter les vols de pucerons.	Peu de dégâts liés aux pucerons observés.
Allongement de la succession	Eviter le retour trop fréquent de cultures sensibles aux mêmes ravageurs. Ex : taupin ou pyrale sur maïs.	Mesure qui semble efficace.
Augmentation de la densité de semis	Compenser les pertes à la levée et les dégâts des ravageurs. Ex : 320gr/m ² au lieu de 280 en blé tendre.	Les pertes à la levée sont de l'ordre de 50 % en céréales. L'accroissement de la densité permet d'avoir un peuplement correct. La densité de pois fourrager a dû être augmentée : 20gr/m ² => 40gr/m ² .

Variété de blé barbue pour limiter les attaques de pucerons

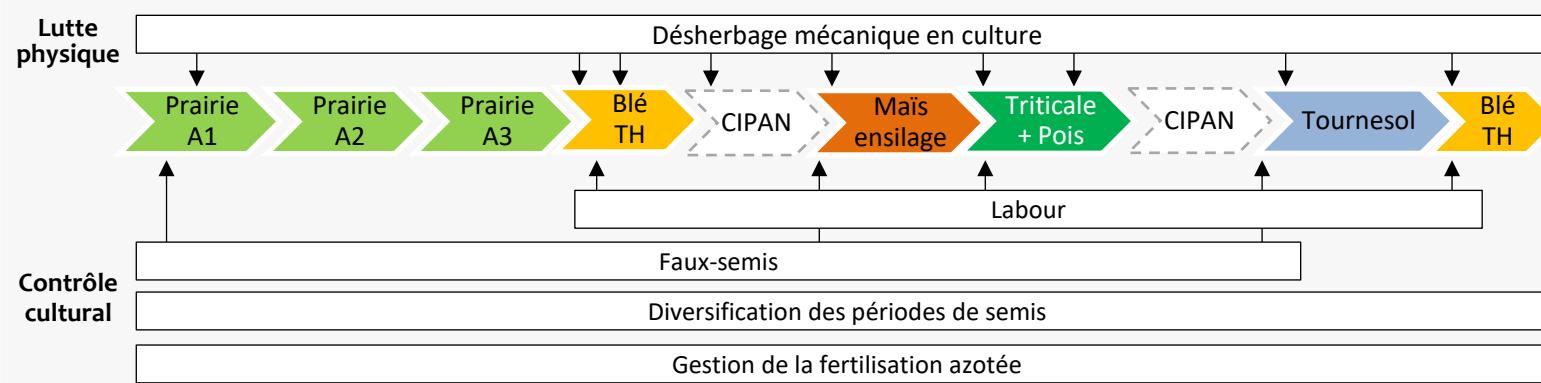


Credit photo : Antoine Savoie



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.



CIPAN = Culture Intermédiaire Piège à Nitrates ; Blé TH = Blé tendre d'hiver

Adventices cibles :
chardons, rumex, gaillet, vulpin, pâturin, chénopode, morelle ...

Objectifs :

- Salissement n'occasionnant pas de pertes de rendement
- Absence de chardons et de rumex
- Pas de développement de tâches d'adventices montées à graines (gaillet, vulpin, pâturin, ...)

Leviers

Principes d'action

Enseignements

Choix variétal	Variétés couvrantes en céréales et variété précoce en tournesol afin de pouvoir réaliser des faux-semis avant le blé suivant.	Utiliser les caractéristiques des variétés pour limiter le développement des adventices ou permettre des faux-semis.
Désherbage mécanique en culture	Désherbage mécanique à l'automne et au printemps (herse étrille et bineuse) afin de détruire les adventices en culture sans détruire la culture elle-même.	Ne pas hésiter à l'utiliser très tôt après le semis. En sol limoneux et battants, les conditions de réussite sont souvent difficiles à avoir.
CIPAN	Etoffer les adventices afin d'éviter qu'elles se développent et grainent en interculture.	Une implantation précoce est essentielle pour assurer un bon développement du couvert. Après quelques essais, l'association de la moutarde (faible coût, assurance d'implantation), de la phacélie et de l'avoine qui assurent une couverture complémentaire, donne satisfaction avec une bonne couverture du sol qui limite le développement des adventices.
Labour	Alternance labour/non-labour : 3 labours sur 8 ans.	Levier très efficace sur adventices à faible durée de vie dans le sol, si le non-labour est possible.
Faux-semis	Faire lever les adventices en interculture en préparant un lit de semences et les détruire ensuite. L'opération peut être renouvelée plusieurs fois si l'interculture est longue.	Efficace pour détruire les adventices présentes mais plus discutable sur la réduction du stock semencier.
Diversification des périodes de semis	Permettre de détruire un large spectre d'adventices qui lèvent à des périodes différentes.	C'est la méthode de base pour éviter l'apparition d'une flore dominante sur la parcelle. Elle nécessite d'avoir des filières présentes pour les cultures correspondantes.
Gestion de la fertilisation azotée	Ajuster la fertilisation au plus près des besoins de la culture afin d'éviter le développement des adventices.	Il faut bien adapter la fertilisation à l'objectif de rendement visé. Le fractionnement est également important et il permet de bien adapter la fertilisation au potentiel de la culture.