



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

Site : Nouzilly

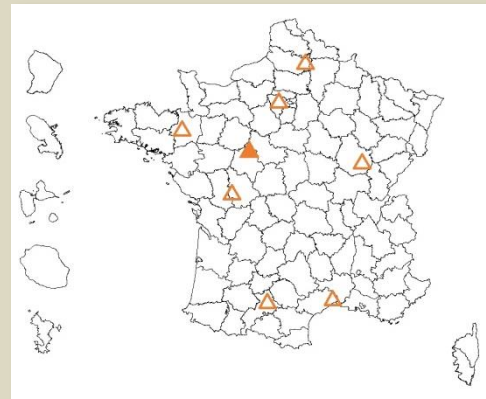
Localisation : INRA - Domaine de l'Orfasière

37100 NOUZILLY

(Latitude : 47.55146 / Longitude : 0.788097)

Système DEPHY : RésOPest Nouzilly

Contact : Antoine SAVOIE (antoine.savoie@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 0,5 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 :



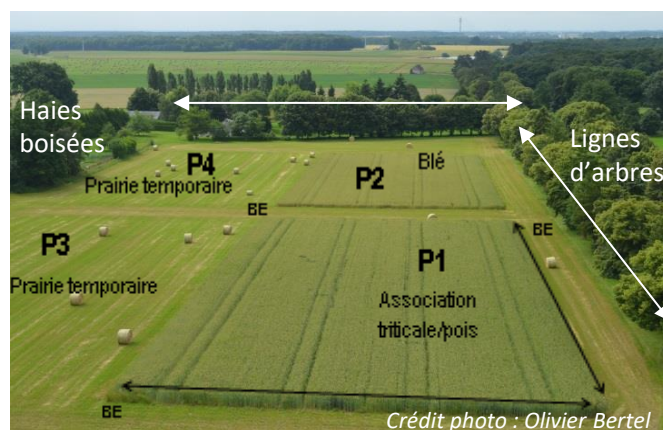
CIPAN = Culture Intermédiaire Piège à Nitrates ; Blé TH = Blé tendre d'hiver

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 nitrates, 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.



Crédit photo : Olivier Bertel
Dispositif Rés0Pest de Nouzilly, assaielement 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	Maîtrise des adventices	IFT	Marge semi-nette
Maximiser une production commerciale et fourragère de qualité.	- Salissement n'occasionnant pas de pertes de rendement. - Absence de vivaces, notamment rumex.	Zéro pesticides (hors stimulateurs des défenses naturelles et moyens biologiques répertoriés dans l'index ACTA).	Le maintien du revenu de l'agriculteur est visé.
	Maîtrise des maladies et ravageurs	Autres impacts	Autres impacts
	Maintenir les maladies et les ravageurs à des niveaux de dégâts qui permettent d'atteindre les rendements et les normes de qualité visés.	Limitier les impacts environnementaux autres que ceux liés aux pesticides (pertes de nitrates, consommation d'énergie, conservation de la biodiversité, ...).	Pas d'objectifs fixés mais évaluation de la durabilité sociale avec MASC 2.0 (voir ci-dessous).

Les systèmes de culture du réseau expérimental Rés0Pest 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** (septorioses 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

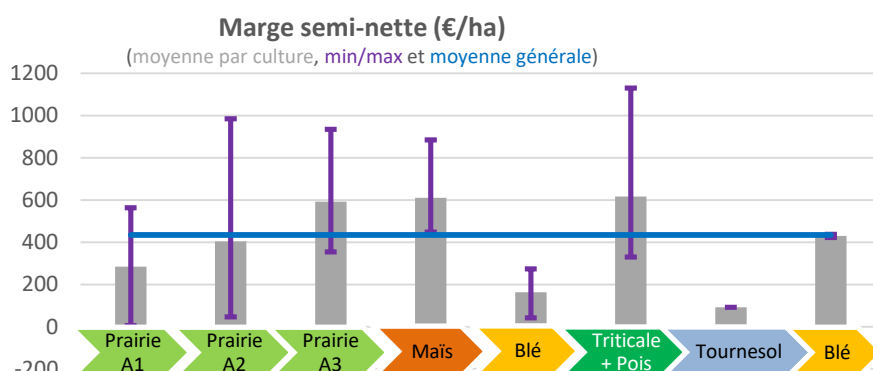
Culture	Objectif de rendement	Moyenne	2013	2014	2015	2016	2017
Prairie Temporaire	8t MS/ha	7,5	9,1	9,7	6,2	6,5	3,5
Blé tendre n°1	60 q/ha grain t/ha paille	55,6 4,1	-	36,4 (82) -	55,6 (85) 5,14	-	74,8 (91) 7,1
Maïs ensilage	12 t MS/ha	9,71	-	-	9,03	6,3 (10,5)	13,8
Triticale + Pois F.	60 q/ha grain t/ha 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 météo** expliquent la **forte variabilité** observée en **prairie**. Les rendements en **triticale/pois** était très bas en 2016.

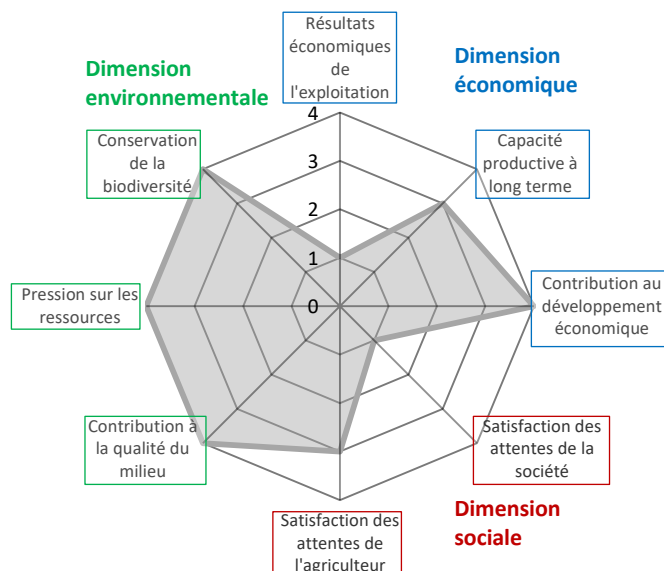
> Performances environnementales

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.



> Zoom sur ...

... 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 culturale 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**

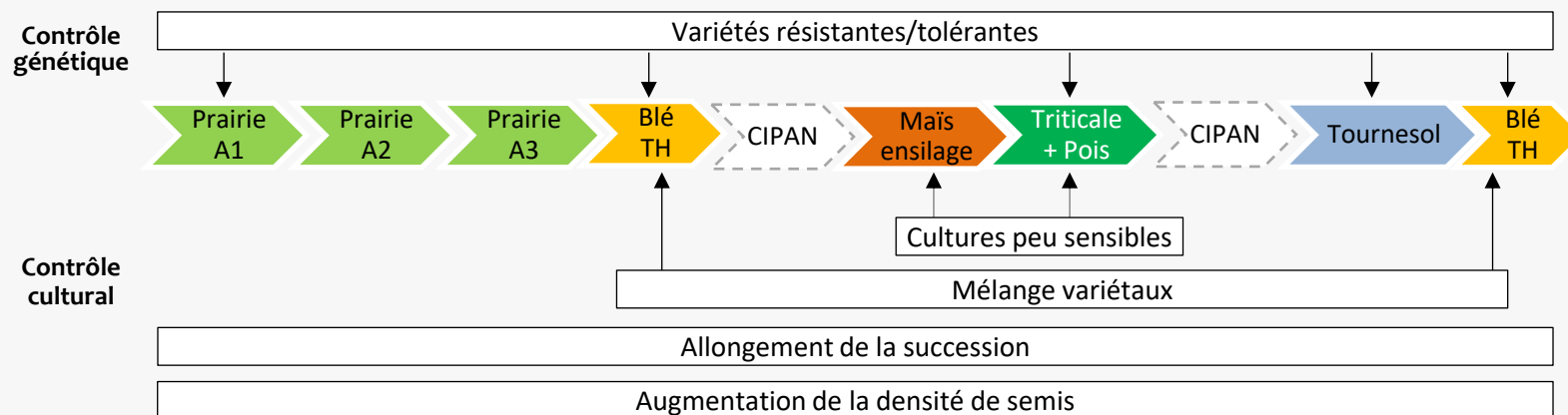
Action pilotée par le ministère chargé de l'agriculture et le ministère chargé de l'environnement, avec l'appui financier de l'Agence française pour la biodiversité, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Ecophyto.

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

Maladies cibles :
Septoriose, rouilles,
fusariose, anthracnose, ...

Objectifs :

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

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 BTH, 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/m ² 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)

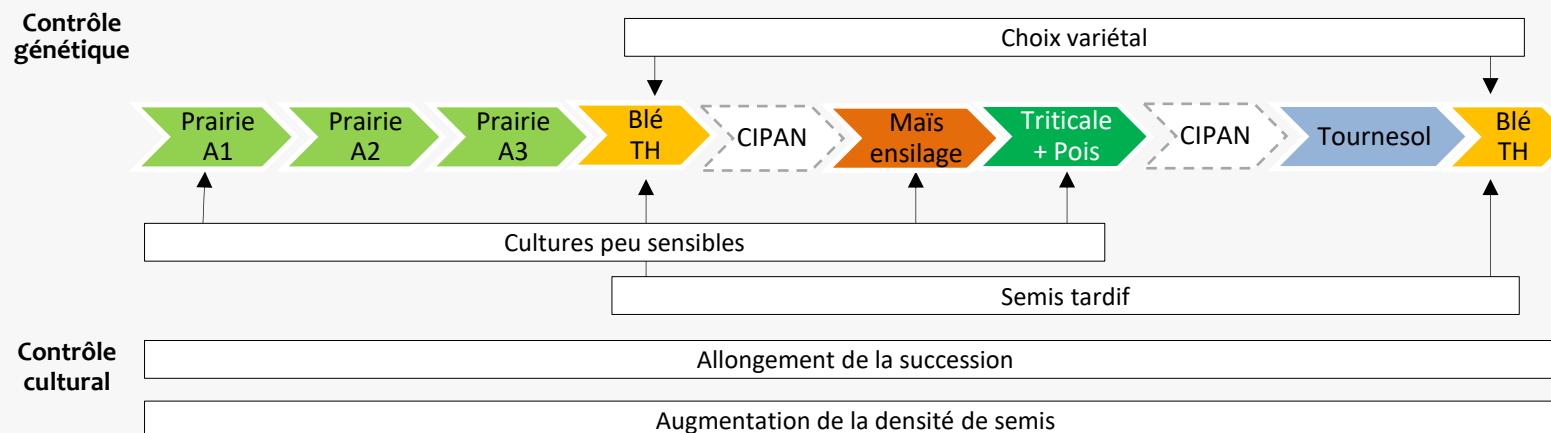


Crédit photo : Antoine Savoie

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.



Ravageurs cibles :
Limaces, pucerons, ...

Objectifs :

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

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

Leviers

Principes d'action

Enseignements

Choix variétal	Limitier 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 .

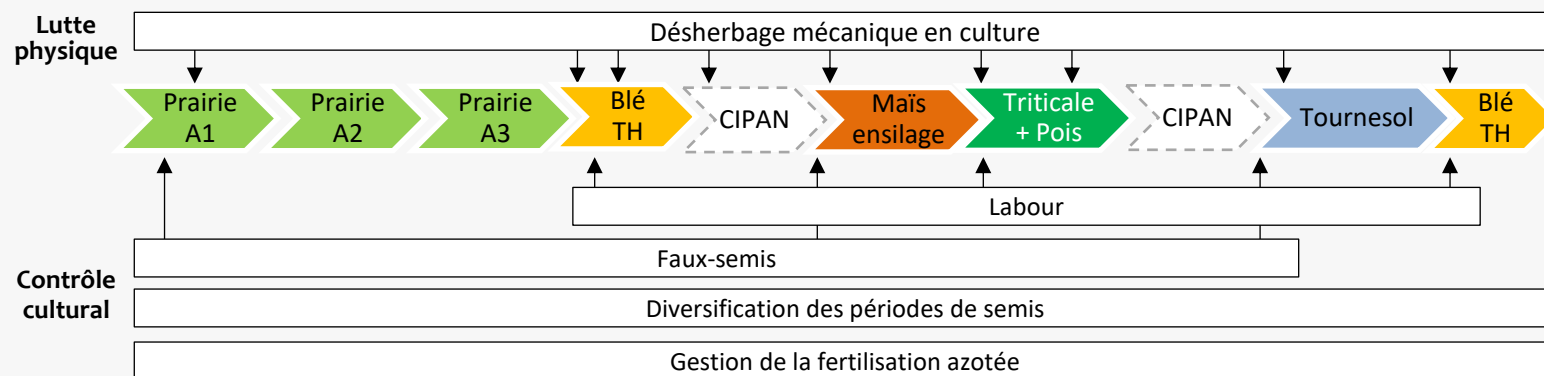
Variété de blé barbu pour limiter les attaques de pucerons



Crédit 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.



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, ...)

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

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	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. 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.