



SYSTEME de CULTURE EXPE

à la recherche de systèmes très économes en phytosanitaires

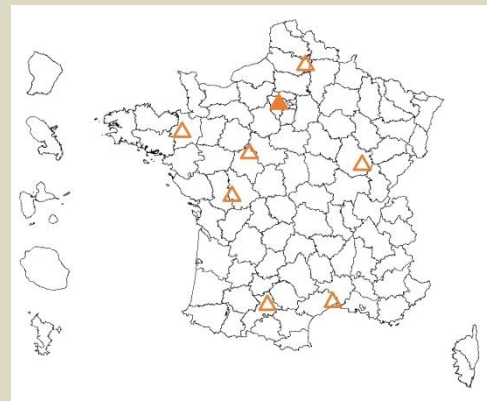
Projet : RésOPest - Réseau expérimental de systèmes de culture zéro-pesticides en Grande Culture et Polyculture-Elevage

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

Efficiency ☆☆☆☆☆

Substitution ★★★★★

Reconception ★★★★★

Efficiency : 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 :



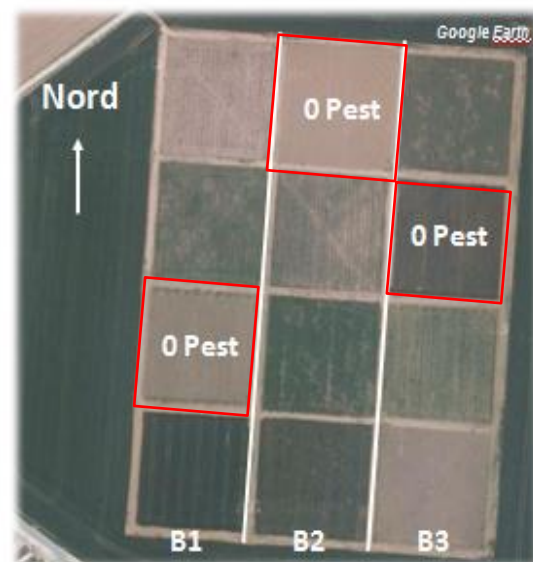
Maintien des cultures représentatives de la région selon le cahier des charges Rés0Pest : blé tendre d'hiver et maïs grain.

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 culturale.

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 Res0pest). 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 - 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 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 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)	-

Les objectifs de production des cultures de **céréales à paille** sont majoritairement atteints, exceptés en années de fortes **pressions de maladies** (e.g. 2016).

La production de **chanvre** est systématiquement supérieure aux attentes.

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.

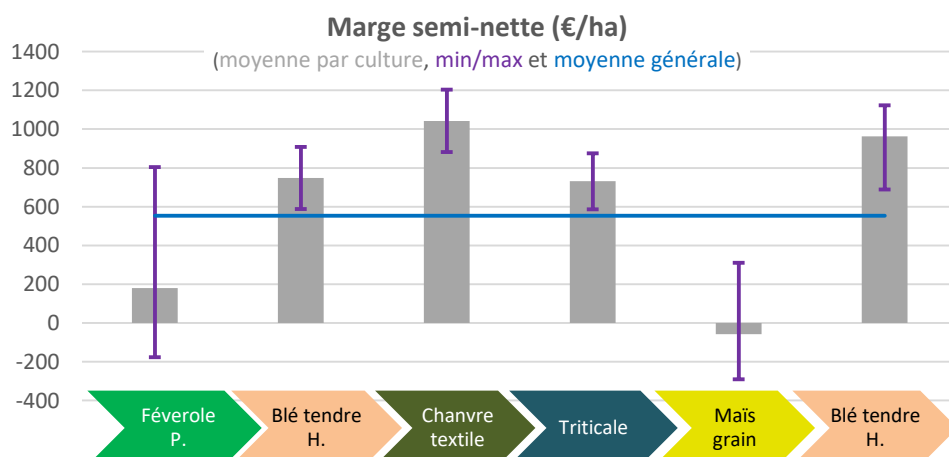
Les rendements de la **féverole de printemps** sont régulièrement faibles (i.e. effets d'une **multiplicité de bioagresseurs**, **différents** selon les années).

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

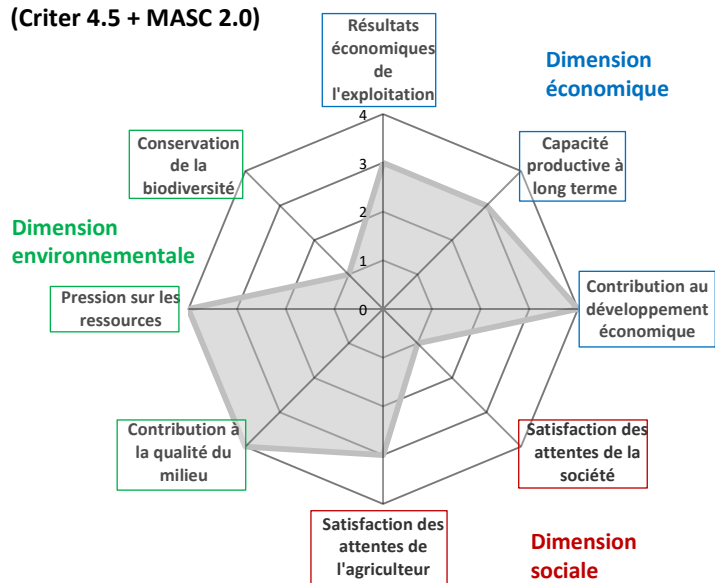
> Performances économiques

La capacité productive sur le long terme et la contribution au développement économiques 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 culturale**.

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.

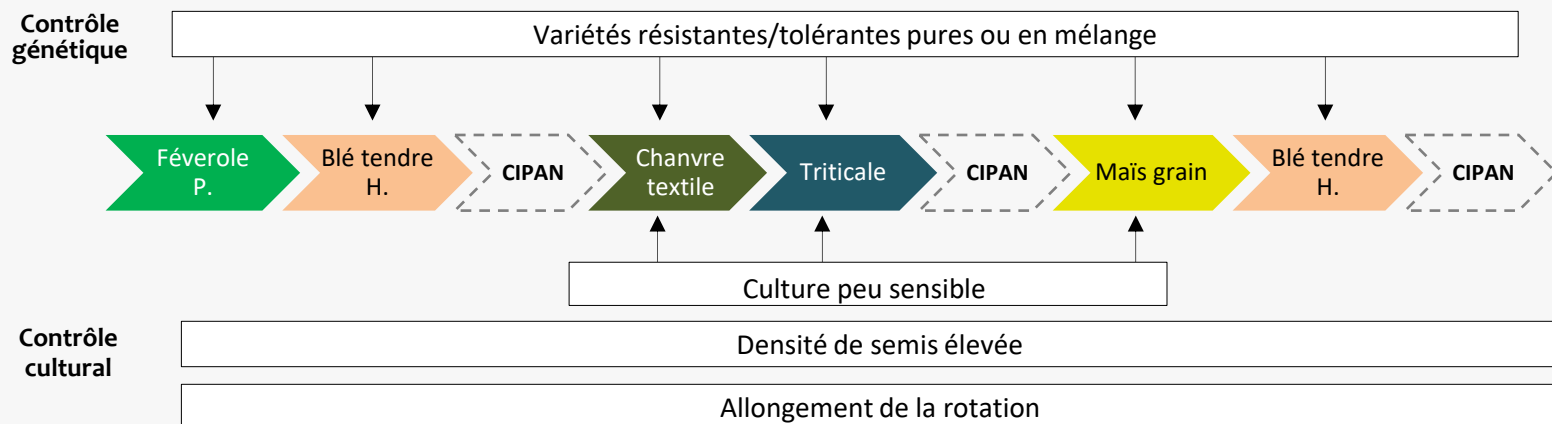
Pour en savoir **+**, consultez les fiches **PROJET** et les fiches **SITE**

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 Grandeau** (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.



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

Objectifs :

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

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)

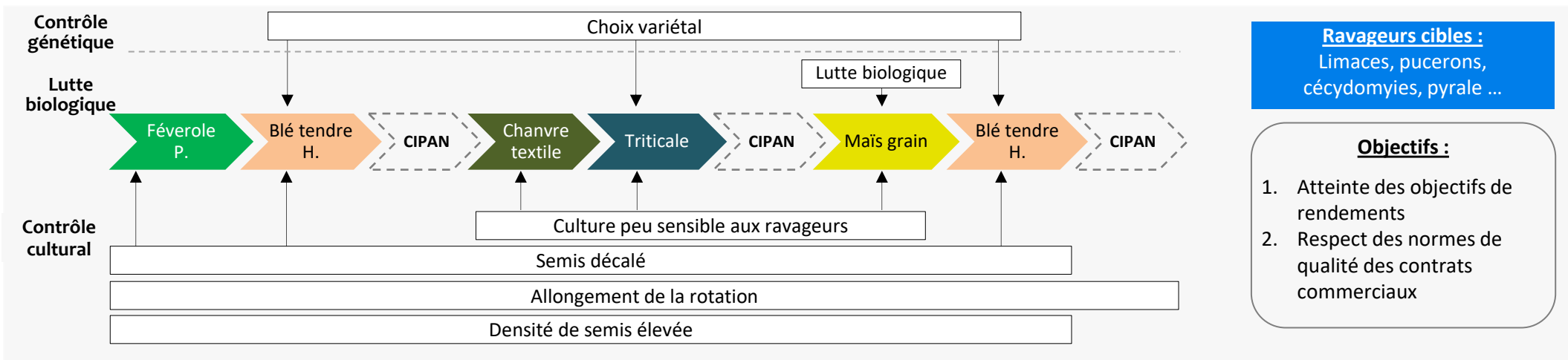


Crédits photo : ResOPest

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) : - Pucerons : variétés barbues - 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 : • 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 féverole 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.

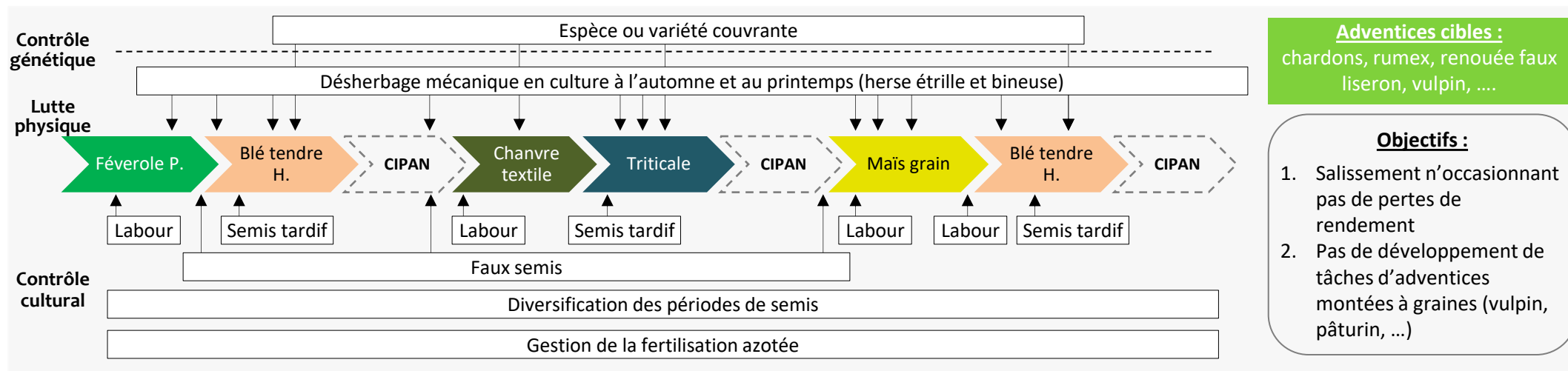
Variété de blé barbu pour limiter les attaques



Crédit photo : ResOPest

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 esquivance des adventices à levée automnale.	Un semis tardif peut allonger la période permettant de réaliser des faux-semis.
Faux-semis	Faire lever les adventices en interculture et les détruire ensuite.	
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.