Grandes Cultures

PROJET EXPE

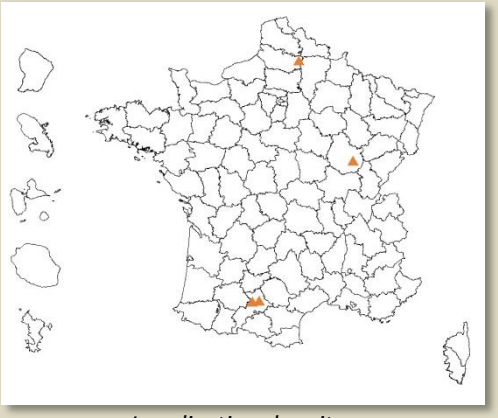
à la recherche de systèmes très économes en phytosanitaires

System-Eco-Puissance4 : Evaluation multicritère et modélisation quantitative de systèmes à faible usage de pesticides en réseau multi-sites

Organisme chef de file : **Inra Dijon**

Chef de projet : **Nicolas MUNIER-JOLAIN**
(nicolas.munier-jolain@dijon.inra.fr)

Période : 2012-2017



Localisation des sites

Nombre de sites EXPE : 4

- en station expérimentale : 3
- en établissement d'enseignement agricole : 1

Nombre de systèmes DEPHY économes en pesticides : 19

Les Partenaires :

Présentation du projet

> Enjeux

Ce projet a pour ambition d'expérimenter des systèmes en rupture forte, en particulier pour la gestion des adventices. L'étude des **bénéfices environnementaux** associés à la baisse d'usage de pesticides fait l'objet d'une attention particulière. Pour cela, trois des sites ont été équipés pour la mesure au champ des transferts de pesticides vers les eaux de percolation. Les milieux d'étude choisis sont contrastés afin d'explorer le lien entre stratégies de gestion multi-performantes et contexte environnemental.

> Objectifs

- Evaluer les performances de **19 prototypes à faible usage de pesticide**,
- Mesurer et évaluer par modélisation les transferts verticaux de pesticides,
- Evaluer d'éventuels antagonismes entre indicateurs de durabilité,
- Identifier les stratégies multi-performantes dans des contextes contrastés,
- Transmettre et participer à l'animation du plan ECOPHYTO.

> Résumé

Les expérimentations sont conduites sur quatre sites, représentatifs de trois contextes pédo-climatiques très contrastées, avec une diversification des productions de base (céréales, maïs, betterave) :

- en zone Sud (Toulouse) : au Domaine de Lamothe, ce sont des systèmes à base de maïs, pour la plupart d'entre eux en monoculture, qui sont testés. L'introduction de couverts associés de plantes de service et l'utilisation de la technique 'strip-till' figurent parmi les solutions innovantes testées. Le site d'Auzeville est, quant à lui, dans une démarche de recherche d'une diversification maximale de la rotation (cultures intermédiaires, mélanges d'espèces).
- en zone Nord (Picardie) : une synergie entre différentes catégories de leviers (contrôle génétique et cultural, lutte physique) est recherchée.
- en zone intermédiaire (Bourgogne) : plusieurs combinaisons de leviers alternatifs aux pesticides sont testées, avec en autres la diversification par l'introduction de cultures de printemps.

Le mot du chef de projet

« Dès aujourd'hui certaines solutions innovantes explorées par le projet apportent des résultats satisfaisants, alors que pour d'autres plus de temps s'avère nécessaire. Au Domaine de Lamothe, certains prototypes en monoculture permettent de concilier faible usage de pesticides et bonne performance économique. A Auzeville, de très faibles IFT sont obtenus, mais la maîtrise de la flore adventice à long terme et la performance économique restent à vérifier. A Estrées-Mons, le climat humide rend la maîtrise de la flore adventice délicate et les solutions testées à faible niveau d'herbicides ne sont pas encore satisfaisantes. Enfin, à Dijon, l'introduction de cultures de printemps tend à réduire la productivité, ce qui du point de vue économique n'est que partiellement compensé par la baisse des charges.

Leviers et objectifs des systèmes DEPHY

SITE	SYSTEME DEPHY	AGRICULTURE BIOLOGIQUE	ESPECES DU SYSTEME DE CULTURE	LEVIERS: Contrôle cultural	Contrôle génétique	Lutte biologique [1]	Lutte chimique	Lutte physique	Stratégie globale E-S-R[2]	OBJECTIF: Réduction d'IFT du SDC
Toulouse-Lamothe	MM-LI Monoculture "low input"	Non	Maïs			x	x	x	R	50 %
	MM-CT Monoculture semis direct			x		x	x		S	10 %
	MM-Still Monoculture strip-till			x		x	x		R	10 %
	RC Rotation courte		Maïs - Orge - Soja - Blé tendre	x	x		x	x	R	70 %
	MM-CT compost Monoculture semis direct		Maïs	x		x	x		S	10 %
Dijon-Epoisses	Semis Direct Sous Couvert (S2)	Non	Colza - Blé - Orge P - Soja - Triticale+Féverole	x	x		x		R	30 %
	PI sans désherbage mécanique (S3)		Colza - Triticale - Soja - Blé - Orge P - Triticale+Féverole	x	x	x	x		R	50 %
	PI avec désherbage mécanique (S4)		Colza - Blé - Soja - Orge P - Triticale+Féverole	x	x	x	x	x	R	50 %
	Sans herbicide (S5)		Colza - Triticale - Orge P - Tournesol - Blé - Luzerne	x	x	x		x	R	80 %
Toulouse-Auzeville	Rotation PI	Non	Sorgho - Tournesol - Blé dur	x	x		x	x	R	50 %
	Rotation PI-CI			x	x		x	x	R	50 %
	Rotation TBI		Tournesol - Féverole H - Blé dur	x	x		x	x	R	80 %
	Rotation TBI-CI			x	x		x	x	R	80 %
	Rotation AE		Tournesol+Soja - Blé dur+Pois - Blé tendre+Féverole	x	x		x	x	R	100 %
	Rotation AE-CI			x	x		x	x	R	100 %
INRA - Estrées-Mons	SCOP Ecophyto1	Non	Colza - Maïs - Blé - Pois P - Orge P	x	x		x	x	R	50 %
	SCOP Ecophyto2		Colza + légumineuse - Blé + trèfle - Maïs - Blé - Lin P - Orge P + Pois P	x	x		x	x	R	70 %
	Betteravier Ecophyto1		Betterave - Blé - Pois P - Colza - Orge P	x	x		x	x	R	50 %
	Betteravier Ecophyto2		Betterave - Blé - Colza - Luzerne	x	x		x	x	R	70 %

[1] *y compris produits de biocontrôle*

[2] *E – Efficience, S – Substitution, R – Reconception*

Interactions avec d'autres projets

System-ECO[4] est coordonné avec le projet ECOPEST (INRA), qui vise à paramétrer et évaluer des modèles de transfert de pesticides dans l'environnement, développant ainsi de nouveaux outils d'évaluation des impacts environnementaux des traitements phytosanitaires. Deux des sites System-ECO[4] accueillent aussi des parcelles du projet DEPHY EXPE Res0Pest.

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

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

ÉCOPHYTO – RÉDUIRE ET AMÉLIORER L'UTILISATION DES PHYTOS

Liberté • Égalité • Fraternité – RÉPUBLIQUE FRANÇAISE – MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DE L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORÊT

Liberté • Égalité • Fraternité – RÉPUBLIQUE FRANÇAISE – Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

ONEMA – Office national de l'eau et des milieux aquatiques

Grandes Cultures

SITE EXPE

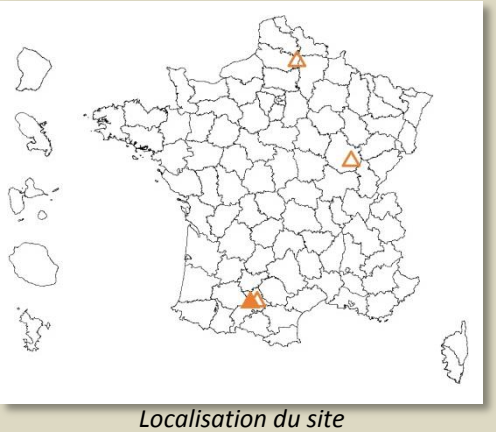
à la recherche de systèmes très économes en phytosanitaires

Projet : System-Eco-Puissance4 – Evaluation multicritère et modélisation quantitative de systèmes à faible usage de pesticides en réseau multi-sites

Site : Toulouse-Lamothe

Localisation : Ecole d'Ingénieurs de Purpan - Domaine de Lamothe - Chemin de Vallesvilles - 31600 SEYSSES (43.498973, 1.245424)

Contact : **Lionel ALLETTO** (lionel.alletto@purpan.fr)
Simon GIULIANO (simon.giuliano@purpan.fr)



Localisation du site

Site en établissement d'enseignement agricole

Domaine de Lamothe

L'expérimentation EXPE est située sur le Domaine de Lamothe, propriété de l'Ecole d'Ingénieurs de PURPAN, qui dispose d'une SAU de 230 ha dédiés aux grandes cultures (principalement maïs, blé tendre, tournesol, soja). Le domaine sert d'appui au développement d'actions pédagogiques dans le cadre de l'action 16 d'Ecophyto.

Les expérimentations du programme SYSTEM-ECO^4 sont mises en place sur un dispositif de 2.5 ha comprenant une trentaine de parcelles. Chaque parcelle est équipée de plaques lysimétriques et d'un dispositif complet de suivi de la dynamique hydrique dans le sol (tensiomètres, sondes de teneur en eau, sondes de température). Couplé à des mesures ponctuelles (ex : reliquats d'azote), ce dispositif permet de quantifier l'impact des systèmes de culture testés sur la qualité de l'eau.

Historique et choix du site

Les expérimentations « Systèmes de culture » ont débuté en 2010 sur le Domaine de Lamothe afin de mettre en œuvre et d'évaluer des alternatives à la monoculture de maïs, le système de culture irrigué dominant sur les sols d'alluvions de la plaine de Garonne et, plus amplement, dans le quart Sud-Ouest de la France. L'expérimentation se trouve plutôt sur une zone à fort potentiel par rapport à la petite région agricole : sol profond, non caillouteux et non battant mais sensible à l'hydromorphie.

Différents degrés de rupture par rapport à la monoculture de maïs conventionnelle sont testés selon différents gradients d'usage d'herbicides, de travail du sol, de diversification des cultures. Les systèmes de culture sont réactualisés en fonction des performances obtenues. La rotation courte a intégré une culture d'orge suivie d'un soja en dérobé en 2013 et 2014. Le système en travail du sol simplifié est passé du strip-till au semis direct à partir de 2012.

Interactions avec d'autres projets

Le projet ANR-Micmac Design a servi de cadre à la mise en place de cette expérimentation. Les données issues du suivi hydrique sont remobilisées dans le projet ECOPEST qui évalue les performances des modèles de simulation des flux de pesticides. Les performances des cultures intermédiaires bi-spécifiques (crucifères-légumineuses) sont quant à elles suivies dans le cadre du projet Casdar CRUCIAL.

Le mot du responsable de site

« Les systèmes de culture ont été conçus dès le départ dans une optique de multi-performance : économique, environnementale et en termes de temps de travail. D'un point de vue environnemental et agronomique, une attention particulière est portée sur le lien entre la pression (IFT ; quantité d'adventices) et l'impact (respectivement, la quantité de pesticides présente dans les eaux de drainage ; le rendement des cultures). Les phases de reconception sont très importantes afin de réajuster les systèmes en fonction de l'atteinte ou non des objectifs. »

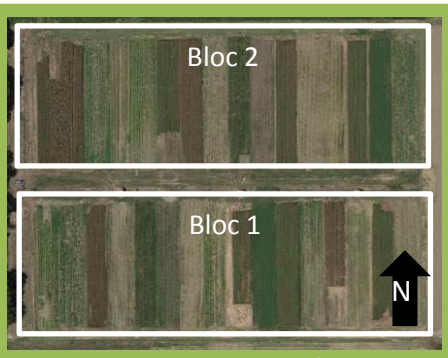
Systèmes DEPHY testés

Au-delà des objectifs de réduction de l'emploi de produits phytosanitaires (herbicides en particulier), l'ensemble des systèmes testés intègrent des objectifs environnementaux (réduction des pertes de pesticides et de nitrates, réduction des émissions de gaz à effets de serre (GES),…), économiques (marge semi-nette, marge brute,…) et en termes de temps de travail, à des niveaux variés en fonction des leviers agronomiques employés. Par exemple, l'objectif de réduction de l'IFT est plus faible pour les systèmes en travail du sol simplifié sur lesquels les objectifs de réduction d'émission de GES sont plus ambitieux (-50 %). Le choix a également été fait de proposer des systèmes qui maintiennent la monoculture tout en étant ambitieux en termes de réduction des intrants – en particulier des herbicides.

Nom du système	Années début-fin	Agriculture Biologique	Surface de la parcelle	Espèces du système de culture	Objectif de réduction d'IFT
MM-LI Monoculture "low input"	2010 - …	Non	0.30 ha	Maïs	50 %
MM-CT Monoculture semis direct	2010 - …		0.15 ha		10 %
MM-Still Monoculture strip-till	2010 - …		0.30 ha		10 %
RC Rotation courte	2010 - …		0.90 ha	Maïs - Orge - Soja - Blé tendre	50 %
MM-CT compost Monoculture semis direct	2014 - …		0.15 ha	Maïs	10 %

Dispositif expérimental et suivi

> Dispositif expérimental



Plan du dispositif

Répétition :

Chaque système est présent sur deux répétitions disposées en deux blocs randomisés complets. Pour la rotation courte, chaque année, chaque culture de la rotation est présente dans chacun des blocs.

Du fait d'un gradient d'argile présent sur le dispositif, pour les systèmes MM-LI, MM-Still et le système de culture de référence (MM-Conv), deux répétitions sont présentes en zone à tendance limoneuse et deux autres le sont sur la partie à tendance argileuse.

Système de référence :

Un système de référence (monoculture de maïs) est conduit en agriculture raisonnée : date de semis et indice de précocité de la variété classiques, fertilisation azotée avec objectif au potentiel local. Le labour est systématique et le désherbage exclusivement chimique en post-semis/prélevée complété par un rattrapage éventuel. Le sol était laissé nu durant l'hiver (uniquement broyage et enfouissement des cannes) jusqu'en 2015 où l'évolution de la règlementation a contraint à la mise en place d'une couverture hivernale.

Aménagements et éléments paysagers :

Du fait de la taille réduite des parcelles et donc de la difficulté à évaluer l'efficacité d'aménagements de type haies ou bandes enherbées, aucun dispositif de ce type n'est mis en place. Une haie est présente à l'ouest du dispositif mais avec une influence mineure sur les parcelles expérimentales.

> Suivi expérimental

Des tours de plaine réguliers sont réalisés afin de décider des opérations techniques à réaliser sur la période à venir. En termes d'observations, un suivi du développement des cultures est réalisé à l'aide de biomasses réalisées tout au long de la campagne et par la mesure du rendement. Les adventices sont particulièrement suivies par des identifications, biomasses et comptages effectués à trois temps de la culture de maïs (stade 8 feuilles, floraison et maturité). Des zones sans adventices ont été mises en place en 2014 afin d'évaluer l'impact de la flore résiduelle sur le rendement. Le suivi de la dynamique hydrique est réalisé pendant toute la culture du maïs et, en période de drainage, les plaques lysimétriques sont prélevées une fois par semaine. Sur chaque système, un suivi du sol régulier permet d'évaluer les évolutions du sol en termes de matière organique, pH et teneur en éléments majeurs.

Contexte de production

> Pédoclimatique

Météorologie	Type de sol	Comportement du sol
Climat atlantique dégradé. Pluviométrie annuelle moyenne de 635 mm sur la période 2011-2015.	Limono-argileux à argilo-limoneux (teneur en argile variant de 25 à 45 %). Profondeur du sol : 120 à 150 cm	Sol alluvionnaire : les excès d'eau en hiver créent de l'hydromorphie et provoquent régulièrement des phénomènes d'anoxie sur les cultures. Fortes fentes de retrait en été. Labour d'automne privilégié sur les parcelles avec teneur en argile >30 %. Sol avec une structure fragile

> Socio-économique

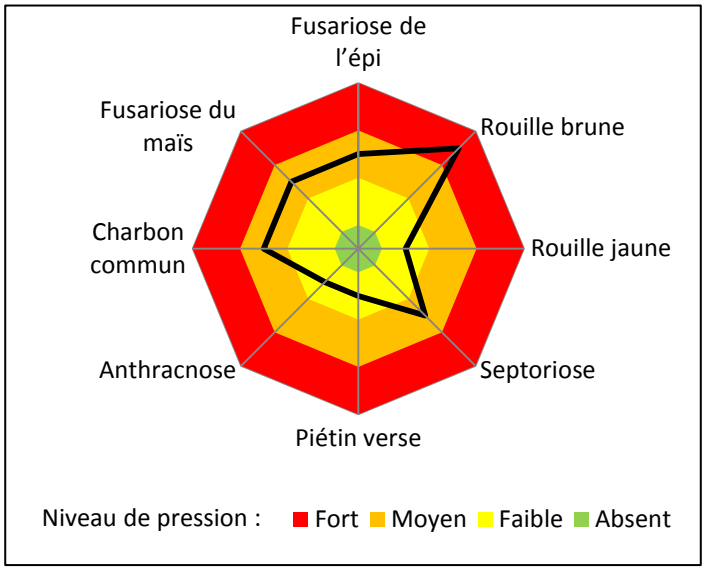
Contexte des grandes cultures céréalières : peu de cultures de diversification disponibles. Une filière émergente de soja pour l'alimentation humaine assure des débouchés avec une valorisation économique intéressante pour cette culture. Production de fourrages (excepté le maïs ensilage) quasi-inexistante dans la petite région.

> Environnemental

Le site se situe en zone vulnérable pour le nitrate, dans une plaine alluviale donc sans pente. Il se trouve dans une zone avec de forts enjeux sur la qualité des eaux de surface également du fait de la fréquence de détection et de quantification – au-dessus des normes de potabilité –des molécules herbicides utilisées sur le maïs (S-Métolachlore en particulier).
La zone est parcourue par de nombreux fossés nécessaires pour évacuer les excès d'eau hivernaux. Présence de quelques haies et de bosquets dans les environs proches du site d'essai.

> Maladies

Les maladies sont peu problématiques sur le site.
Sur le blé tendre, l'utilisation d'une variété tolérante à la plupart des maladies limite le recours aux fongicides.
Sur le soja et le maïs, les maladies sont peu présentes. Sur le soja, des attaques d'anthracnoses peuvent être provoquées par une irrigation mal gérée. Sur le maïs, de la fusariose peut provoquer une perte de rendement et de qualité du grain lors d'attaques de sésamie sur l'épi. Enfin, du charbon peut parfois se développer sur un nombre réduit de plantes.

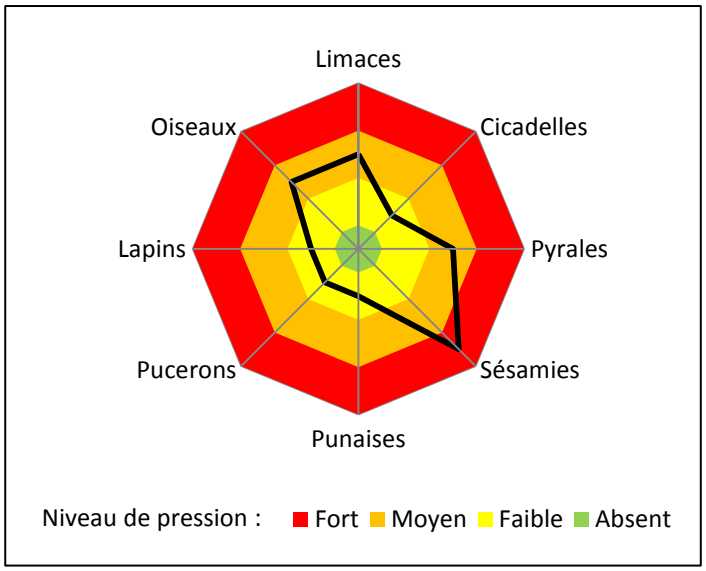


> Ravageurs

Sur le maïs, le ravageur le plus problématique est la sésamie qui est difficile à contrôler aussi bien chimiquement (fenêtre de tir très réduite ; insecticides non utilisés sur les systèmes de culture alternatifs mis en œuvre) que par des auxiliaires : les trichogrammes utilisés sur les systèmes de culture ne sont efficaces que sur la pyrale.

Sur le soja, les punaises peuvent attaquer la plante en fin de cycle mais les risques se situent davantage lors du semis où les oiseaux, puis les lapins, peuvent venir compromettre le rendement sans qu'il existe de solution simple à mettre en œuvre.

Les ravageurs sont quasi inexistants sur le blé tendre, peut-être du fait de la date de semis tardive.

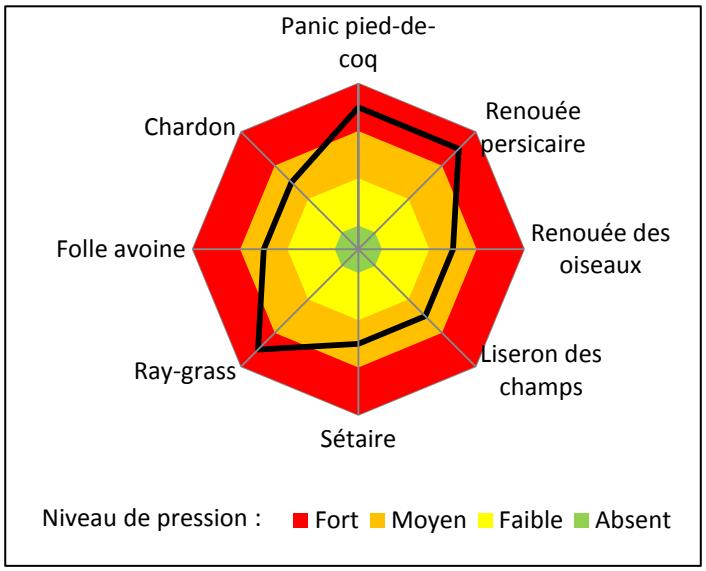


> Adventices

Les adventices sont les bioagresseurs qui impactent le plus le rendement sur le site d'essai. Dans les cultures de printemps, les renouées et les graminées estivales (panic pied-de-coq, sétaire et digitaire) sont particulièrement présentes mais parviennent à être maîtrisées. Les graminées ainsi que les liserons (des champs et des haies) sont problématiques sur les systèmes de culture avec réduction de travail du sol.

Les adventices les plus problématiques en culture d'hiver sont la folle avoine et surtout le ray-grass. Ce dernier est particulièrement difficile à gérer du fait de sa résistance à plusieurs familles d'herbicides et de sa faible sensibilité aux outils mécaniques. Le principal levier d'action pour lutter contre le ray-grass est donc la rotation.

Le chardon tend à se développer sur le site.



> Autres risques

Le premier risque abiotique concerne les fortes températures. En effet, une sécheresse lors du remplissage du grain peut fortement limiter le rendement du blé et de fortes chaleurs pendant le développement végétatif du maïs peuvent limiter son développement, malgré le recours à l'irrigation.

Pendant l'hiver et le printemps, des risques de remontée de nappes phréatiques peuvent provoquer l'hypoxie voire l'anoxie des plantes, ce qui limite leur développement végétatif – en particulier pour les céréales d'hiver.

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

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

ÉCOPHYTO RÉDUIRE ET AMÉLIORER L'UTILISATION DES PHYTOS

Liberté • Égalité • Fraternité RÉPUBLIQUE FRANÇAISE MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION

Liberté • Égalité • Fraternité RÉPUBLIQUE FRANÇAISE MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

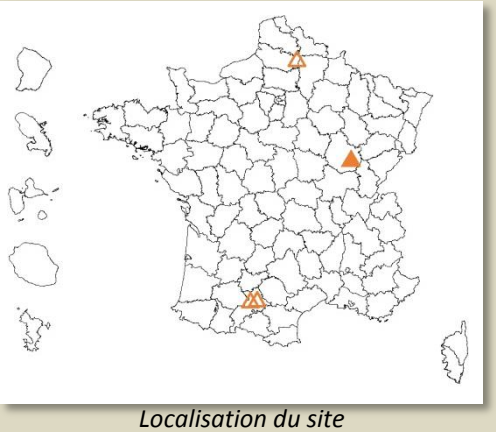
AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

Grandes Cultures

SITE EXPE

à la recherche de systèmes très économes en phytosanitaires

Projet : System-Eco-Puissance4 – Evaluation multicritère et modélisation quantitative de systèmes à faible usage de pesticides en réseau multi-sites



Localisation du site

Site : Dijon-Epoisses

Localisation : INRA - Dijon-Epoisses - 21110 BRETENIERES
(47.236482, 5.097545)

Contact : **Nicolas MUNIER-JOLAIN** (nicolas.munier-jolain@dijon.inra.fr)

Site en station expérimentale

INRA Dijon-Epoisses

L'expérimentation DEPHY-EXPE est située sur le Domaine INRA de Dijon-Epoisses, qui dispose d'environ 120 ha dédiés à l'expérimentation en grandes cultures, notamment aux essais de sélection et d'évaluation variétale. 21 ha sont affectés aux expérimentations 'systèmes' ECOPHYTO : 17 ha pour SYSTEM-ECO^4, 4 ha pour Res0Pest.

Cinq parcelles de SYSTEM-ECO^4 sont équipées depuis 2012 de plaques lysimétriques et de bougies poreuses pour suivre les transferts de molécules pesticides dans les eaux de percolation. Ces dispositifs sont suivis par les enseignants-chercheurs d'Agrosup-Dijon.

Une réflexion est actuellement en cours sur la mise en place d'une grosse expérimentation sur des systèmes agroécologiques à l'échelle du paysage.

Historique et choix du site

Le site est impliqué depuis 2000 dans l'expérimentation sur les systèmes de culture, orientés à l'époque sur la gestion de la flore adventice avec peu d'herbicides, en lien avec l'équipe de recherche locale sur la flore adventice. Les systèmes testés ont peu évolué depuis, ce qui donne un recul suffisant pour analyser les effets sur les communautés adventices. Un système (S2) est passé du travail du sol superficiel sans labour à une stratégie de semis direct sous couvert végétal en 2007. Par ailleurs, la betterave qui était intégrée dans le système S4 a été abandonnée au moment de la fermeture de la sucrerie locale. Le site est entré dans DEPHY EXPE en 2012.

Le site est représentatif des sols argilo-calcaire profonds à fort potentiel. Il bénéficie à la fois de l'expérience des expérimentateurs dans la conduite de systèmes ECOPHYTO, et d'une gamme de matériel adapté et diversifié pour la conduite de tels systèmes.

Interactions avec d'autres projets

Les données issues des instrumentations sont utilisées dans le cadre du projet ECOPEST visant à améliorer les performances des modèles de simulation des transferts de pesticides vers les différents compartiments de l'environnement.

Par ailleurs, l'essai a été valorisé dans le cadre de méta-analyses avec d'autres expérimentations 'systèmes' (lien entre pesticides et rendement).

Le mot du responsable de site

« L'expérimentation SYSTEM-ECO^4 de Dijon-Epoisses a été une pionnière des expérimentations systèmes sur la gestion de la flore adventice. Elle se caractérise notamment par une succession culturale diversifiée selon des principes explicites, mais sans rotation figée a priori. Les objectifs initiaux étaient principalement de montrer l'efficacité de l'agronomie pour gérer les adventices avec peu d'herbicides, ce qui n'était pas évident au départ. Du coup, les objectifs économiques étaient secondaires. Il faudrait faire évoluer les systèmes pour mieux les prendre en compte. »

Systèmes DEPHY testés

Les systèmes testés couvrent à la fois deux options opposées pour réduire la dépendance aux pesticides (couverture végétale et absence de travail du sol *vs.* systèmes à forte intensité de travail du sol), et un gradient d'intégration de leviers et d'objectifs de réduction d'usage d'herbicides (de S3 à S5). Initialement, la conception était centrée sur la réduction d'usage d'herbicides, mais les choix techniques sont cohérents avec la réduction de toutes les familles de pesticides.

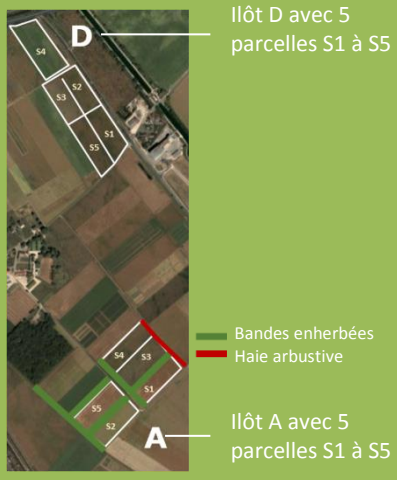
Nom du système	Années début-fin	Agriculture Biologique	Surface de la parcelle	Espèces du système de culture	Objectif de réduction d'IFT
Semis Direct Sous Couvert (S2)	2007 - …	Non	≈ 4 ha	Colza - Blé - Orge P - Soja - Triticale+Féverole	30 %
PI sans désherbage mécanique (S3)	2001 - …		≈ 4 ha	Colza - Triticale - Soja - Blé - Orge P - Triticale+Féverole	50 %
PI avec désherbage mécanique (S4)	2007 - …		≈ 4 ha	Colza - Blé - Soja - Orge P - Triticale+Féverole	50 %
Sans herbicide (S5)	2001 - …		≈ 4 ha	Colza - Triticale - Orge P - Tournesol - Blé - Luzerne	80 %

Dispositif expérimental et suivi

> Dispositif expérimental

Répétition :

Chaque système (ou corps de règles de décision) est appliqué sur 2 parcelles (soit 2 répétitions) de 1.7 ha en moyenne, réparties sur deux îlots différents (A et D). Il y a un décalage dans la succession entre les deux répétitions de chaque système (deux termes de la succession présents chaque année). Les deux répétitions ne subissent donc pas le même scénario climatique.



Plan du dispositif

Système de référence :

Une rotation (S1) « Colza-Blé-Orge H » est pilotée selon une logique d'agriculture raisonnée (date de semis classique, interventions phytosanitaires au seuil, fertilisation azotée avec objectif au potentiel). Jusqu'en 2014, ce système était labouré tous les ans. Aujourd'hui, le semis du blé se fait sans labour.

Aménagements et éléments paysagers :

Des bandes enherbées ont été aménagées pour séparer certaines parcelles d'un des îlots. Une haie arbustive d'espèces diversifiées favorisant les pollinisateurs et les oiseaux a été installée en bordure de dispositif en 2013.

> Suivi expérimental

Des tours de plaine sont effectués chaque semaine pour prendre les décisions tactiques (équipe 'conduite'). La flore adventice levée est caractérisée 2 fois par campagne (avant et après désherbage), indépendamment des prises de décision (équipe 'laboratoire') : comptage sur cadres de 0.6 m² et notation qualitative d'abondance sur 8 stations de 16 m². Le ratio de biomasse aérienne entre les adventices et la culture est mesuré une fois par an (typiquement à la floraison de la culture). La variabilité intraparcellaire du rendement est mesurée par un capteur GPS sur la moissonneuse. En période de drainage, les eaux de percolation issues des plaques lysimétriques et bougies poreuses sont collectées deux fois par semaine. Au cours de l'histoire du dispositif, des prélèvements de sols ont été effectués à plusieurs reprises pour mesurer l'évolution du stock semencier, l'évolution de la teneur en matière organique, pour caractériser la flore microbienne et les abondances de vers de terre.

Contexte de production

> Pédoclimatique

Météorologie	Type de sol	Comportement du sol
Climat continental. Pluviométrie annuelle 760 mm. Printemps sec (surtout ces dernières années, été chaud, hiver froid en janvier février).	Argilo-calcaire moyennement profond (îlot D, 60 cm) à profond (îlot A, 90 cm). Teneur en argile de 35 à 45 %.	Sol argileux très plastique en hiver, très compact en été, mais très sensible à la fragmentation par l'alternance gel-dégel. Fortes fentes de retrait en été.

> Socio-économique

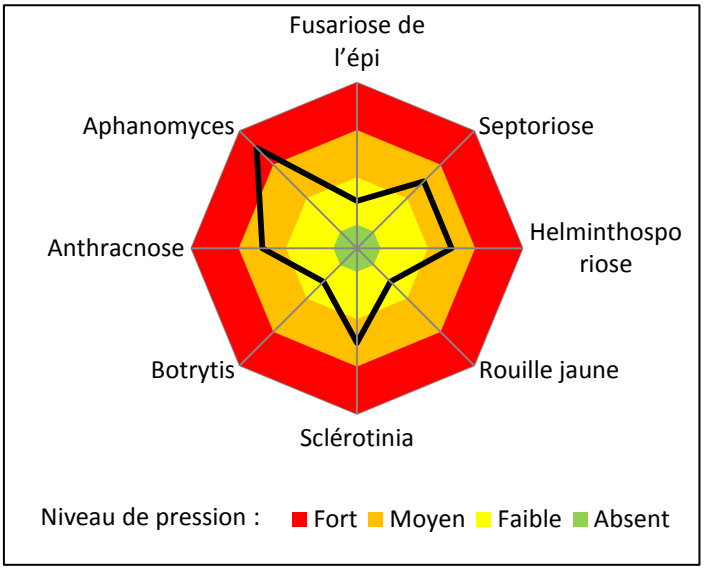
Le contexte est celui de grandes cultures céréalières avec peu de diversité dans les débouchés. La diversification par la moutarde est possible mais limitée en surface. La région est un terroir de production de blé de bonne qualité boulangère. Il y a peu de débouchés pour les productions fourragères. La diversification des rotations est donc une rupture forte pour la région.

> Environnemental

Le site est en zone vulnérable pour les nitrates. Il n'y a pas de relief, donc peu de risques de ruissellement.
Le site est irrigable, et la ressource en eau est peu limitante, surtout depuis que la betterave, qui était une culture consommatrice en eau d'irrigation, a quitté la région en 2007.
Le paysage est un paysage de plaine céréalière avec peu de haies ou d'aménagements paysagers favorables à la biodiversité, mais présence de bois et bosquets assez réguliers.

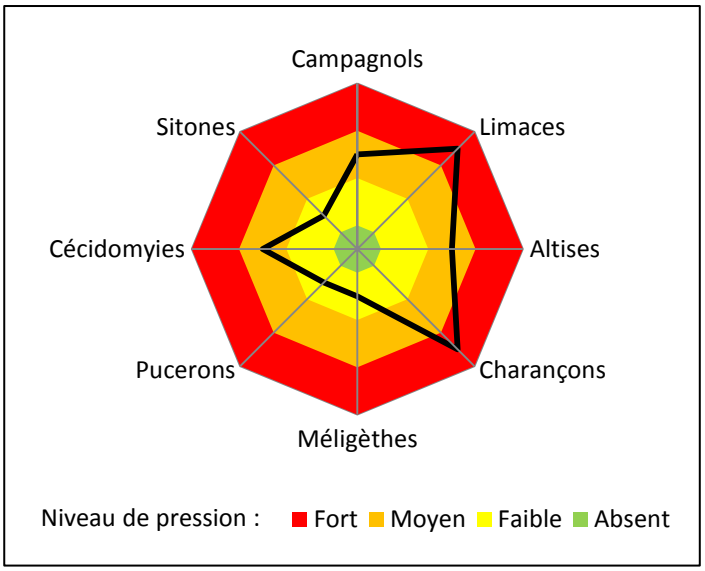
> Maladies

Les niveaux de pression en maladies sont modérés du fait des printemps plutôt secs.
Les principales maladies sont : fusariose et septoriose (blé), helminthosporiose (orge), rouille jaune (triticale), sclerotinia (colza), mildiou, botrytis, anthracnose (pois, féverole). L'aphanomyces est très présent sur le pois, en raison de l'historique du domaine pour la sélection variétale de pois.



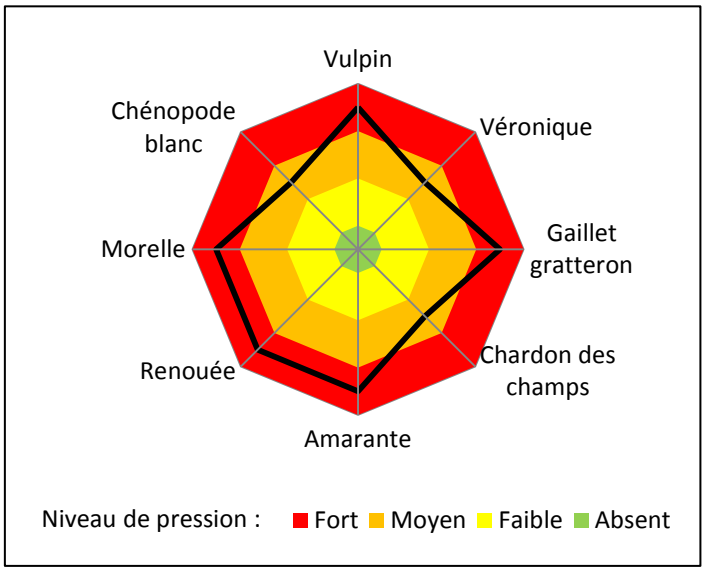
> Ravageurs

Les ravageurs se concentrent plutôt sur les colzas. Les limaces font des dégâts très fréquents sur les colzas, en particulier en systèmes sans labour. Les altises et charançons de la tige et du bourgeon terminal représentent régulièrement de fortes pressions. Les risques sont moindres pour les méligèthes qui semblent en outre en régression. Les campagnols font de gros dégâts dans les systèmes de semis direct sous couvert. Les pucerons sont peu fréquents en céréales, alors que les cécidomyies semblent en progression. En pois et féverole, les sitones et les bruches sont les ravageurs les plus fréquents.



> Adventices

Dans les cultures d'hiver, la pression adventice est dominée par le vulpin, les véroniques, la stellaire, la capselle. Le gaillet grateron est en progression, de même que le chardon des champs. Du fait de l'historique ancien des parcelles, les adventices de printemps-été sont très abondantes : renouée des oiseaux, renouée persicaire, chénopode blanc, morelle noire, amarante réfléchie, panic pied-de-coq.



> Autres risques

Sangliers : des « labours » par des sangliers sont fréquents, en particulier sur les parcelles en semis direct sous couvert végétal.

Inondations : certaines parcelles du dispositif ont été inondées plusieurs semaines en novembre 2014, détruisant complètement les cultures en place.

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.

Grandes Cultures

SITE EXPE

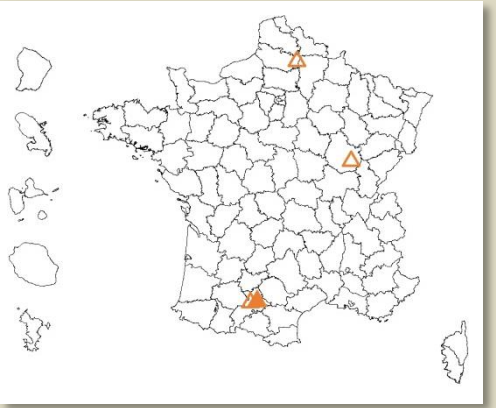
à la recherche de systèmes très économes en phytosanitaires

Projet : System-Eco-Puissance4 – Evaluation multicritère et modélisation quantitative de systèmes à faible usage de pesticides en réseau multi-sites

Site : Toulouse-Auzeville

Localisation : INRA - Toulouse-Auzeville - 24 Chemin de Borde Rouge – Auzeville - 31326 CASTANET-TOLOSAN (43.528283, 1.500181)

Contact : **Eric JUSTES** (eric.justes@toulouse.inra.fr)
Catherine BONNET (catherine.bonnet@toulouse.inra.fr)
Didier RAFFAILLAC (didier.raffaillac@toulouse.inra.fr)



Localisation du site

Site en station expérimentale

INRA Toulouse-Auzeville

Deux projets ECOPHYTO basés sur deux essais 'système de culture' sont représentés sur Auzeville près de Toulouse :

- SYSTEM-ECO4, sur 6 ha (domaine expérimental INRA),
- Res0Pest, sur 3 ha (ferme du Lycée Agricole), co-géré par l'INRA et le Lycée.

Le dispositif MicMac-design contribuant au projet SYSTEM-ECO4 comporte 18 parcelles équipées depuis 2011 d'enceintes mesurant les émissions de N_2O et de plaques lysimétriques, pour suivre les transferts de molécules pesticides et de nitrate.

Cet essai arrive dans sa dernière année (6 ans) en 2016, après 2 rotations triennales, ce qui va permettre d'évaluer la variabilité des résultats en fonction du climat.

Des discussions sont en cours sur les prototypes qui seront testés au-delà, mais qui seront toujours basés sur une forte réduction des pesticides et l'utilisation des cultures intermédiaires « multi-services ».

Historique et choix du site

De 1995 à 2002, le site a accueilli des expérimentations du projet Systèmes de Grandes Cultures Intégrés (SGCI). L'essai était composé de micro-parcelles testant différentes cultures et différents ITK.

Les essais « systèmes » se sont poursuivis avec le projet Légumineuses Bas Intrants (LGBI), de 2003 à 2010 dans le cadre du projet européen GLIP. Les objectifs étaient la modélisation du cycle de l'azote, l'introduction des légumineuses et des couverts en interculture dans les systèmes de culture, et l'évaluation multicritère de ces systèmes. La structure parcellaire mise en place en 2003 est actuellement celle utilisée pour l'essai MicMac-design.

De 2011 à 2013, de nouveaux prototypes ont été conçus dans le projet ANR MicMac-Design avec pour objectifs : la réduction des produits phytosanitaires (objectif Ecophyto) et l'utilisation de leviers agroécologiques (cultures associées et mélanges variétaux, etc.).

De 2014 à 2016, les expérimentations ont continué après un réajustement des cultures et ITK, dans le cadre de SYSTEM-ECO4.

Interactions avec d'autres projets

-Projet à la base de l'essai : ANR MicMac-design (E. Justes, coord.)
-Projet ADEME : EFEMAIR (J. Léonard, coord.) et CiCC (E.Justes, coord.)
-Projet ECOPHYTO : PSPE PERFORM et ECOPEST (L. Mamy, coord.)
-Projet européen FP7 : LEGATO (R. Thompson, coord.)
-Projet ERA-Net européen Climate-CAFE (E. Justes, coord.)

Le mot du responsable de site

« L'expérimentation MicMac-design de l'INRA à Auzeville est composée de prototypes de SdC basés sur une forte diversification de la succession blé dur – tournesol, deux espèces emblématiques du Lauragais et importantes pour les filières de la région. Les objectifs sont une forte réduction de l'utilisation des pesticides tout en maintenant la marge brute et en évitant de dégrader les conditions de travail. En 2016, après 6 ans d'essai (2 cycles d'une rotation de 3 ans), notre objectif est de réaliser un bilan détaillé des résultats pour déterminer les leviers et techniques efficaces pour réduire fortement l'utilisation des pesticides, et identifier les marges de progrès potentielles restantes. »

Systèmes DEPHY testés

Les systèmes testés ont pour objectif la réduction de l'utilisation d'intrants chimiques et notamment de pesticides, en privilégiant les techniques de désherbage mécanique pour limiter les herbicides et différentes autres techniques pour réduire les autres pesticides. Les six systèmes de culture ont chacun des objectifs propres :

(1) « Production Intégrée » (PI) avec et sans culture intermédiaire (CI) : réduire de 50 % l'IFT à échelle de la rotation, par l'introduction d'une culture rustique et en déclenchant les traitements fongiques avec des seuils d'intervention objectifs par rapport aux potentiels dégâts des bioagresseurs ;

(2) « Très bas intrants » (TBI) avec et sans CI : réduire de plus 75 % l'IFT en utilisant la complémentarité de différentes variétés pour résister ou limiter les dommages et dégâts des différentes maladies ;

(3) « Agro-écologique » (AE) avec et sans CI : réduire au maximum l'IFT en utilisant la complémentarité de différentes espèces associées (légumineuses et non légumineuses) pour limiter les dégâts des bioagresseurs.

Nom du système	Années début-fin	Agriculture Biologique	Surface de la parcelle	Espèces du système de culture	Objectif de réduction d'IFT
Rotation PI	2011-2016	Non	0,3 ha	Sorgho - Tournesol - Blé dur	50 %
Rotation PI-CI	2011-2016		0,3 ha		50 %
Rotation TBI	2011-2016		0,3 ha	Tournesol - Féverole hiver - Blé dur	80 %
Rotation TBI-CI	2011-2016		0,3 ha		80 %
Rotation AE	2011-2016		0,3 ha	Tournesol+Soja - Blé dur+Pois hiv. - Blé tendre+Féverole hiv.	100 %
Rotation AE-CI	2011-2016		0,3 ha		100 %

Dispositif expérimental et suivi

> Dispositif expérimental

Plan du dispositif

Répétition :

L'essai comporte 3 blocs de 3 grandes parcelles. Chaque culture de chaque prototype est représentée dans un des trois blocs de telle façon que les trois cultures du système soient cultivées chaque année. Chaque parcelle élémentaire est divisée en deux, l'une reste en sol nu (SN) pendant l'interculture, sur l'autre, une culture intermédiaire (CI) est implantée. Il y a deux modules de mesures par sous-parcelle pour une prise en compte de l'hétérogénéité spatiale du dispositif.

Système de référence :

Le système de référence « Tournesol-Blé dur » est représenté dans le dispositif et des parcelles du domaine expérimental INRA d'Auzeville et des références régionales sont utilisées pour comparer les performances.

Aménagements et éléments paysagers :

Les parcelles de l'essai sont situées à l'intérieur du domaine d'Auzeville. Elles sont entourées de bandes enherbées avec des fossés de drainage à proximité. Il n'y a pas d'infrastructure paysagère.

> Suivi expérimental

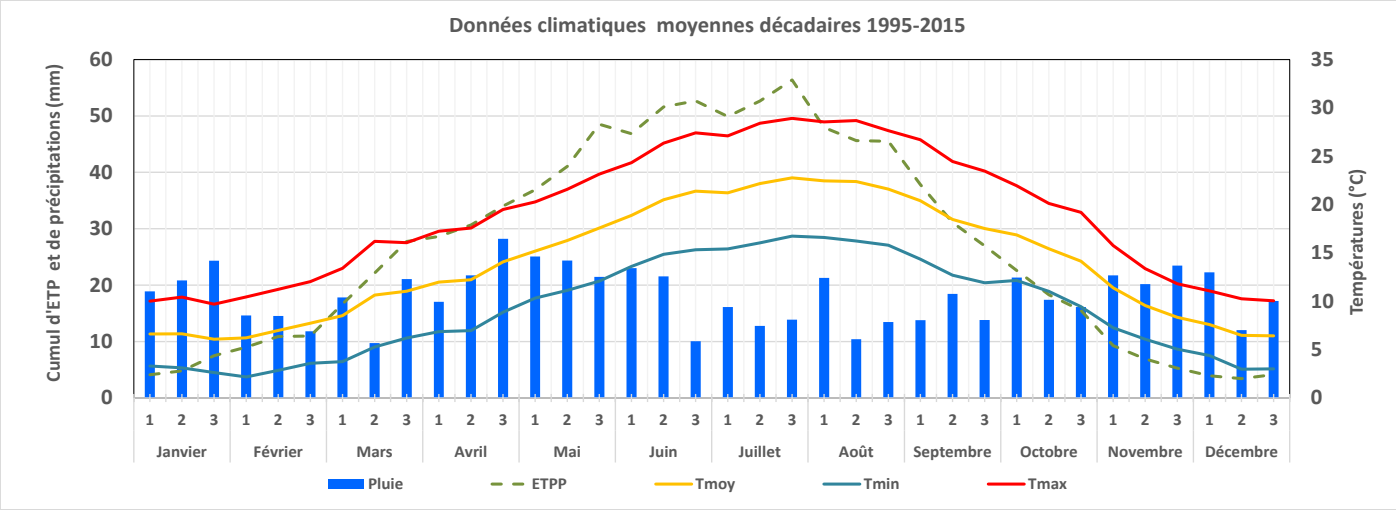
Pour prendre les décisions sur la conduite des cultures, des tours de plaine sont effectués toutes les semaines. La flore adventice est relevée deux fois par campagne, avant et après chaque désherbage (mécanique ou chimique). Des prélèvements de plantes sont réalisés 2 à 3 fois par saison pour des mesures d'azote absorbé et de biomasse à différents stades de développement (récolte comprise). Un contrôle de rendement est fait à la moissonneuse batteuse, complété par l'analyse des composantes du rendement. Des relevés de densité à la levée, de hauteur de plante, de contrôle de nodosités sur légumineuses et de bioagresseurs (maladie et ravageurs) sont également réalisés une fois pendant la campagne. Trois fois dans la saison, des prélèvements de sols sont effectués afin de doser la concentration en nitrates et en ammonium et mesurer l'état hydrique du sol sur 120 cm.

Des plaques lysimétriques et des bougies poreuses sont installées sur le dispositif permettant de déterminer l'azote nitrique et les pesticides lixiviés. Des chambres climatiques mesurent en continue l'émission des gaz à effet de serre (N_2O) sur plusieurs parcelles.

Contexte de production

> Pédoclimatique

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	Alluvions de bas de coteaux pour partie argilo-calcaire	Sol argilo-limoneux très compact avec de fortes fentes en été



> Socio-économique

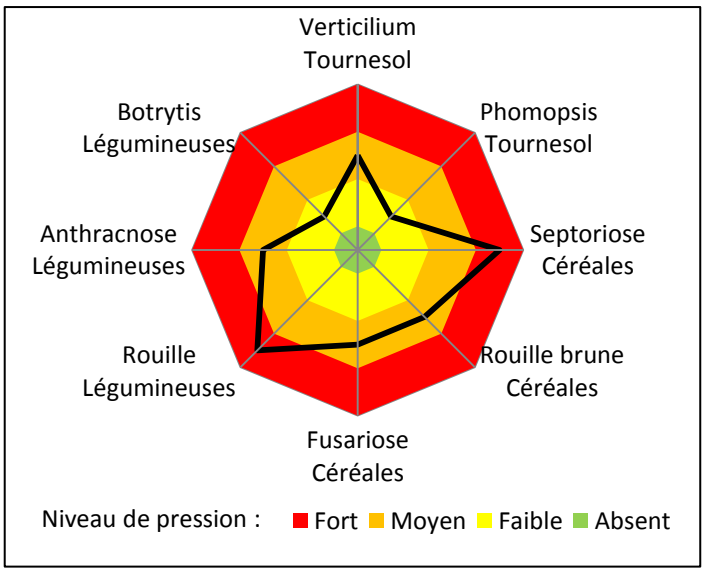
Le Lauragais est dominé par les grandes cultures céréalières avec des oléagineux (tournesol, colza, soja), du sorgho et la culture principale qui est le blé dur avec 34 % de la SAU du département de la Haute-Garonne, soit près de 20 % de la production nationale. Dans l'essai, l'introduction de légumineuses et de cultures associées est en rupture importante avec le contexte régional, de même que l'implantation de cultures intermédiaires en été.

> Environnemental

Le domaine expérimental d'Auzeville se trouve en bordure du Canal du Midi et à proximité de quartiers résidentiels des communes de Castanet-Tolosan et d'Auzeville. Situé en zone vulnérable nitrate, comme la majeure partie des zones de grandes cultures de la région, c'est un paysage de plaine céréalière avec relief modéré et vallée, proche du milieu urbain avec peu de haies ou d'aménagements paysagers.

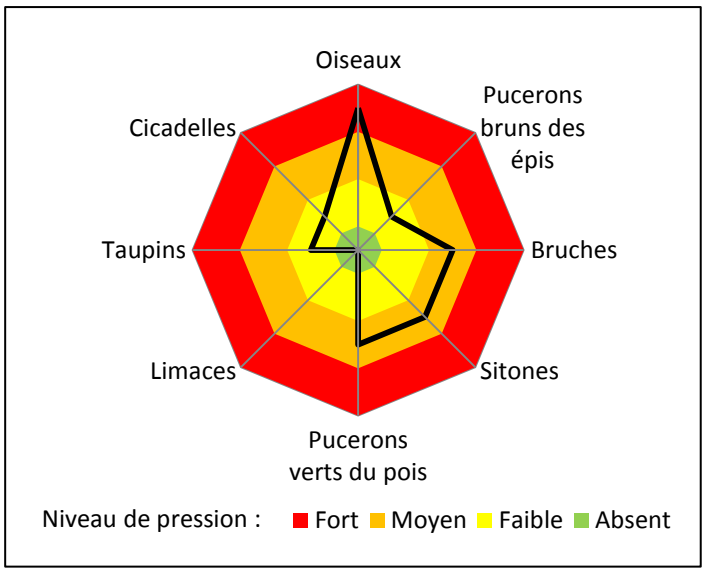
> Maladies

L'effet des printemps humides se ressent dans l'apparition des maladies.
Sur le tournesol, on peut noter des épisodes d'apparition de verticilium, de phoma et phomopsis. Pour les céréales, la septoriose et la rouille brune sont les principales maladies. Pour les légumineuses, la rouille peut provoquer des dégâts importants. On observe également l'anthracnose et le botrytis pour ces légumineuses qui sont finalement très sensibles aux maladies dans ce contexte régional.



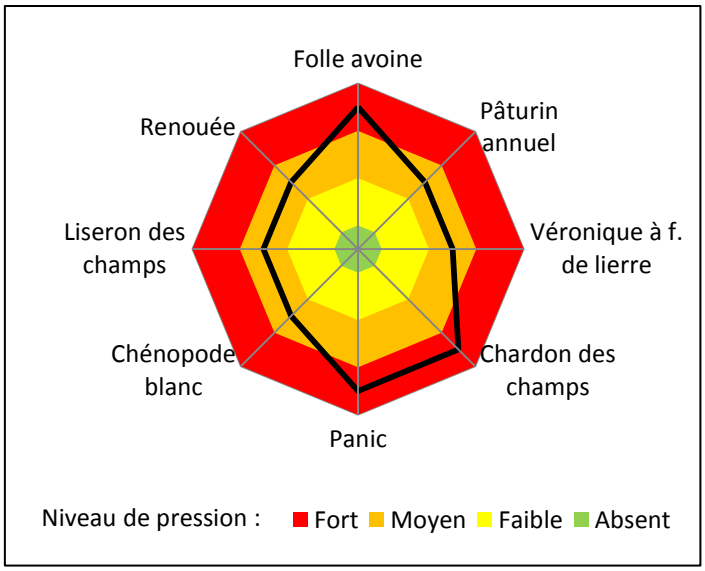
> Ravageurs

Globalement, la pression des ravageurs est faible. On observe la présence de pucerons bruns des épis sur les blés, le triticale et le sorgho.
Sur les légumineuses, on peut noter la présence de bruches et de sitones et de pucerons verts sur le pois d'hiver.
Sur le tournesol, les oiseaux sont un redoutable ravageur des plantules et peuvent occasionner des dégâts très importants, à la levée mais aussi à la maturité.



> Adventices

Les principales adventices des cultures d'hiver sont la renoncule des marais, la folle avoine, le pâturin annuel et la véronique à feuille de lierre.
Pour les cultures d'été, la pression des adventices est majoritairement due à la présence de renouées, du chénopode blanc, du panic et de liseron.
Le chardon des champs est en progression sur l'essai, aussi bien en situation de culture d'hiver que d'été.



> 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 l'évapotranspiration et le déficit hydrique.
Pendant l'hiver, lors d'épisodes de fortes précipitations, certaines parcelles sont temporairement saturées d'eau dans les parties limoneuses, entrainant un affaiblissement des cultures.

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.

SITE EXPE

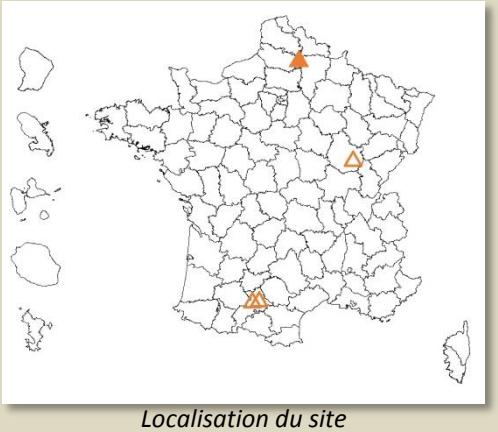
à la recherche de systèmes très économes en phytosanitaires

Projet : System-Eco-Puissance4 – Evaluation multicritère et modélisation quantitative de systèmes à faible usage de pesticides en réseau multi-sites

Site : INRA - Estrées-Mons

Localisation : INRA - Chaussée Brunehaut - 80200 ESTREES-MONS (49.877895, 3.022408)

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 du Président de Centre INRA. 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 initiée par l'Unité Expérimentale en collaboration avec Agro Transfert Ressources et Territoires dans les années 2000. Suite à plusieurs projets de transfert régionaux, il est apparu difficile de réduire fortement les herbicides dans les exploitations de la région et les partenaires régionaux ont souhaité expérimenter en station des systèmes en rupture forte sur la réduction des herbicides.

L'essai est implanté sur le site d'un ancien essai système sur la structure du sol permettant de bénéficier d'un historique en non labour sur une partie du dispositif.

Interactions avec d'autres projets

Les données de pratiques sont utilisées dans le cadre du projet ECOPEST visant à améliorer les performances des modèles de simulation des transferts de pesticides vers les différents compartiments de l'environnement.

Le mot du responsable de site

« Après quatre années d'expérimentation, les objectifs de baisse d'herbicide sont atteints pour les modalités à -50 % d'IFT avec toutefois des difficultés sur la partie non labour qui nécessite plus de passages d'outils (mécanique et faux semis). La mise en application de tels systèmes nécessite d'acquérir un nouveau savoir-faire pour l'agriculteur, un parc matériel adapté et faire preuve de réactivité pour intervenir sur des créneaux réduits.

Pour les modalités à objectif -70 % d'IFT, les systèmes sont encore en mode exploratoire avec des techniques innovantes qui restent à ajuster (association d'espèces) ou avec des cultures qui ne correspondent pas aux exigences de filières locales. »

Systèmes DEPHY testés

Les systèmes testés couvrent des systèmes de type SCOP (Surface en Céréales Oléo-Protéagineux) que l'on peut trouver dans la moitié nord de la France, de plus en plus conduits en non-labour. Ils couvrent aussi des systèmes betteraviers fréquemment rencontrés au nord du Bassin Parisien. La conception des systèmes est centrée sur la réduction de l'usage des herbicides, tout en maintenant un faible usage des autres produits phytosanitaires selon les principes de la Production Intégrée. Dans chaque type de système, deux niveaux de réduction d'usage des herbicides sont visés : -50 % (Ecophyto 1) et -70 % (Ecophyto 2) de l'IFT de référence régional picard. Dans les systèmes SCOP, la contrainte est de maintenir le non-labour. Pour les modalités Ecophyto 1, la contrainte est de maintenir des cultures correspondant aux filières locales.

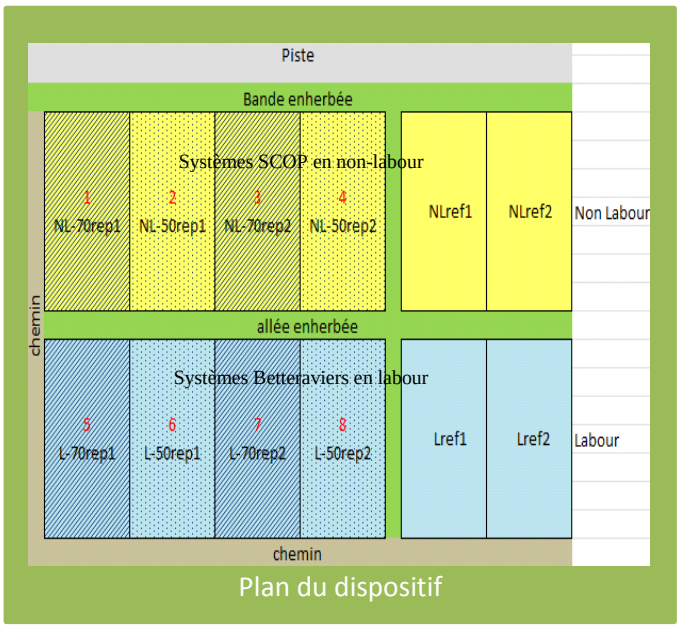
Nom du système	Années début-fin	Agriculture Biologique	Surface de la parcelle	Espèces du système de culture	Objectif de réduction d'IFT
SCOP Ecophyto1	2012 - …	Non	0,6 ha	Colza - Maïs - Blé - Pois P - Orge P	50 %
SCOP Ecophyto2	2012 - …		0,6 ha	Colza + légumineuse - Blé + trèfle - Maïs - Blé - Lin P - Orge P + Pois P	70 %
Betteravier Ecophyto1	2012 - …		0,6 ha	Betterave - Blé - Pois P - Colza - Orge P	50 %
Betteravier Ecophyto2	2012 - …		0,6 ha	Betterave - Blé - Colza - Luzerne	70 %

Dispositif expérimental et suivi

> Dispositif expérimental

Répétition :

Chaque système (ou corps de règles de décision) est mis en place sur 2 parcelles soit 2 répétitions, de 0 ,6 ha en moyenne. Cela laisse la possibilité de tester différentes mises en œuvre des règles de décision si cela s'avère nécessaire.



Plan du dispositif

Systèmes de référence :

Un système de référence est présent dans chaque type de système avec une rotation Colza-Blé-Orge H pour le système SCOP et une rotation Betterave-Blé-Colza-Blé pour le système betteravier. Les systèmes de référence sont conduits selon une logique d'agriculture raisonnée (date de semis classique, interventions phytosanitaires au seuil, fertilisation azotée avec objectif au potentiel).

Aménagements et éléments paysagers :

Il n'y a pas eu d'aménagements spécifiques mis en place pour l'essai. Toutefois, des bandes enherbées sont présentes entre les 2 blocs labour et non-labour, ainsi qu'au nord du dispositif.

> Suivi expérimental

Des tours de plaine sont réalisés régulièrement par le pilote de l'essai avec l'équipe technique (chef de cultures, intervenants pour les interventions notation/prélèvement) et un conseiller de la Chambre d'agriculture pour prendre les décisions tactiques. Des suivis de flore adventice sont réalisés plusieurs fois dans l'année (interculture, avant/après désherbage, avant récolte) par des comptages à partir de quadra et des notes d'abondance sur des stations géo-référencées. Des suivis des cultures (stades, attaques de bioagresseurs, composantes de rendement) sont réalisés tout au long de la campagne culturale.

Contexte de production

> Pédoclimatique

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

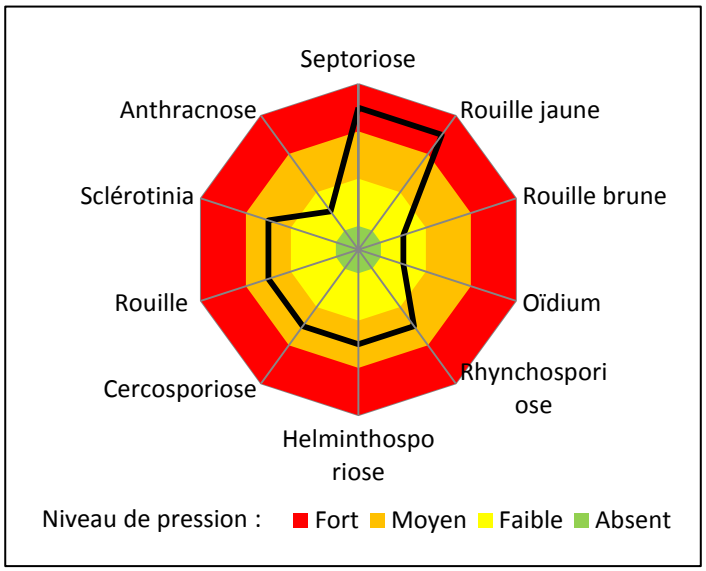
La région bénéficie d'un contexte où de nombreuses filières sont présentes que ce soit dans les grandes cultures que dans les cultures industrielles de plein champ. Les cultures industrielles génèrent une forte rentabilité avec des exploitations qui ont des systèmes très intensifs en cultures industrielles, 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 est 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, betteraves 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, 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.

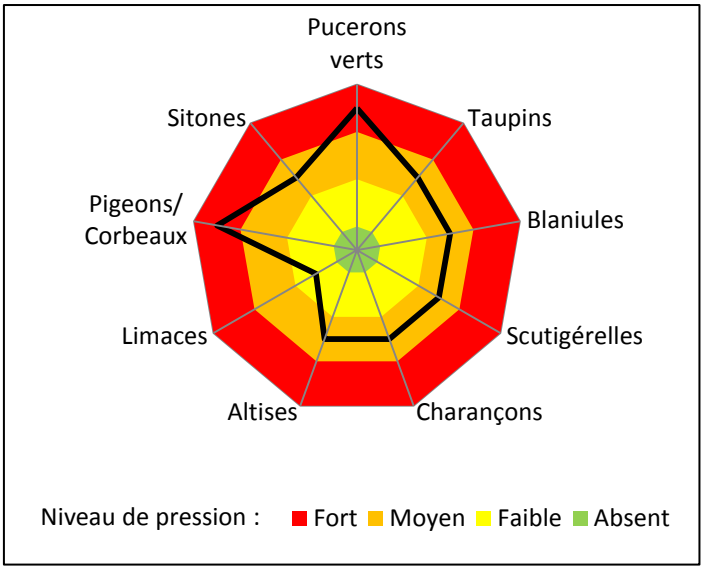
> Maladies

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 qx/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 sclérotinia est la principale maladie. Les pois de printemps peuvent être touchés par l'anthracnose.



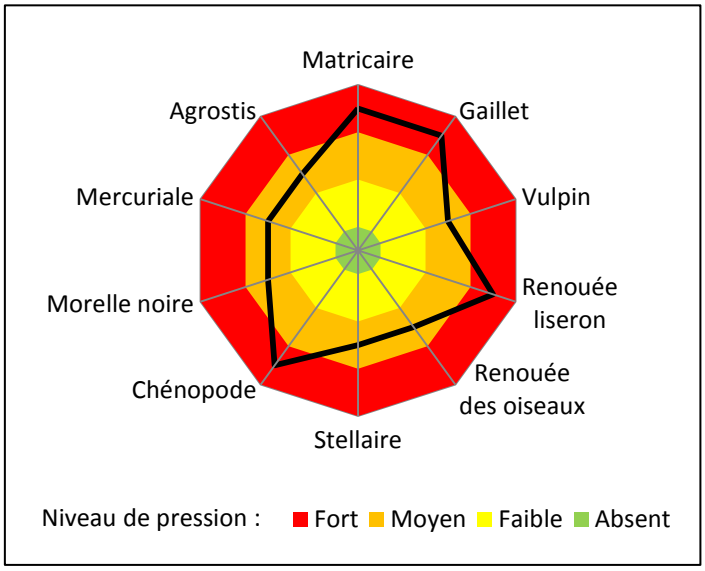
> Ravageurs

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 avec 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 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.