



# SYSTEME de CULTURE EXPE

à la recherche de systèmes très économes en phytosanitaires

**Projet : PHYTO-SOL** - Maîtrise de la réduction d'au moins 50% des produits phytosanitaires dans les systèmes de grandes cultures sous contrainte de travail réduit du sol

**Site : Villedieu-sur-Indre**

Localisation : Les Galvaux 36320 VILLEDIEU-SUR-INDRE  
(46.822215, 1.525453)

## Système DEPHY : YAC Innovant

Contact : **Stéphane CADOUX** ([s.cadoux@terresinovia.fr](mailto:s.cadoux@terresinovia.fr))  
**Gilles SAUZET** ([g.sauzet@terresinovia.fr](mailto:g.sauzet@terresinovia.fr))



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

### Innovation en sols argilo-calcaires superficiels

**Site :** Villedieu-Sur-Indre (YAC)

**Durée de l'essai :** 6 ans

**Conduite :** conventionnelle

**Dispositif expérimental :** parcelles de 288 m<sup>2</sup>. Toutes les cultures sont présentes chaque année, avec trois blocs répétitions.

**Système de référence :** système colza-blé-orge, représentatif des pratiques locales avec pratiques optimisées. Randomisé avec le système innovant dans l'essai.

**Type de sol :** argilo-calcaire superficiel (RU ≈ 60 mm)

### Origine du système

Le système classique de la région est basé sur une **rotation courte** de cultures d'hiver (colza-blé-orge), en raison de la **faible réserve utile** du sol, et conduit en **non labour** à cause de la charge en **cailloux**. Ce système conduit à des difficultés de maîtrise des adventices et des dégâts d'insectes en colza et à une stagnation des rendements.

Dans ce contexte, nous avons cherché à mettre au point un système de culture permettant à la fois de **maintenir les rendements et la marge**, de **réduire la dépendance à l'azote minéral** et aux **produits phytosanitaires**, le tout sous contrainte de **travail réduit du sol**.

### Objectif de réduction d'IFT

 **-50 %**

Par rapport à la référence régionale

### Mots clés

Fertilité - implantation  
couverts - semis direct - TCS  
légumineuses - colza associé

### Stratégie globale

**Efficiences** ★★★★★  
**Substitution** ★☆☆☆☆  
**Reconception** ★★★★★

*Efficiences : 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

« Dans les systèmes colza-blé-orge classiques de la région, la **performance des cultures est aléatoire** et totalement dépendante de la réussite de l'implantation et de l'efficacité des intrants, qui s'avère très variable. Le principal enjeu est de mettre en place des **systèmes de culture plus robustes, moins favorables aux bioagresseurs** et **moins dépendants de l'azote minéral**. Nous avons donc mis l'accent sur **l'amélioration de la fertilité du sol**. » G. SAUZET

## Systeme de référence



**Caractéristiques :** représentatif des pratiques régionales.

## Caractéristiques du système innovant

**Rotation :** la rotation est allongée avec l'introduction du pois d'hiver et du tournesol. Le colza est positionné après pois pour maximiser la valorisation de l'azote.



Légende pictogrammes:



CI lég. : Couvert Intermédiaire de légumineuses

**Travail du sol :** les céréales sont implantées en semis direct, le colza en semis direct ou travail simplifié quand le sol est trop compacté en surface, le pois et le tournesol sont implantés en non labour, après un travail du sol à 10-15 cm.

**Intercultures :** Un couvert composé de féverole, gesse, vesce et avoine est implanté avant le tournesol. Avant blé et orge, soit un faux-semis est réalisé, soit un couvert de légumineuses est implanté.



Vue aérienne du dispositif expérimental. Crédit photo : Terres Inovia

## Objectifs du système innovant

Indicateur	Objectif	Référence
IFT	-50% (2,5)	Référence régionale
Quantité N minéral	-30% (105 kg/ha)	Système de référence
Émissions GES	-50% (1221 kg éqCO <sub>2</sub> /ha)	Système de référence
Temps de travail	< (106 min/ha)	Système de référence
Rendement	≥	Système de référence
Marge Brute	≥ (584 €/ha)	Système de référence
Contribution dév. Durable (Méthode MASC 2.0)	>	Système de référence

Il s'agit d'objectifs à concilier et à atteindre si possible, pas des obligations de résultats.

## Résultats sur les campagnes de 2010 à 2015 (1 rotation)

### > Maîtrise technique et agronomique

Stratégie	Bilan satisfaction
Gestion intercultures et travail du sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>☺ Très bonne maîtrise des implantations en céréales (semis direct), pois et tournesol (non labour).</li> <li>☺ Bonne réussite des couverts d'interculture incluant des légumineuses.</li> <li>☹ Problèmes d'implantation du colza en semis direct après le pois qui laisse un sol compacté en surface.</li> </ul>
Gestion adventices	<ul style="list-style-type: none"> <li>☺ Amélioration globale de la gestion des adventices, notamment grâce à la complémentarité entre le semis direct sans flux de terre qui limite les levées et les associations qui améliorent la couverture du sol.</li> <li>☹ La succession pois-colza dégrade la maîtrise des adventices dicotylédones et empêche le semis direct du colza, l'exposant aux levées de géraniums.</li> </ul>
Gestion maladies	☺ Très bonne maîtrise globale malgré le programme fongicide allégé.
Gestion ravageurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>☺ Bonne maîtrise globale.</li> <li>☹ Dégâts récurrents d'oiseaux et gibier sur tournesol accentués par l'effet dispositif (petites parcelles).</li> </ul>
Gestion de la nutrition azotée	☺ Bonne maîtrise globale malgré de fortes réductions de doses.

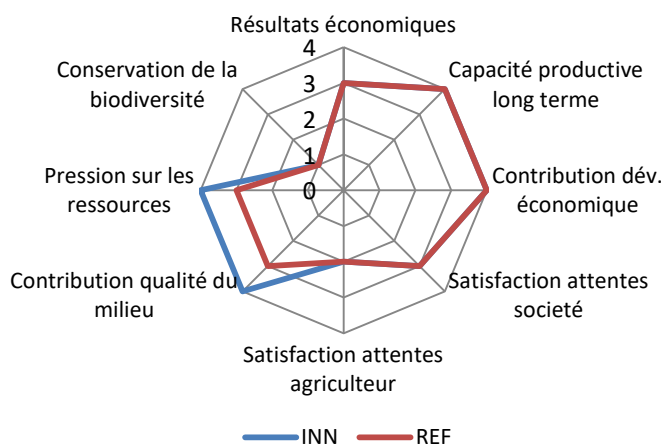
### > Performances moyennes pluriannuelles par rapport à la référence

	Moy. REF	Moy. INN	Écart/REF	Diff. Stat. <sup>4</sup>
IFT	4.9 (ref. région)	4.5	-8 %	NS (0.17)
Quantité N minéral (kg N/ha)	150	100	-34 %	***
Emissions GES <sup>1</sup> (kg eq-CO <sub>2</sub> /ha)	2441	1711	-30 %	***
Temps travail (h/ha)	1h46	1h32	-14 %	NS (0.28)
Rendement <sup>2</sup> (%/REF)	100	95	-5 %	*
Marge brute (€/ha)	584	621	+6 %	NS (0.165)
Marge semi-nette (€/ha) <sup>3</sup>	503	710	+41 %	/

<sup>1</sup> Calcul avec EGES® ; <sup>2</sup> Moyenne des pourcentages de rendement de chaque culture chaque année, par rapport aux mêmes cultures dans le système de référence ou par rapport à une moyenne locale donnée par expertise pour les cultures non présentes dans le système de référence ; <sup>3</sup> Performances calculées à partir de la synthèse pluriannuelle des interventions culturales ; <sup>4</sup> / = non testé ou test non valide, \*, \*\*, \*\*\* = significatif aux seuils respectifs de 5 %, 1 % et 0.1 %. NS = non significatif. Le chiffre entre parenthèse correspond au risque de première espèce.

Les résultats d'indicateurs obtenus sont globalement bons. Les **objectifs sont atteints en terme de réduction des apports d'azote, du temps de travail, et d'amélioration de la marge brute**. Les résultats de rendement et d'émissions de GES se rapprochent des objectifs fixés. En revanche, si l'IFT est réduit par rapport au système de référence (-21%), il est loin d'atteindre l'objectif de réduction de 50% par rapport à la référence régionale. Toutefois, cette référence régionale semble mal refléter la situation particulière des argilo-calcaires superficiels.

### > Contribution au développement durable (Notes MASC 2.0 basées sur la synthèse pluriannuelle des pratiques)



Le système de culture innovant présente une **très bonne contribution au développement durable (6/7)**, meilleure que celle du système de référence (4/7). Cet écart s'explique par une **nette amélioration de la composante environnementale** et notamment en terme de pression sur les ressources et de contribution à la qualité du milieu (4/4). Ces résultats tempèrent la non atteinte de l'objectif de réduction de l'IFT.1



## Zoom sur la succession pois-colza en argilo-calcaires superficiels

La succession pois-colza a été choisie pour maximiser la valorisation de l'azote après pois. Toutefois, après six ans d'essais elle s'avère **inadaptée au milieu**. En effet, cette succession accentue les difficultés de maîtrise des adventices **dicotylédones**. Par ailleurs, le pois laisse un sol souvent **compacté en surface** après récolte, ce qui pénalise la levée du colza en cas de semis direct. Si un travail du sol est effectué pour pallier à ce problème il favorise les levées de **géranium** qui posent des problèmes de concurrence dans ce milieu. Ces résultats confirment d'autres observations faites dans ce type de milieu chez des agriculteurs ou des partenaires. **La succession pois-colza peut donc être bénéfique dans certains milieux mais pas en argilo-calcaires superficiels avec une forte problématique adventices.**



## Transfert en exploitations agricoles

**Stratégie d'insertion des légumineuses** : la stratégie d'insertion des légumineuses en culture principale, en couverts d'interculture et associées, a permis de **réduire de 30% les apports d'azote**. Le pois d'hiver a montré tout son intérêt en tant que culture de diversification dans ce milieu car il a été inséré avec succès dans la rotation et la marge brute a été améliorée à l'échelle du système de culture.

**Colza associé à un couvert de légumineuses gélives** : le projet Phyto-Sol a permis la mise au point de la technique des colzas associés à un couvert de légumineuses gélives. Les bénéfices ont été démontrés en termes (i) de **fourniture d'azote** au colza, (ii) de contribution à la **maîtrise des adventices**, (ii) de contribution à la **réduction des dégâts d'insectes**, et (iv) d'amélioration du **fonctionnement du colza** avec parfois des déplafonnements de rendement. Quand ils sont valorisés, ces bénéfices permettent de réduire l'usage des herbicides, des insecticides et de l'azote tout en maintenant voire en augmentant les rendements. Cette technique permet d'obtenir des certificats d'économie de produits phytosanitaires (CEPP).

**Pois d'hiver associé à un couvert de céréales** : l'intérêt d'associer une céréale au pois d'hiver a d'abord été **d'augmenter la couverture hivernale du sol** pour mieux **contrôler le développement des adventices**. Cette fonction a été remplie avec l'association d'une avoine rude, tout en permettant une impasse de désherbage en entrée hiver. L'association avec une orge d'hiver a permis en plus de **limiter le développement des maladies** dans le pois, de **fournir un tuteur** et éventuellement de permettre une **récolte complémentaire** (destruction de la céréale par l'anti-graminée du pois en cas de levée de vulpins au printemps). En cas de double récolte, la vente nécessite un triage.

**Stratégie de maîtrise des adventices** : la maîtrise des adventices (vulpin, ray-grass, géranium notamment) est un **enjeu majeur dans les argilo-calcaires superficiels**. Dans un contexte de forte pression, l'essai YAC a permis de montrer l'intérêt (i) de la **diversification de la rotation** colza-blé-orge, (ii) du recours au **semis direct** pour éviter les levées et (iii) des **couverts associés** au colza et pois pour atténuer le développement des adventices levées.



## Pistes d'améliorations du système et perspectives



Pour aller plus loin et notamment pour réduire davantage l'IFT, de plus fortes ruptures sont nécessaires. Un nouvel essai a été mis en place à côté de l'essai YAC, dans le cadre du **projet inter-institut Syppre**. Un système innovant a été conçu avec des agriculteurs et les partenaires locaux et est expérimenté sur le long terme. Des liens sont développés avec un réseau d'agriculteurs innovant dans leur exploitation afin de favoriser les échanges mutuels d'idées et d'expériences.

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 **Stéphane Cadoux**  
**Terres Inovia**



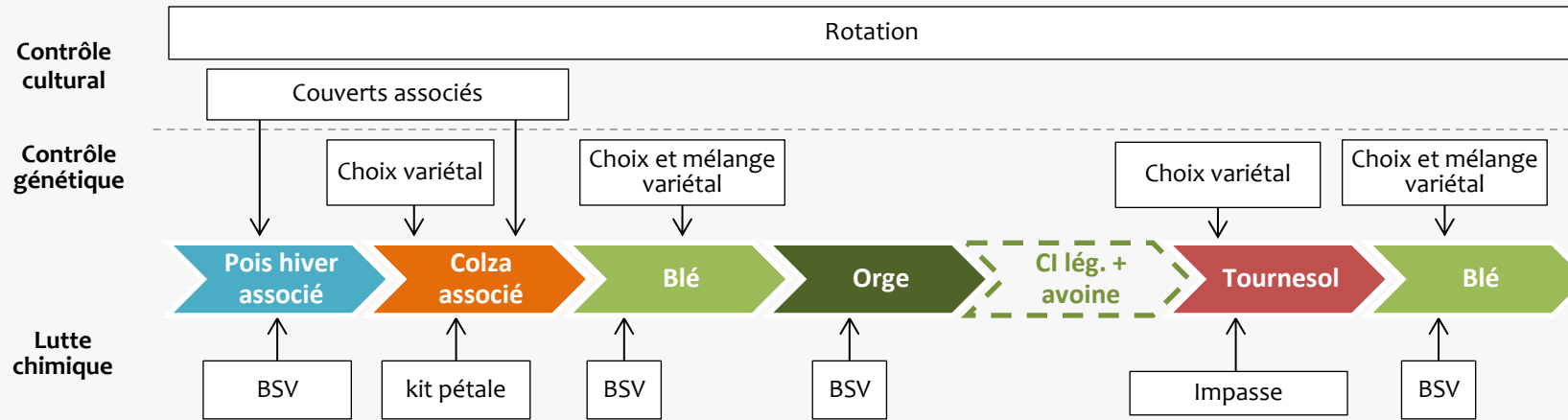
AGENCE FRANÇAISE  
POUR LA BIODIVERSITÉ  
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT



# Stratégie de gestion des maladies



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



**Maladies cibles :**  
Sclérotinia, septoriose, piétin échaudage, rhyngo/helmintho, ascochytose

**Objectifs :**

- Réduire l'IFT fongicide par rapport au système de référence
- Maintenir les rendements

⇒ Dégâts tolérés

CI lég. : Couvert Intermédiaire de légumineuses

## Leviers

## Principes d'action

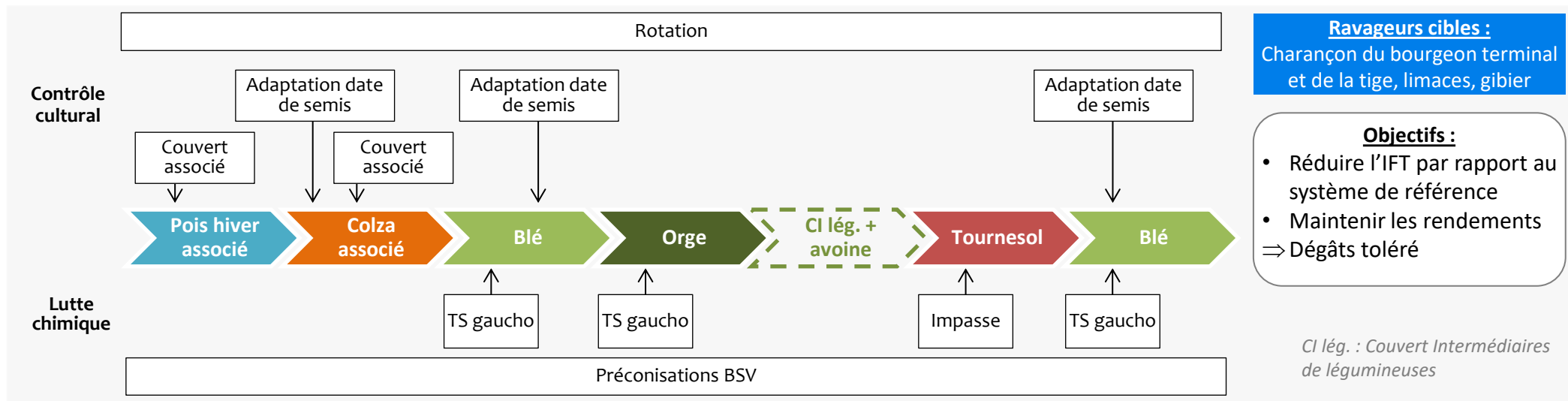
## Enseignements

Leviers	Principes d'action	Enseignements
<b>Rotation</b>	Allongement de la rotation et diversification des familles cultivées : augmentation du délai de retour du colza et de la fréquence des céréales.	Pois d'hiver adapté au contexte. Tournesol adapté mais soumis à des dégâts d'oiseaux et gibier.
<b>Choix variétal</b>	Choix de variétés de colza : TPS phoma et au moins PS verse et élancement. Choix de variétés de tournesol : globalement tolérant.	Permet l'impasse de traitement phoma et régulateurs sur colza et impasse sur tournesol.
<b>Choix et mélange variétal</b>	Mélange de variétés de blé dont au moins une variété tolérante à la septoriose et peu sensible à la verse.	Diminution des traitements en blé, impasse de régulateurs.
<b>BSV</b>	Toutes cultures : observation et BSV avant déclenchement des interventions.	Diminution des traitements en blé.
<b>Kit pétale</b>	Kit pétale pour décider du traitement sclérotinia sur colza.	Pas de réduction des traitements sclérotinia (inoculum systématiquement présent et en quantité importante).
<b>Couverts associés</b>	Pois d'hiver associé à un couvert d'orge. Colza associé avec légumineuses non sensibles à aphanomyces (féveroles, fenugrec).	Le couvert de céréales semble favoriser la ventilation (effet tuteur) et limiter les maladies dans le pois. Pas de symptôme aphanomyces constaté.

# Stratégie de gestion des ravageurs



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



Leviers

Principes d'action

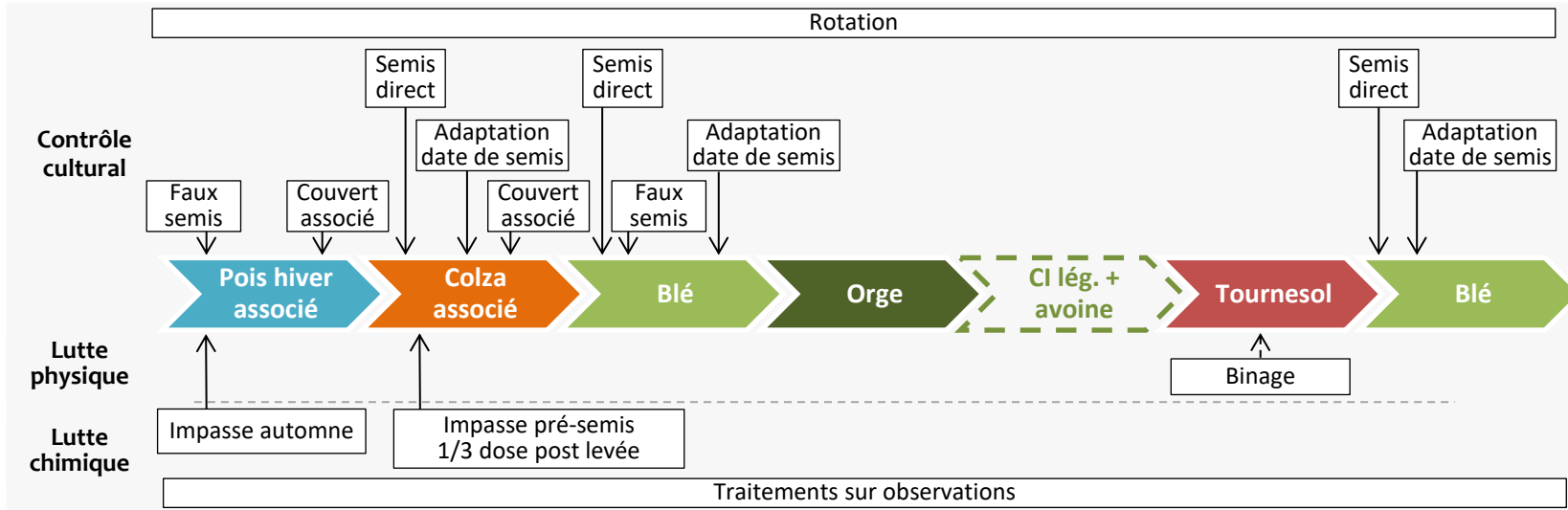
Enseignements

<b>Rotation</b>	Diversification de la rotation : réduire la fréquence de retour du colza.	Efficacité difficile à estimer. Globalement, résultats satisfaisants de la rotation diversifiée.
<b>Couverts associés</b>	Colza associé avec légumineuses (féveroles) pour perturber les insectes et favoriser la croissance du colza.	Bonne efficacité des féveroles associées au colza pour réduire les dégâts d'insectes.  La dynamique de croissance du colza reste déterminante pour décider d'une impasse. En situation de croissance dynamique, l'impasse insecticide d'automne est pertinente et le risque est limité, d'autant plus que le colza est associé à une féverole.
<b>Colza après pois</b>	Favoriser la dynamique de croissance.	
<b>Adaptation dates de semis</b>	Éviter d'avoir les cultures au stade sensible au moment des attaques : semis précoce du colza (≈ 15 août) et semis intermédiaire du blé (≈ 15 octobre).	Très bonne efficacité en colza : le semis précoce favorise l'atteinte du stade 4F avant les vols de grosses altises. Décalage pas suffisant en blé pour systématiser l'impasse de traitement insecticide en végétation.
<b>Préconisations BSV</b>	Ne traiter que quand le risque est avéré.	Informations utiles pour conforter les décisions d'intervention ou d'impasse.
<b>TS Gaucho</b>	Orge et blé.	Levier qui aurait pu être mieux valorisé pour des réductions d'usage d'insecticides en végétation.

# 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 :**  
Géranium, vulpin, gaillet, chardon-marie, sysimbre

- Objectifs :**
- Empêcher la multiplication des adventices
  - Limiter la concurrence de la culture en place
- ⇒ En céréales : dégâts graminées tolérés, pas dicot.
- ⇒ En pois, colza et tournesol : dégâts dicot tolérés, pas graminées.

Leviers	Principes d'action	Enseignements
<b>Rotation</b>	Allongement et diversification : perturber le cycle des adventices en diversifiant les dates d'implantation et en introduisant une culture de printemps. Colza positionné après pois.	Bonne efficacité globale de l'allongement de la rotation et de l'introduction d'une culture de printemps. Succession pois-colza non adaptée à cause du risque accru en géranium.
<b>Faux semis</b>	Déstocker les adventices.	Efficace entre colza et blé et entre blé et pois d'hiver. Peu efficace sur géranium entre blé et orge (peu de levées). A proscrire avant colza car stimule les levées de géranium en même temps que le colza.
<b>Adaptation dates de semis</b>	Esquiver les levées d'adventices : semis précoce du colza (≈ 15 août) et semis tardif du blé (≈ 15 octobre).	Efficace en colza : levées réduites de géranium à cette période. Décalage pas suffisant en blé pour esquiver le vulpin.
<b>Semis direct</b>	Éviter les levées d'adventices.	Synergie du semis direct et couvert associé en colza. Très bonne efficacité du semis direct, notamment pour réduire les levées de géraniums.
<b>Couverts associés</b>	Orge - pois et colza – légumineuse : concurrencer les adventices en augmentant la couverture du sol.	Très bonne efficacité des couverts associés au pois (avoine ou orge) et colza (féverole + lentille).
<b>Traitements sur observations</b>	Traiter en curatif (privilégier les traitements post semis si possible) après observation des levées d'adventices.	Efficace pour valoriser les leviers de contrôle cultural. Observations exigeantes en temps et en expertise.

Cl lég. : Couvert Intermédiaires de légumineuses



Géraniums dans le colza associé  
Crédit photo : Terres Inovia