



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

Site : Le Rheu

Localisation : INRA Unité Expérimentale

Domaine de La Motte

BP 35327

35653 LE RHEU Cedex

Système DEPHY : RésOPest Le Rheu

Contacts : Philippe Le Roy (Philippe.Le-Roy@inra.fr)

Jean-Marc Valdrini (Jean-marc.valdrini@inra.fr)



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

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

Site : unité expérimentale INRA.

Durée de l'essai : 2012-2017.

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

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

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

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

Origine du système

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

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

Objectif de réduction d'IFT

100 %

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

Mots clés

Zéro-pesticides - Régulations biologiques - Diversification

Stratégie globale

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

Efficience : amélioration de l'efficacité des traitements

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

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

Le mot du pilote de l'expérimentation

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

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

Caractéristiques du système

Rotation :



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

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

Mode d'irrigation : aucunes cultures irriguées.

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

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

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

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



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

Objectifs du système

Les objectifs poursuivis par ce système sont :

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

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

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

Résultats sur les campagnes de 2013 à 2017

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

> Maîtrise des bioagresseurs

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

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

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

> Performances agronomiques : rendements Rés0Pest Le Rheu et satisfaction de l'expérimentateur

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

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

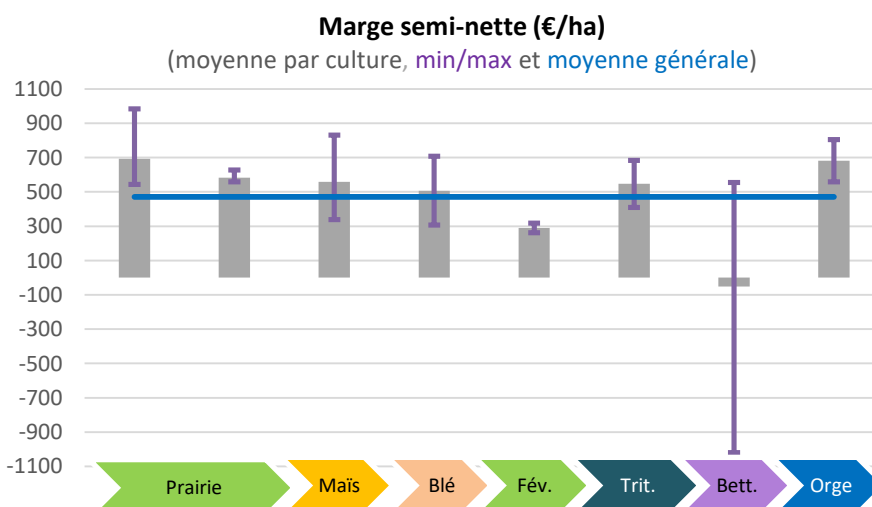
Le niveau de satisfaction est défini en fonction de l'atteinte de l'objectif initial et du rendement de la petite région.

Evaluation multicritère sur les campagnes 2013 à 2017

> Performances économiques

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

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



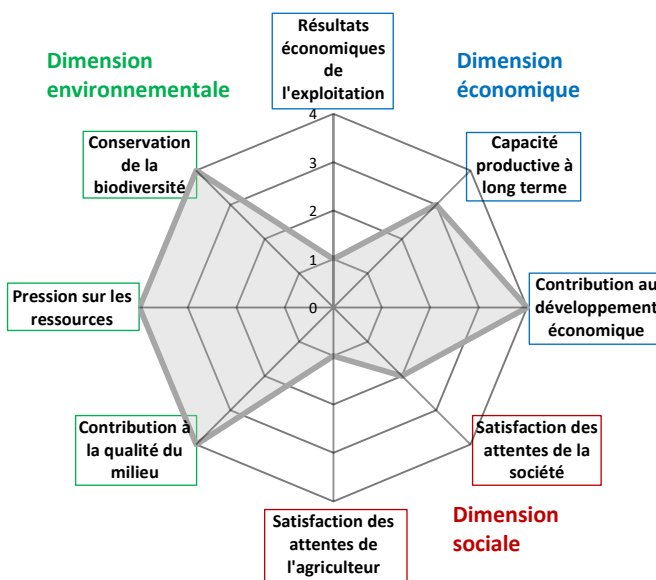
> Performances environnementales

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

Contribution au développement durable

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

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



Zoom sur le labour

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

Exemple pour la culture de blé tendre :

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

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

Transfert en exploitations agricoles



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

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

Pistes d'améliorations du système et perspectives



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

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



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



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

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

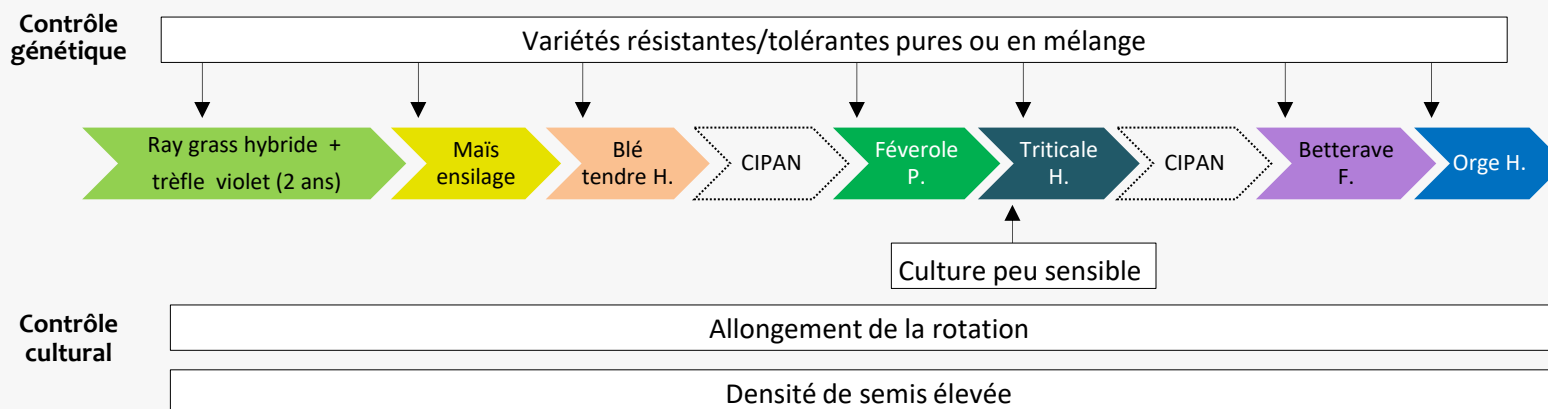
Action pilotée par le ministère chargé de l'agriculture et le ministère chargé de l'environnement, avec l'appui financier de l'Agence française pour la biodiversité, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Ecophyto.

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

Stratégie de gestion des maladies



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



Maladies cibles :
Septorioses, rouilles,
Ascochytose, oïdium

Objectifs :

- Atteinte des objectifs de rendements
- Respect des normes de qualité des contrats commerciaux
- Production fourragère de bonne qualité

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

Leviers

Principes d'action

Enseignements

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

Culture de féverole de printemps 2015

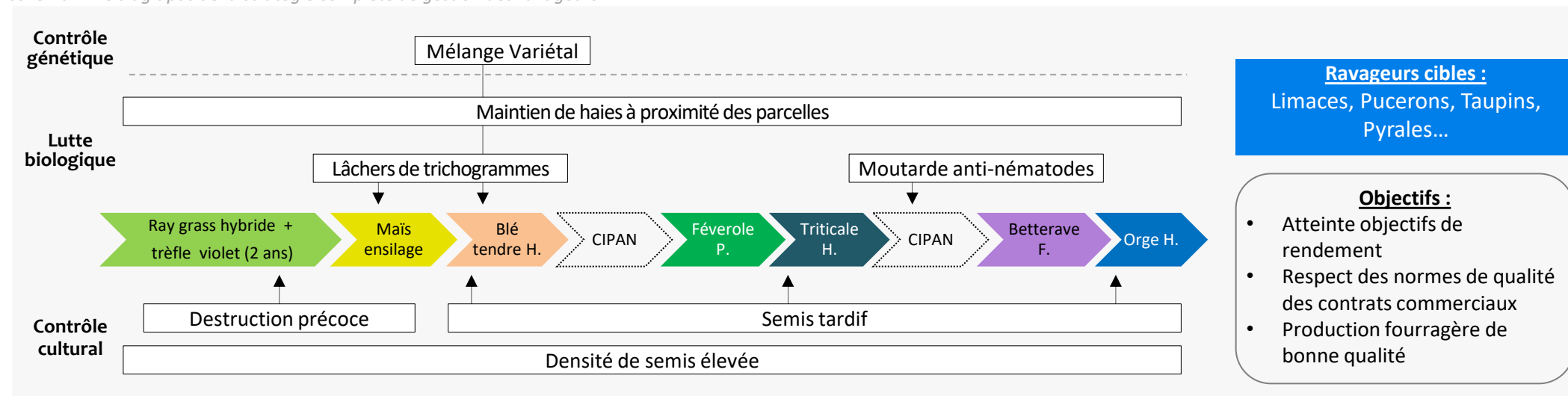


Crédit photo : INRA

Stratégie de gestion des ravageurs



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



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

Leviers

Principes d'action

Enseignements

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

Mélange variétal en blé

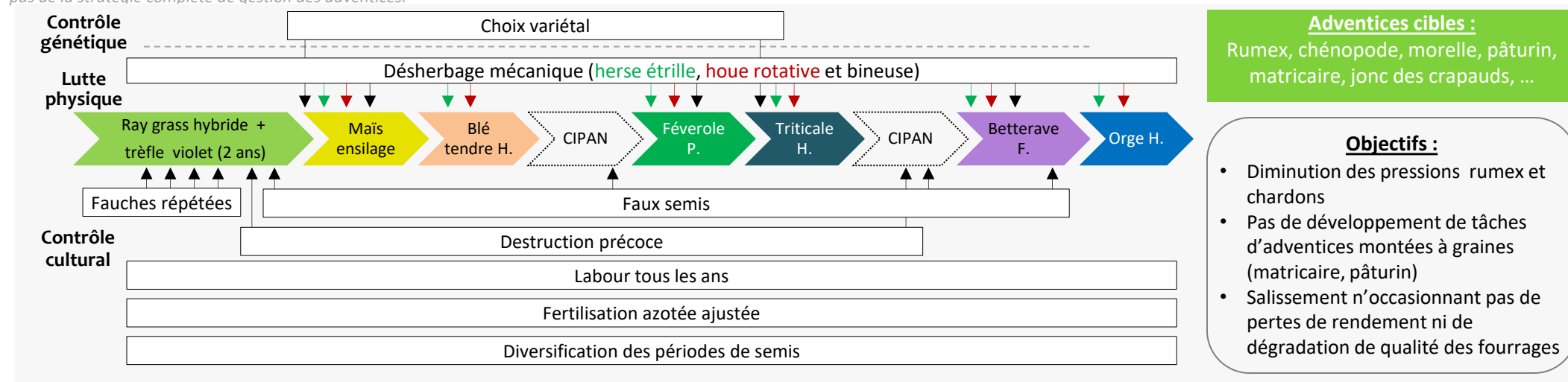


Crédit photo : INRA

Stratégie de gestion des adventices



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



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

Leviers

Principes d'action

Enseignements

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