



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 : Mauguio

Localisation : INRA - UE Diascope Chemin de Mezouls

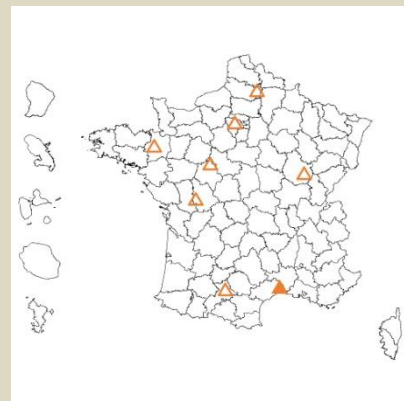
Domaine expérimental de Melgueil

34130 MAUGUIO

(43.610716, 3.977272)

Système DEPHY : RésOPest Mauguio

Contact : Brigitte MONTEGANO (brigitte.montegano@inra.fr)



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

Système de grande culture 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 : 3 parcelles de 0,4 ha avec chaque année des termes différents de la succession culturale (qui est 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.

Sol : brun clair, profond, à texture limono argilo sableuse. Sensible à la battance, pauvre en MO.

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 de la rotation

Stratégie globale

Efficience ☆☆☆☆☆

Substitution ★★★★★

Reconception ★★★★★

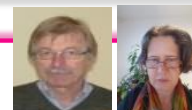
Efficience : amélioration de l'efficacité des traitements

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

« A Mauguio, la difficulté d'une **conduite sans irrigation** est clairement apparue dès la mise en place de l'expérimentation (2012). La stabilisation des rendements et donc la viabilité économique du système passent par la possibilité d'**irrigations ciblées** sur certains stades phénologiques ou à certaines étapes de l'ITK. Le positionnement de ces irrigations étant à moduler en fonction du **contexte climatique** de l'année d'une part et de l'**objectif de rendement** et/ou de **valeur technologique** d'autre part. A ce bémol près, il semble tout à fait possible de conduire des cultures avec les **contraintes zéro-pesticides** et faibles niveaux pour les autres intrants. Les leviers techniques restent à trouver sur la **gestion des adventices en pois chiche**. En ce qui concerne les maladies, le **levier génétique** semble efficace au moins pour le **blé dur**. Notre site, atypique, est possiblement représentatif d'une évolution climatique à plus large échelle, et semble à ce titre informatif pour le réseau. » *Brigitte MONTEGANO et Jean-Marc EBEL*



Caractéristiques du système

Rotation :



CIPAN : Culture Intermédiaire Piège à Nitrates

Maintien des cultures représentatives de la région selon le cahier des charges RésOPest : blé dur & pois chiche

Irrigation : uniquement pour homogénéiser la levée des cultures.

Travail du sol : trois labours sur 6 ans avant blé dur et tournesol. Utilisation des 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. Avant tournesol, la CIPAN (phacélie ou mélange phacélie/moutarde blanche/radis japonais) peut être remplacée par des faux-semis pour déstocker des adventices (véronique par exemple). Dans la petite région, l'implantation des CIPAN est très aléatoire car fortement dépendante de la pluviométrie.



Parcelle ResOPest Mauguio. Crédit photo : IGN & UE Diascope

Objectifs du système

Les objectifs poursuivis par ce système sont :

| Agronomiques | Maîtrise des bioagresseurs | Environnementaux | Socio-économiques |
|--|---|--|---|
| Rendement et qualité Maximiser une production commerciale respectant les cahiers des charges des filières. | Maîtrise des adventices <ul style="list-style-type: none"> - Limiter le salissement pour éviter les pertes de rendement. - Absence de chardons. - Pas de développement de tâches d'adventices montées à graines (folle avoine). Maîtrise des maladies et ravageurs Contenir l'impact des bioagresseurs afin atteindre les niveaux de rendement et de valeur technologique ciblés. | 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 (respect de la directive nitrates, consommation d'énergie, conservation de la biodiversité, ...). | Marge semi-nette Le maintien du revenu de l'agriculteur est visé. 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 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 exprime le niveau de satisfaction des résultats : vert = résultat satisfaisant ; orange = résultat moyennement satisfaisant ; rouge = résultat insatisfaisant.

En 2013 et 2014, le pois chiche a été remplacé par un tournesol en raison d'un échec de la levée.

> Maîtrise des bioagresseurs

| | Luzerne A1 | Luzerne A2 | Blé dur | Pois chiche | Blé dur | Tournesol |
|------------|------------|------------|---------|-------------|---------|-----------|
| Maladies | ✓ | ✓ | ≈ | ✓ | ≈ | ✓ |
| Ravageurs | ≈ | ≈ | ✓ | ✗ | ✓ | ✗ |
| Adventices | ✓ | ✓ | ≈ | ✗ | ≈ | ✓ |

A deux exceptions près (**phytonomes** sur luzerne et **helicoverpa** sur pois chiche), la **pression des ravageurs** reste **acceptable**. Le **levier biologique** est à optimiser sur **helicoverpa** (BT) et **levier technique** également sur les phytonomes (date de coupe ou broyage).

Les **adventices** peuvent poser problèmes sur certaines cultures à **faible développement végétatif** (pois chiche). Attention à la gestion de la **folle avoine** et du **chardon marie** sur le long terme.

Les **maladies cryptogamiques** prégnantes sur la petite région (essentiellement rouilles sur blé dur) semblent contrôlables via le levier génétique en année 'classique' au moins, car pas de dégâts impactant des rouilles sur blé dur observés.

> Performances agronomiques

| Culture | Objectif de rendement | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|-------------|-----------------------|-----------|------------------------|------------|------|-------------|
| Pois chiche | 20-25 q/ha | - | - | 7,6 | - | - |
| Tournesol | 20 q/ha | 20/(8,5)* | 20/(13,2)* | 21/(13,8)* | - | 12,3/(7,7)* |
| Luzerne | 3 TMS/ha en A1 | - | - | 5,7 | 2,7 | - |
| | 7 TMS/ha en A2 | 8,7 | - | - | 4,9 | 11 |
| Blé dur | 40 q/ha | 47 | 19,8 (P1) 13,2 (P3) | - | 33,8 | 59 |

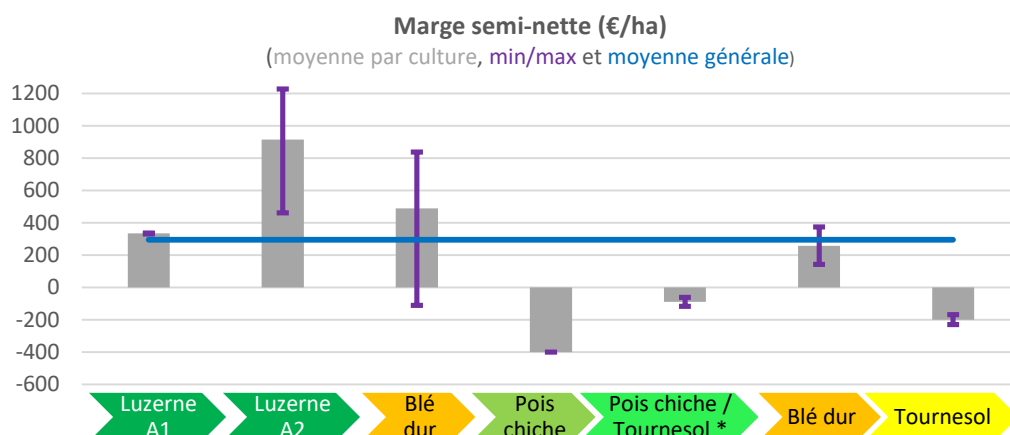
Pour le tournesol les chiffres entre parenthèses donnent les rendements réels suite aux prélèvements des oiseaux, le 1^{er} nombre correspondant aux rendements théoriques après quantification des dégâts via les capitules ensachés (60% en 2013, 44% en 2014, 34% en 2015 et 37% en 2017).

Les **rendements** sont **hétérogènes** quelle que soit la culture. Ces fortes fluctuations inter-annuelles s'expliquent essentiellement par la **variabilité du déficit hydrique climatique** (P-ETP) non compensé par irrigation.

Les **rendements particulièrement élevés** du **blé dur** par rapport à ceux de la petite région en 2017 sont dus au choix variétal, à des conditions environnementales favorables et à une forte densité de semis.

Evaluation multicritère sur les campagnes 2013 à 2017

> Performances économiques



La rentabilité de ce système est **très faible**, en particulier en raison des mauvaises performances du **pois chiche** et du **tournesol**.

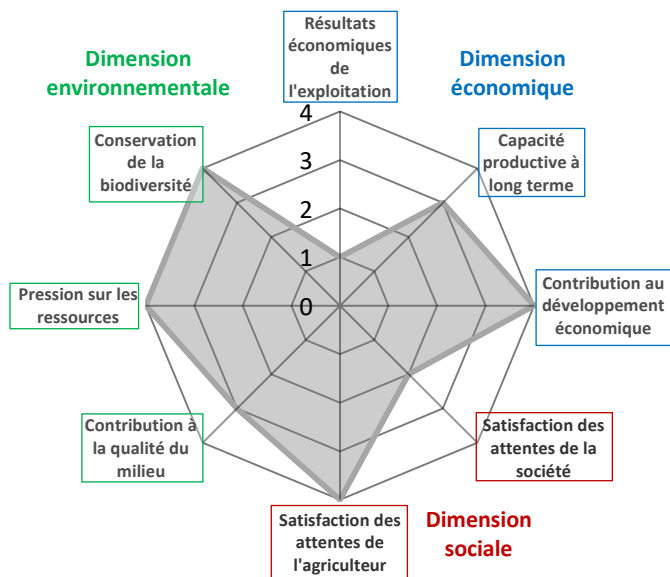
Pour ce dernier, si on prend en compte le rendement hors **dégâts d'oiseaux**, la marge semi-nette gagne environ 200 €/ha.

> Performances environnementales

Les performances environnementales sont **très élevées**. Les risques d'érosion sont liés à la situation des parcelles près d'un cours d'eau et ne sont pas inhérents au système de culture.

Contribution au développement durable

(Criter 4.5 + MASC 2.0)



La contribution globale du système de culture au développement durable est **élevée** malgré une rentabilité **très faible**. La satisfaction des attentes de la société est **faible à moyenne** en raison d'une **très faible** contribution à l'emploi (non recherchée dans ce système) mais la durabilité sociale reste néanmoins **élevée**.

Zoom sur la ripisylve

Les parcelles Rés0Pest sont situées près d'un ruisseau bordé d'une **ripisylve** (voir photo ci-contre). Elles sont entourées d'une **bande enherbée**

(luzerne+dactyle) et bénéficient d'un **réservoir de macro-faune utile**. Les populations de campagnols sur luzerne sont partiellement contrôlées par leurs prédateurs naturels (hérons cendrés, rapaces).



Credits photos : UE Diascope.

L'inconvénient majeur de cette situation est le **risque d'inondation** lors d'épisodes cévenols intenses (1 occurrence en 2014 sur la période 2013-2017). Le site dans son ensemble est concerné par la **directive nitrates**.

Transfert en exploitations agricoles



Etant donné le **niveau de rupture élevé** des systèmes de culture Rés0Pest, 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.

De plus, de par son **contexte environnemental**, le site occupe **une place particulière** dans le réseau et ajoute la contrainte « **stress abiotiques** » (**thermique et hydrique**) à la problématique zéro-pesticides.

Pistes d'améliorations du système et perspectives



Les résultats obtenus depuis le début de l'expérimentation sont informatifs, le point marquant étant une **maîtrise possible des bioagresseurs** en année 'non extrême' sur **blé dur**. La **consommation d'énergie est faible**, en grande partie à cause d'un faible niveau de fertilisation azotée. Par contre, il y a de **nombreux passages de travail du sol** et une réflexion devra être menée afin de voir s'il y a une marge de progrès sur ce point.

Il faut porter une attention particulière à l'**itinéraire technique du pois chiche** qui est une espèce bien représentée en conduite conventionnelle dans la petite région et dont la maîtrise n'est pas encore acquise.

Le **remplacement du tournesol par un sorgho** pourrait être testé lors de la 2^{ème} succession du système afin de limiter les **attaques d'oiseaux** de fin de cycle. A noter qu'aucune de ces 2 cultures de printemps ne représente une sole significative dans la petite région, hormis en production de semences. Le **sorgho grain** est une espèce efficiente en sols profonds sous **contrainte hydrique** et travaillée par les sélectionneurs pour une **conduite bas intrants**.

On pourrait également envisager d'utiliser plus fréquemment et de façon raisonnée le **levier 'Irrigation'** pour gérer la contrainte hydrique, en chiffrant son coût dans le contexte régional.

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

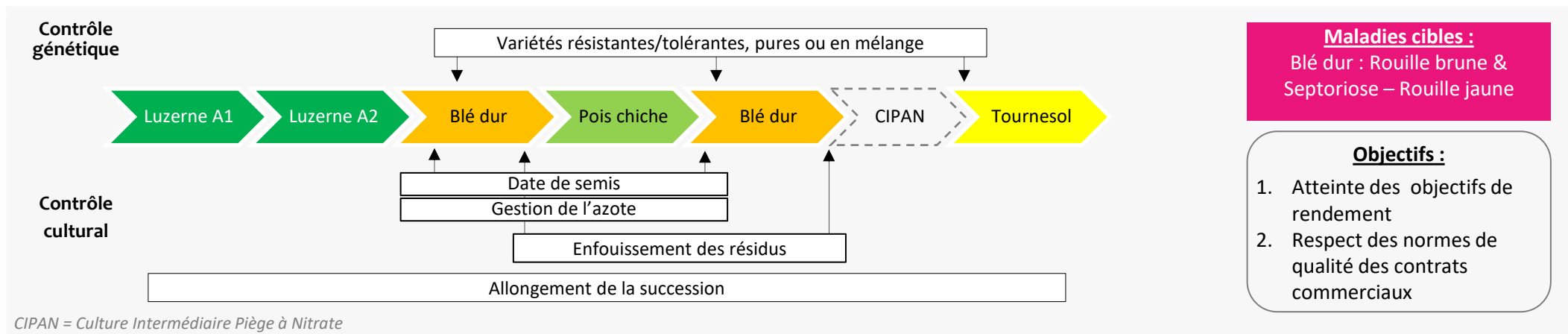
Action pilotée par le ministère chargé de l'agriculture et le ministère chargé de l'environnement, avec l'appui financier de l'Agence française pour la biodiversité, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Ecophyto.

Document réalisé par **Brigitte Montegano et Sébastien Rey** (INRA Diascope).

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

| | | |
|-------------------------------------|---|---|
| Choix variétal | Choix de variétés résistantes ou tolérantes. | Le levier génétique fonctionne mais il peut être difficile de prioriser les caractéristiques variétales optimales (résistance/tolérance aux maladies fongiques, précocité, morphotype compétitif pour la gestion des adventices). Il faudrait sans doute combiner le choix des espèces (orge vs. blé dur) et des variétés. |
| Semis précoce | Semis précoce du blé dur (autour du 25/10 et si possible avant le 15/11) pour une implantation optimale et des plantes vigoureuses. | Bonne stratégie en ce qui concerne les maladies telluriques (fusariose), mais en année favorable aux maladies foliaires, elle peut exposer la culture à plusieurs cycles de multiplication du ou des pathogènes. |
| Gestion de l'azote | Moduler et fractionner la dose au plus juste des besoins de la culture pour éviter de favoriser les maladies. | Sur blé dur, ne pas oublier l'objectif 'Qualité du grain' et en conséquence bien cibler la reprise de végétation de façon à optimiser la nutrition azotée. |
| Enfouissement des résidus | Enfouir les résidus de récolte afin de favoriser leur décomposition et éviter la propagation des agents pathogènes. | Mesure prophylactique complémentaire des autres leviers. |
| Allongement de la succession | Délai de retour > à 5 ans pour les légumineuses (luzerne, pois chiche). Diversification des cultures. | Ascochyte sur pois chiche peu présente pour l'instant, à suivre avec la poursuite de la rotation. |

Rouille jaune sur blé

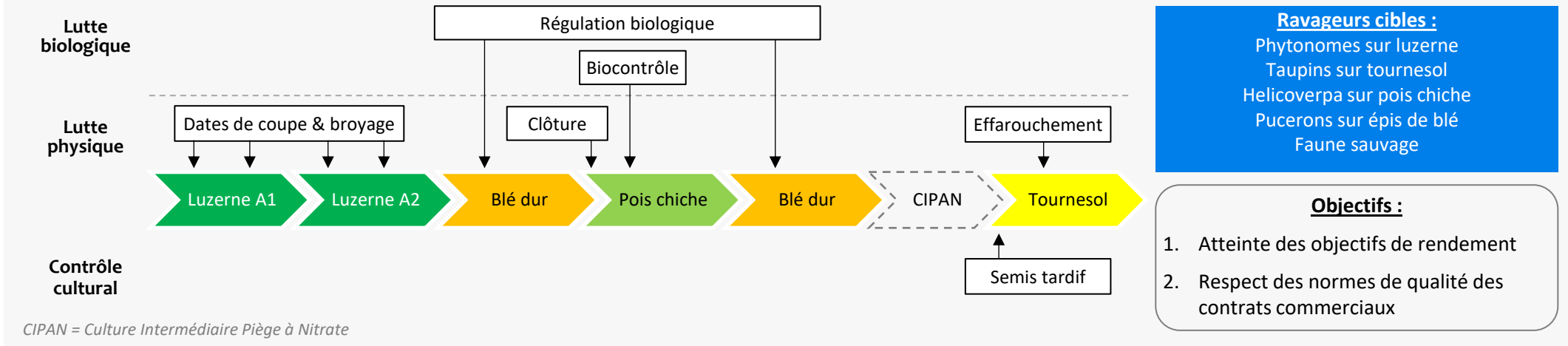


Crédit photo : Google

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

| | | |
|-------------------------------------|---|---|
| Régulation biologique | Favoriser l'émergence d'un équilibre entre auxiliaires et bioagresseurs par la non utilisation de pesticides et la présence de bandes enherbées et de haies aux abords des parcelles. | Difficile d'attendre un équilibre sur cette relative petite superficie (<1.5ha). Il faudrait travailler à une plus grande échelle. La régulation est surtout attendue sur blé dur mais peut bénéficier aux autres cultures. |
| Biocontrôle | Utilisation du <i>Bacillus thuringiensis</i> contre Helicoverpa sur pois chiche. | Nombre de traitements nécessaires potentiellement élevé (4 ?). Le nombre de vols dépend du climat de l'année. En 2018, année pas spécialement favorable, 2 vols ont été détectés. |
| Dates de coupe & broyage | En cas d'attaque de phytonomes sur luzerne (plus de 60% de plantes attaquées), avancer la date de coupe ou broyer pour les détruire. | Technique utilisée avec succès en 2013. Pas de nouvelles attaques depuis. |
| Clôture | Empêcher les déprédations de la faune sauvage par la pose de clôtures. | Pose d'une clôture dès le jour du semis sur pois chiches. D'une façon générale intervenir en préventif juste avant le stade phénologique ciblé par la faune. |
| Effarouchement | Empêcher les déprédations d'oiseaux par l'utilisation d'effaroucheurs sonores. | Technique d'effarouchement sonore inefficace sur palombes et moineaux en protection des capitules de tournesol. |
| Semis tardif | Semer tardivement dans un sol bien réchauffé afin d'avoir une levée rapide et de réduire la phase de sensibilité aux ravageurs. | En tournesol, attendre suffisamment que le sol se réchauffe pour avoir une levée rapide. La technique permet de limiter l'impact des taupins. |

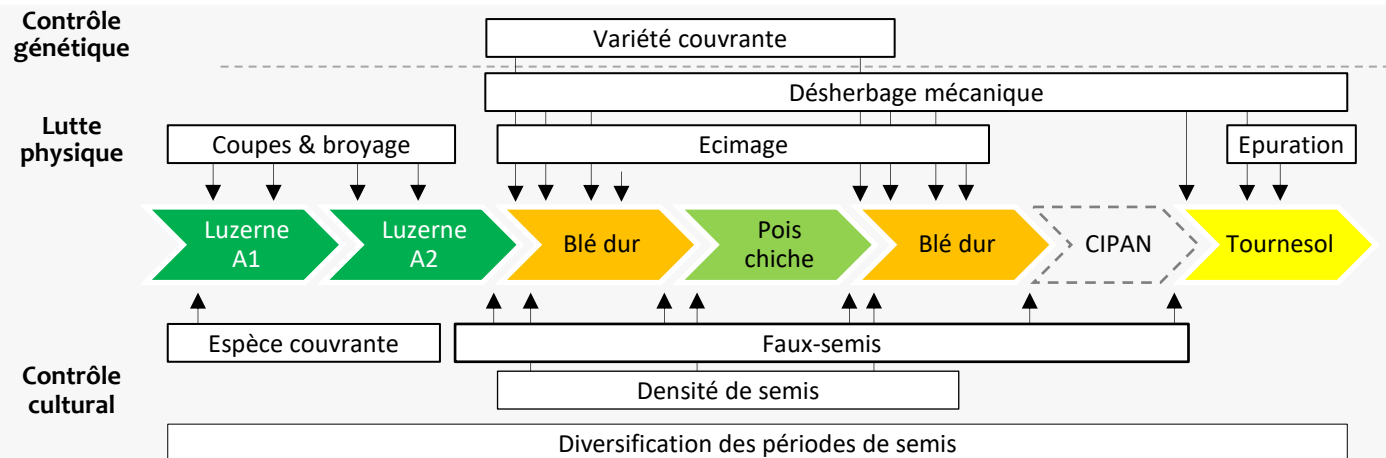
Phytonomes sur luzerne



Crédit photo : Google

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 :
Cultures d'hiver : véroniques persicaires, ray grass, diplotaxis & folles avoines.
Cultures de printemps : renouées liserons, pourpiers ...
Vivaces : rumex.

- Objectifs :**
1. Peu d'impact des adventices sur le rendement
 2. Pas de développement de tâches d'adventices à montaison (folle avoine, rumex)
 3. Minimiser le stock grainier

CIPAN = Culture Intermédiaire Piège à Nitrate

Leviers

Principes d'action

Enseignements

| | | |
|---|--|---|
| Choix variétal Espèce couvrante Densité de semis | Assurer une bonne couverture du sol pour être plus compétitif vis-à-vis des adventices par le choix de l'espèce, du morphotype variétal ou de la densité de semis (pois chiche : 65 gr/m ² ; blé dur : 307 gr/m ²). | <ul style="list-style-type: none"> • Action 'nettoyante' de la luzerne et bon étouffement des adventices si l'implantation est réussie. • En blé dur, levier efficace à condition de disposer de variétés à feuilles plus larges et plus prostrées, avec une vigueur de départ et une hauteur de paille supérieure. |
| Désherbage mécanique | Détruire les adventices en culture sans détruire la culture elle-même. Utilisation principalement de houe rotative & herse étrille dans les cultures d'hiver et de bineuse (1 à 2 passages) dans les cultures de printemps. | <ul style="list-style-type: none"> • Les fenêtres climatologiques sont souvent réduites pour appliquer la technique. • Ne pas hésiter à l'utiliser très tôt après le semis (herse étrille en aveugle). • Nécessité de compenser les pertes par une densité de semis plus élevée. • Cette technique est insatisfaisante sur les véroniques. • Il faut assurer une fermeture rapide de l'inter-rang (variété couvrante, semis en conditions poussantes pour le tournesol) pour compléter efficacement cette technique. |
| Coupe, broyage, écimage ou épuration | Elimination des adventices par des moyens mécaniques pour éviter leur montée à graines et la dissémination des semences. | <ul style="list-style-type: none"> • Dans la luzerne, on peut faire des coupes avant la montée à graines des adventices. • L'écimage est efficace sur les adventices qui dépassent du blé dur. • L'épuration des tournesols sauvages se fait manuellement. |
| Faux-semis | Faire lever les adventices en interculture et les détruire ensuite. | Dans les conditions climatiques de Mauguio, cette technique est très dépendante de la pluviométrie qui permet de faire lever les adventices ! |
| Diversification des périodes de semis | Permettre de détruire un large spectre d'adventices levant à des périodes différentes, en introduisant des cultures de printemps. | C'est la méthode de base pour éviter l'apparition d'une flore dominante sur la parcelle. |