



SYSTEME de CULTURE EXPE

à la recherche de systèmes très économes en phytosanitaires

Projet : EXPE Ecophyto Lorrain – Evaluation de deux niveaux de rupture pour une réduction de 50 % des produits phytosanitaires (techniques alternatives et allongement de la rotation) sur les systèmes de culture lorrains

Site : Saint Hilaire en Woëvre

Localisation : Ferme expérimentale de St-Hilaire
16 Rue du Moulin de Moncelle - 55160 ST HILAIRE EN WOEVRE
(49.081315, 5.705825)

Système DEPHY : SDC IFT -50 %

Contact : Pascaline PIERSON (p.pierson@arvalis.fr)



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

Combiner des leviers agronomiques en système intégré pour réduire de 50 % l'IFT

Site : station expérimentale, SAU de 130 Ha pour 1.6 UTH.

Durée de l'essai : 5 ans (2013-2017).

Conduite : conventionnel.

Dispositif expérimental : dispositif en grandes parcelles (1.1 Ha) sans répétition. Une seule culture présente chaque année.

Système de référence : présence d'un système de référence « Colza-Blé-Orge d'hiver » représentatif des pratiques régionales. Les interventions sont pilotées selon une logique d'agriculture raisonnée (date de semis classique, interventions phytosanitaires au seuil, fertilisation azotée suivant méthode du bilan). Travail du sol sans labour.

Type de sol : argilo-limoneux sur argile profond à tendance hydromorphe de la Woëvre.

Origine du système

Dans les systèmes de culture basés sur des rotations courtes de cultures d'hiver, la réussite du désherbage devient de plus en plus aléatoire. Dans un contexte de restrictions réglementaires et d'apparitions de résistances, des impasses techniques apparaissent. L'anticipation du recours à la protection chimique par la **combinaison de leviers agronomiques** s'impose.

De 2006 à 2011 une expérimentation système appelée « lutte intégrée contre les adventices » a permis l'écriture et la **hiérarchisation** de leviers agronomiques de lutte contre les **principales adventices** des systèmes céréaliers lorrains. Il a également permis le calcul **d'indicateurs de performances**.

Objectif de réduction d'IFT

50 %

Par rapport à l'IFT régional Grandes cultures (version février 2012)

Mots clés

Rotation - Diversification -
Alternance cultures printemps/
hiver - Vulpins - Sols argileux

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

« Ce système vise à réduire le recours aux produits phytosanitaires d'au moins **50 %** sur la rotation et par culture tout en **maintenant les résultats économiques** à l'échelle de la rotation et en conservant des **parcelles propres**. La présence de **vulpie**, peu présente par ailleurs en Lorraine, est particulièrement problématique dans cette expérimentation car elle oblige à des prises de décision non prévues initialement mais surtout non liées au système de culture en lui-même. La **gestion des adventices** reste problématique et le programme de désherbage ne peut pas être allégé, continuant à déséquilibrer l'IFT herbicides par rapport à l'IFT hors herbicides. **L'objectif global IFT est cependant atteint.** » P. PIERSON

Caractéristiques du système

Rotation :



Mode d'irrigation : aucune

Travail du sol : labour envisagé une fois tous les trois ans en fonction des conditions climatiques et de la situation sanitaire de la culture précédente. Le labour est prioritairement positionné avant les cultures de printemps.

Interculture : choix d'un couvert composé uniquement d'espèces gélives avec des légumineuses (sauf avant le pois de printemps).

Infrastructures agro-écologiques : pas d'aménagement particulier, paysage d'open-field.

Vue d'ensemble de la parcelle blé tendre (2017)



Vue d'ensemble de la parcelle Colza (2016)



Vue d'ensemble de la parcelle Pois printemps (2015)



Crédits photos : P. Pierson ARVALIS

Objectifs du système

Les objectifs poursuivis par ce système sont de 4 ordres :

Agronomiques	Maîtrise des bioagresseurs	Environnementaux	Socio-économiques
<p>Rendement</p> <p>Acceptation d'une perte de rendement si maintien de la marge.</p>	<p>Maîtrise des adventices</p> <p>Parcelle sans adventices préjudiciables à la culture en place (vulpin, matricaire) et/ou difficilement maîtrisables dans la rotation (chardon, rumex).</p>	<p>IFT</p> <ul style="list-style-type: none"> - IFT total 2.6 (57 %*) - IFT herbicide 0.95 (50 %*) - IFT hors herbi 1.6 (59 %*) <p>Source : calcul prévisionnel des IFT (SDC prévisionnel)</p> <p>*Pourcentage de réduction par rapport à la référence</p>	<p>Marge brute</p> <p>Supérieure ou égale au SDC de référence.</p>
<p>Qualité</p> <p>Pas de dégradation de la qualité (critères export) : % protéines et PS.</p>	<p>Maîtrise des ravageurs et des maladies</p> <p>Acceptation de présence si elle reste inférieure au seuil de nuisibilité économique (acceptation de dommages).</p>	<p>Toxicité des produits</p> <p>Pas d'objectifs fixés sur la toxicité des produits.</p>	<p>Temps de travail</p> <p>Un objectif d'écrêtement des temps de travaux plutôt que de charge globale à l'Ha.</p>

La réduction du recours aux produits phytosanitaires d'au moins **50 %** sur la rotation et par culture tout en maintenant les **résultats économiques**, est considérée comme une obligation de résultats. **L'état de salissement global** des parcelles doit être amélioré ou à minima non détérioré vis-à-vis des adventices majeures annuelles (vulpin, matricaire, véronique) ou vivaces (chardon et rumex). L'objectif économique décisionnaire est basé sur la **marge brute** au delà du niveau de rendement et du produit brut. La maîtrise des maladies et des ravageurs est moins présente dans les règles de décisions stratégiques car jugée moins problématique de part une nuisibilité plus faible et moins fréquente.

Résultats sur les campagnes de 2013 à 2017

> Maîtrise des bioagresseurs

	Colza	Blé tendre	Orge de Printemps	Pois de Printemps	Système IFT 50
Maladies	✓	✓	✓	✓	✓
Ravageurs	✓	✓	✓	✓	✓
Adventices	≈	≈	✗	✗	✗

Sur les campagnes 2013 à 2017, les règles de décision maladies et ravageurs ont pu être mises en œuvre sans écarts significatifs entre le prévu et le réalisé. Maladies et ravageurs ont tout deux été bien maîtrisés dans un contexte de pression pourtant variable, les objectifs fixés sont atteints. Les adventices sont beaucoup plus difficiles à contrôler et peuvent mettre en défaut les règles de décision initiales. La présence singulière et tenace de vulpie des champs rend l'atteinte des objectifs adventices aléatoire, notamment sur cultures de printemps. Les règles de décision vulpins ont notamment pu être mises en défaut dans la gestion des interventions de pré-semis (dans l'objectif fixé de semis sur un sol propre) et les impasses de rattrapage (dans l'acceptation d'un niveau de tolérance supérieur dans un blé suivi de 2 cultures de printemps).

> Performances (indicateurs décisionnaires) :

Avertissement : les performances sur 5 ans ne sont comparées qu'à titre indicatif au système de référence (toutes les cultures n'étant pas présentes tous les ans dans le dispositif). Par choix méthodologique, les performances sont comparées sur la base d'une moyenne de chaque terme de la rotation. Elles traduisent un système en cours de stabilisation n'ayant pas encore atteint son nouveau point d'équilibre.

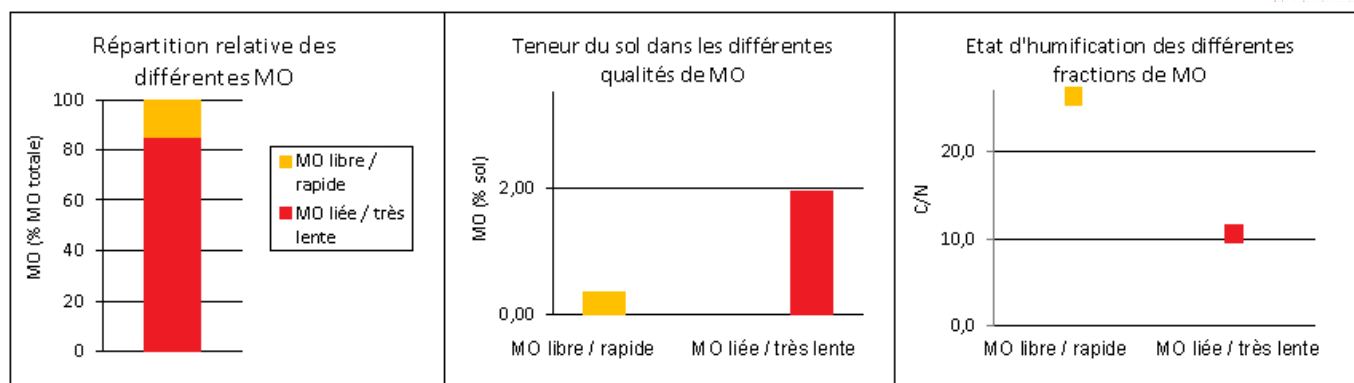
En moyenne de chaque terme de la rotation, ce système atteint pleinement ses objectifs environnementaux (réduction de l'azote minéral et des IFT) tout en sauvegardant une marge brute correcte. Les indicateurs « temps de travail », « consommation de carburants » et « charges de mécanisation » sont quant à eux dégradés.

Le pilotage tactique de l'azote optimise la prise en compte des fournitures d'azote par le sol et les légumineuses permettant de limiter l'usage d'azote minéral et d'améliorer les indicateurs énergie et GES. L'IFT Herbicide profite de l'effet rotation couplé à un niveau de tolérance plus élevé.

	Système de référence				Système innovant					en % du raisonné
	Colza (2015)	BTH (moy 2013 - 2016)	OH (moy 2014 - 2017)	Moyenne SDC Référence (SDC RAIS)	Colza (2016)	BTH (moy 2013- 2017)	OP (2014)	PoisP (2015)	Moyenne SDC Innovant	
Rendement (t/ha)	3.9	6.9	7.1		3.5	6.8	4.7	5.2		
IFT Total	5.3	5.8	3.7	4.9	2.27	1.9	2.2	3.3	2.4	49%
IFT Herbicide	2.9	3.6	2.9	3.1	1.20	1.8	1.7	2.3	1.7	55%
IFT Hors Herbicide	2.4	2.2	0.8	1.8	1.07	0.2	0.5	1.0	0.7	38%
Matière Active Total (g/ha)	2954	3939	1986	2960	821	694	908	3681	1526	52%
Matière Active Herbicide (g/ha)	2649	2631	1775	2352	596	656	595	3675	1381	59%
Temps de travail Total (h/ha)	3.4	4.4	4.5	4.1	5.3	3.8	6.9	6.3	5.5	135%
Consommation Carburant (L/ha)	51	62	68	60	73	54	94	91	78	129%
N Total (kg/ha)	174	204	137	172	140	164	120	0	106	62%
Ch Intrants Total (€/ha)	402	531	370	434	622	340	430	448	460	106%
Efficience économique des intrants	2.4	1.1	2.2	1.9	1.0	2.3	1.0	1.3	1.4	75%
Ch Méca (€/ha)	238	247	268	251	296	242	292	311	285	114%
Produit brut (€/ha)	1359	1135	1136	1210	1229	1137	873	1046	1071	89%
Marge Brute avec aides (€/ha)	1170	816	978	988	819	1009	656	990	868	88%
Marge Semi-nette (€/Ha)	720	356	498	525	311	555	152	287	326	62%
Consommation Energie Primaire Totale (MJ/ha)	13718	17144	12684	14515	13911	13655	12771	6399	11684	80%
Emissions GES Totales (kgéqCO2/ha)	2078	2626	1794	2166	1922	2046	1753	387	1527	71%
Production Energie Brute Produit Principal (MJ/ha)	102637	106658	110902	106732	91435	105264	73726	82216	88160	83%

tendance satisfaisante

niveau de satisfaction non atteint



Après 5 ans d'expérimentation la fertilité du sol est jugée tout à fait satisfaisante avec une teneur en **MO totale** de 2.28 %. La teneur en **MO libre** (réserve à moyen terme ; MO les plus facilement dégradées) est satisfaisante à 0.35 %. **Le rapport C/N** de cette MO libre est de 26.3, une valeur forte qui caractérise une MO jeune et peu évoluée, très énergétique pour la faune et la microflore et susceptible d'immobiliser de l'azote du sol lors de sa dégradation.

La teneur en MO liée (réserve à long terme, MO les plus stables dans le temps) est également satisfaisante à 1.93 %. Ces MO lorsqu'elles sont minéralisées par la biomasse du sol représentent un stock non négligeable d'éléments nutritifs pour la culture. Elles participent également au maintien d'une bonne **stabilité structurale** en se liant aux argiles (complexe argilo-humique) et augmentent la **résistance aux stress environnementaux** (sécheresse, hydromorphie).

La répartition des compartiments organiques libres et liés (équilibre des réserves entre court et long terme) sont équilibrés (respectivement 15 % et 85 % du carbone total).

Transfert en exploitations agricoles

Ce système laisse entrevoir qu'une réduction d'IFT de 20-30 % à compétitivité égale et structure d'exploitation identique est réalisable car :

- La **rupture est progressive** : conception « pas à pas » plutôt que « de novo », ce qui facilite l'acceptation qui elle aussi est progressive et permet plus facilement de lever des freins au changement.
- Les leviers introduits font partie de « la **boîte à outil existante** » (génétique, biocontrôle, mécanisation etc.).

Le **levier rotation**, même si il est encore trop tôt pour qu'il permette l'atteinte d'un nouvel équilibre de la flore, reste indéniablement le levier majeur et n'est pas remis en cause. L'alternance hiver/printemps, graminées/dicots est bien adaptée. Le maintien des grandes cultures principales colza et blé sécurise l'atteinte des objectifs économiques. Les cultures de printemps permettent de gagner en robustesse vis-à-vis des aléas climatiques. Le pois injecte de l'azote dans le système.

Pistes d'améliorations du système et perspectives

Seule la **problématique adventices** reste sujette à des échecs, sur une flore **habituelle** (salissement initial élevé) mais surtout **atypique** (vulpie, historique site expérimental).

Dans les tactiques annuelles, les règles de décision pourraient être enrichies par l'introduction de binage sur les cultures à faible écartement, en guidage RTK. Elles pourraient également être ouvertes à la modulation par le recours à la robotique ou à la cartographie d'avertices.

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

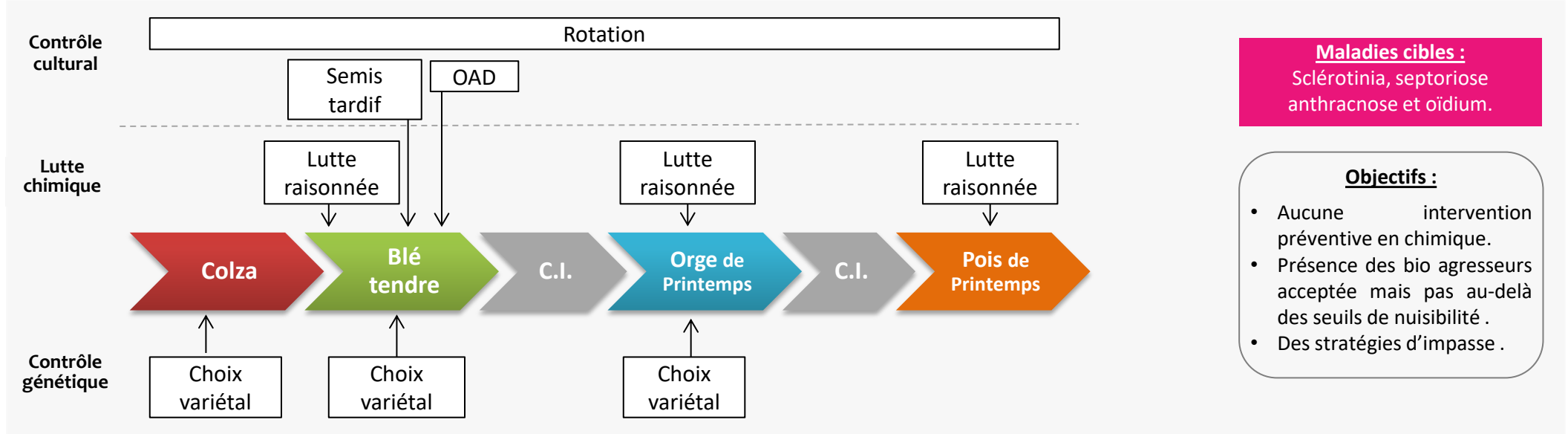
Action pilotée par le ministère chargé de l'agriculture et le ministère chargé de l'environnement, avec l'appui financier de l'Agence française pour la biodiversité, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Ecophyto.

Document réalisé par **Pascaline PIERSON**
ARVALIS institut du végétal

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.



Leviers

Principes d'action

Enseignements

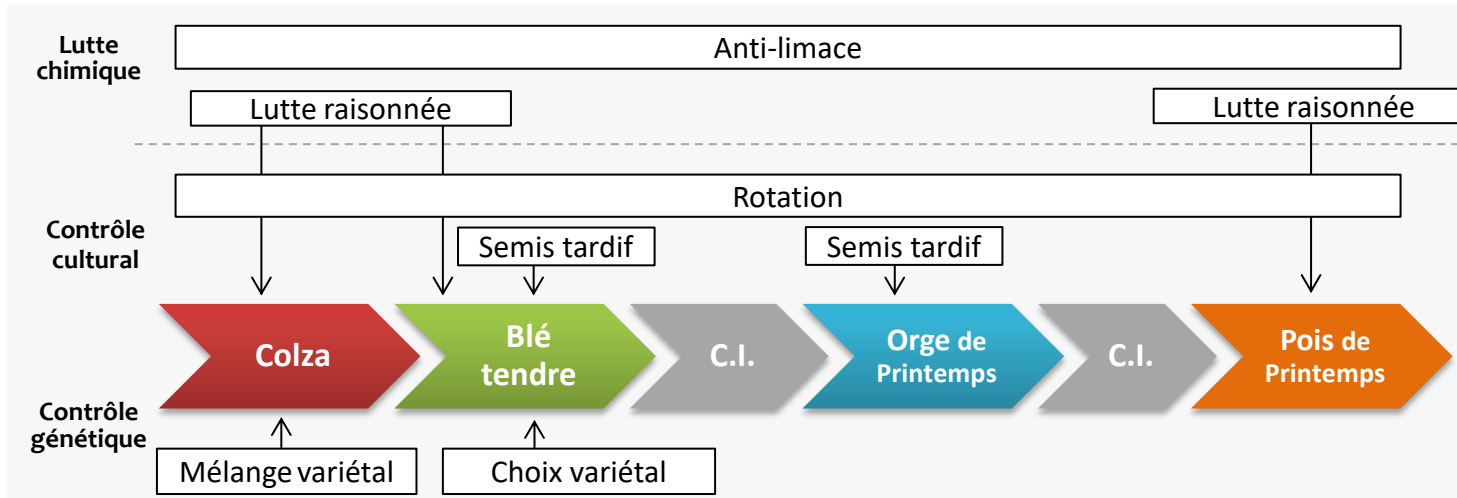
Rotation	Allongement, diversification de la rotation et alternance des cultures d'hiver et de printemps.	Efficace. Permet une gestion des maladies liées à la présence fréquente de céréales à paille : piétin verse, échaudage. Règles de décision transférables grâce aux grilles de risques agronomiques (lien BSV).
Choix variétal	Variété de blé résistante à la septoriose et aux rouilles, variété d'orge de printemps résistante à l'oïdium et à la rhynchosporiose, variété de colza résistante au phoma.	Efficace. Permet d'alléger significativement la protection fongique (enjeu moyen sur les témoins non protégés de 15 Qx). Règle de décision transférable grâce aux expérimentations de caractérisation variétale à l'inscription.
OAD	Kit sclérotinia, Septolis et observation préventive des symptômes sur feuilles.	Efficace. Permet de basculer vers des interventions uniques à doses modulées. Permet des impasses. Règles de décision transférables grâce aux modélisations partagées (lien BSV).
Semis tardif	Réduction de la pression septoriose.	Moyennement efficace. Permet d'alléger la protection fongique, un enjeu non systématique en lien avec l'évolution de l'inoculum d'automne mais qui peut se coupler à un objectif adventices et/ou ravageurs.
Lutte raisonnée	<ul style="list-style-type: none"> Blé : traitement unique septoriose, dose selon observation sur F2 définitive. Pour les autres maladies : basé sur seuils de nuisibilité. Orge : 0 fongicide en absence de symptômes sur F3 au stade Z39 Pois : traitement anthracnose si symptômes 	Efficace. Permet d'alléger la protection fongique par une meilleure prise en compte de l'effet année. Oblige cependant à des observations régulières des parcelles (lien BSV).



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 :
Charançons, méligèthes, pucerons, cicadelles et altises.

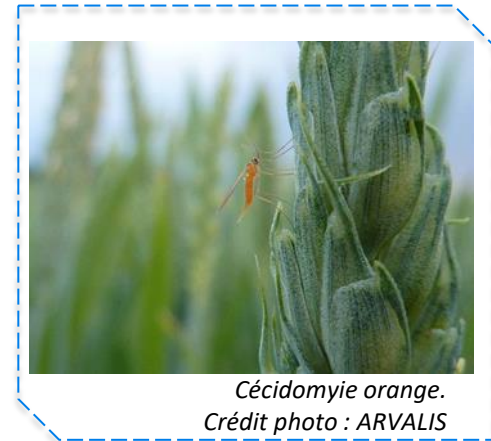
- Objectifs :**
- Aucune intervention préventive en chimique.
 - Des stratégies d'impasse.
 - Présence des bio agresseurs acceptée mais pas au-delà des seuils de nuisibilité .

Leviers

Principes d'action

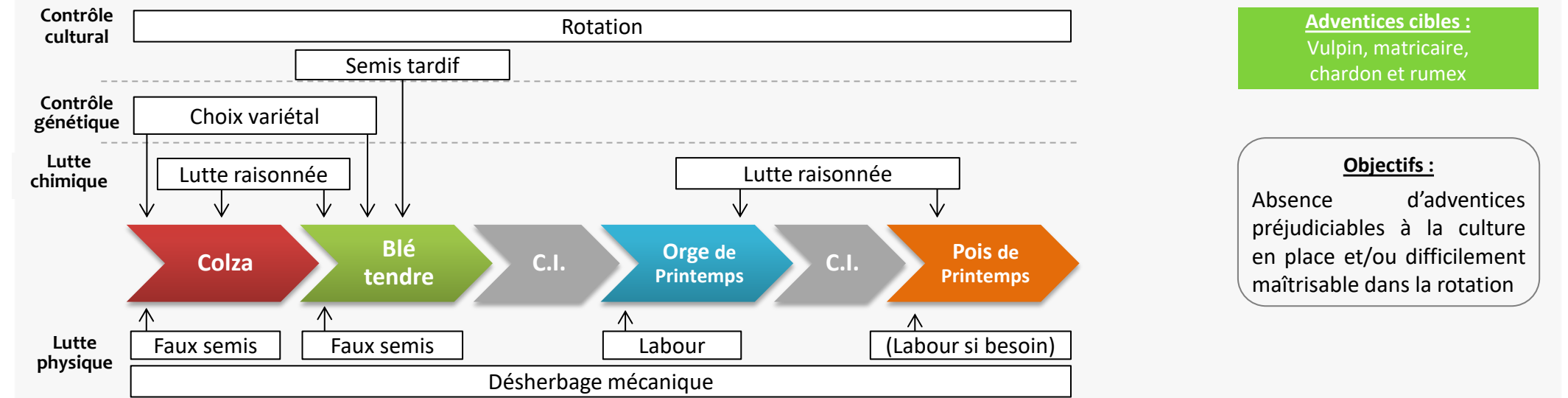
Enseignements

Mélange variétal	En colza : attraction des méligèthes par une variété précoce (plante piège).	Un levier efficace et facilement transférable, qui oblige cependant à maintenir une observation terrain (lien BSV).
Choix variétal	Variété de blé résistante aux cécidomyies.	Un levier efficace et facilement transférable avec une offre variétale étoffée. Permet de s'affranchir des observations terrain et d'une prise de décision délicate.
Semis tardif	Retard de la date de semis (au moins 20 jours).	Un levier efficace qui permet l'impasse d'une protection pucerons/cicadelles d'automne. Une prise de risque physiologique non systématique qui peut se chiffrer à 7 Qx/Ha (source essais Lorraine, retard 20 jours de la date de semis en octobre).
Rotation	<ul style="list-style-type: none"> • Allongement de la rotation, diversification et alternance cultures hiver et printemps. • Colza plus développé en précédent pois, lui confère une moindre sensibilité aux insectes. 	Un levier efficace qui permet de limiter les cycles de reproduction (limaces). Règles de décision transférables grâce aux seuils de nuisibilité liés aux stades de développement connus (lien BSV).
Lutte raisonnée	Colza : impasse méligèthes sauf si absence de floraison. Pois : pas d'insecticide sauf si levée lente ou altération du fonctionnement physiologique. Utilisation de produits de biocontrôle (phosphate ferrique sur limaces) et localisation en zones à risque.	Efficace. Règles de décision plus difficiles à transférer de part le niveau de tolérance plus élevé et l'acceptation d'un risque dans la prise de décision. L'utilisation de produits de biocontrôle oblige à un positionnement préventif de la protection.



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 :
Vulpin, matricaire, chardon et rumex

Objectifs :
Absence d'adventices préjudiciables à la culture en place et/ou difficilement maîtrisable dans la rotation

Leviers

Principes d'action

Enseignements

Rotation	Allongement de la rotation, diversification et alternance des cultures d'hiver et de printemps.	Efficacité en cours. N'a pas permis pour l'instant une gestion allégée des adventices. Dans les règles de décision, pas de tolérance possible sur l'objectif de non-renouvellement du stock semencier (zéro vulpins en graines).
Labour	Enfouir les graines d'adventices, sur les 2 cultures de printemps.	Efficacité en cours. N'a pas permis une gestion allégée des adventices dans les autres cultures. Une règle de décision qui peut être en contradiction avec d'autres objectifs sociaux (charge de travail), économiques (charges de mécanisation) ou environnementaux (dilution matières organiques).
Choix variétal	Choix de variétés de colza et de blé à fort pouvoir couvrant.	Efficace, un écart de recouvrement à montaison de plus de 30%.
Faux semis	Permet de générer une levée des vulpins et de semer sur une parcelle propre.	Efficace, transférable sous réserve de choisir les outils de travail du sol adaptés (source : travaux arvalis).
Date semis	Retard de la date de semis du blé pour un décalage de levée avec le vulpin (au moins 20 jours).	Très efficace, transférable sous réserve d'accepter une perte potentielle de rendement de 7 Qx (source essais Lorraine, retard de 20 jours de la date de semis en octobre).
Désherbage mécanique	Herse étrille en passage précoce. Destruction mécanique des couverts et des repousses en interculture.	Résultats et mise en œuvre incertaine selon les conditions climatiques. Transférable sous réserve de la disponibilité de l'outil (créneaux de passage souvent limités, nécessitant d'être réactif). Une analyse des jours disponibles variable selon les types de sols.
Lutte chimique raisonnée	<ul style="list-style-type: none"> Colza : Traitement AD dose réduite en post précoce. AG+AD doses adaptées selon efficacité désherbage mécanique. 	Efficace. Des règles de décision connues, pour un gain d'efficience des herbicides en liant stades des adventices, et conditions climatiques.