



SYSTEME de CULTURE EXPE

à la recherche de systèmes très économes en phytosanitaires

Projet : SCAOPEST - Système de Culture Agroforestier "zéro pesticide" en Grande Culture

Site : UniLasalle Beauvais

Localisation : Ferme UniLaSalle Beauvais 60112 TROISSEREUX
(49.459955, 2.068439)

Système DEPHY : SCAOPEST

Contact : David GRANDGIRARD (david.grandgirard@unilasalle.fr)



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

Zéro pesticide en agroforesterie

Site : établissement d'enseignement agricole

Durée de l'essai : 2013-2019

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

Dispositif expérimental : 6 parcelles de 0,5 ha présentant annuellement 6/8 termes de la rotation SCAOPEST

Système de référence : le système historique et actuel de la parcelle sert de référence locale pour 3 des termes (blé H, orge H, colza) des références locales conventionnelles et en agriculture biologique

Type de sol : argile à silex sur craie, sol superficiel (≤ 50 cm), infiltrant, à potentiel conventionnel limité (52 q/ha blé hiver)

Origine du système

Le site expérimental Dephy EXPE SCAOPEST est né des attentes du projet régional IAR « P.I.V.E.R.T. » visant à valoriser en « plante entière » en bioraffinerie les oléagineux locaux.

Voulant s'assurer d'une **empreinte carbone réduite** pour ces produits finaux, la chimie verte souhaite disposer de matières premières agricoles à bilan carbone le plus réduit possible. La rencontre du potentiel compensateur en carbone d'une **matrice agroforestière** et d'un **système de culture zéro-pesticides** inspiré de ResOpest en rupture est alors évidente.

Cette expérimentation est conduite en **conditions de sol limitantes** pour imaginer limiter le risque de concurrence entre sols productifs alimentaires et sols moins souvent rentables.

Objectif de réduction d'IFT

100 %

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

Mots clés

Zéro-pesticides - Lutte intégrée -
Lignes agroforestières -
Diversification - Autoconsommation

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

« C'est réellement chaque jour un pari fou pour l'ensemble des équipes techniques comme pédagogiques que de vouloir mener cette rotation sur un sol si difficile, pis encore, accompagnée d'arbres en lignes, le tout à vocation industrielle et autoconsommée en atelier bovins lait. Mais dès que l'on parle de bilan carbone et de projections financières, de diversification du revenu et des risques...les regards changent, les questions fusent et nous présentons que nous sommes sur la bonne voie, malgré les progrès restant à faire. » D. GRANDGIRARD ET L. SIMON

Caractéristiques du système

Rotation :

CI : Couvert Intermédiaire



Mode d'irrigation : non possible / non autorisée en vue de respecter les pratiques courantes locales.

Travail du sol : recours au labour 2 années sur 8 (avant cultures de printemps), déchaumeur à ailette pour destruction de la luzerne, semoir direct pour les couverts et associations, recours aux outils de désherbage mécanique (herse étrille, bineuse, houe rotative).

Interculture : couverts pièges à nitrates (crucifères...), fournisseuses d'azote (légumineuses) mais aussi concurrentes des adventices en interculture.

Cultures associées : association de cultures telles que le trèfle et la lentille avec le colza, puis la luzerne avec le tournesol.

Infrastructures agro-écologiques : lignes d'arbres agroforestiers à destination bois d'œuvre (10 essences différentes implantées en triplet et en séquence unique, 10 ans d'âge en 2018) avec bandes enherbées implantées ou spontanées de 2m de large au pied. Des témoins forestiers (sylvicoles purs) et agricoles (sans arbres) d'1 ha chacun sont présents sur la parcelle.



Objectifs du système

Les objectifs poursuivis par ce système sont :

Agronomiques	Maîtrise des bioagresseurs	Environnementaux	Socio-économiques
Maintien des cultures de rente régionales	Maîtrise des adventices	IFT	Revenu
Rendement et qualité	- Salissement acceptable et maîtrisable - Maîtrise des adventices pérennes sur bandes enherbées (chardons, rumex, renouées)	Zéro pesticides	Maintien du revenu moyen (directs + indirects), notamment par :
Des rendements pour des marges commerciales optimales	Maîtrise des maladies et ravageurs	Autres impacts	- Des économies en aliments pour bétail - Un gain annualisé de la vente des arbres - Une compensation, une « plus value carbone » des arbres
Qualité	Evitement des risques pour atteinte des rendements et qualités visés	- Balance GES réduite d'au moins 75% - Réduction drastique des risques de lixiviation des nitrates - Favoriser la biodiversité (y compris concurrente) - Améliorer le potentiel de lutte intégrée	Temps de travail
- Des rendements de qualités propices à leurs collectes - Des productions propices à une éventuelle distinction commerciale			Un système acceptable selon les critères et seuils de MASC 2.0 et de DEXiAF

Le système de culture agroforestier zéro pesticide SCAOPEST fait l'objet d'une évaluation longitudinale de certains **services écosystémiques** (séquestration/compensation carbone ; potentiel de lutte intégrée (carabes) ; réduction dépendance aux intrants artificiels...) mais aussi d'une évaluation de sa **durabilité globale** selon les 3 piliers du développement durable à l'aide des outils **Criter4,5 + MASC2,0** et **DEXi-AF** spécialement développé à cette intention. Cela permettra d'en estimer les performances, d'échanger sur les pistes d'amélioration, d'imaginer les conditions de son adoption future.

Résultats sur les campagnes de 2013 à 2017

> Maîtrise des bioagresseurs

Le code couleur traduit le niveau de satisfaction des résultats vis-à-vis des objectifs initialement fixés. Vert = résultat satisfaisant, jaune = résultat moyennement satisfaisant, rouge = résultat insatisfaisant.

CI : Couvert Intermédiaire

	Blé H	Colza associé	CI	Orge P	CI	Féverole H	CI	Blé H	CI	Tournesol associé	Luzerne	Luzerne
Maladies	✓	≈	✓	✓	✓	≈	✓	✓	✓	≈	✓	✓
Ravageurs	✓	✗	✓	✓	✓	≈	✓	✓	✓	✗	✓	✓
Adventices	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	≈	≈	✓

Les campagnes testées (2013-18) ont climatiquement été très variées. Malgré cela, deux points majeurs posent problème à ce jour au sein du système SCAOPEST :

- La **non-maîtrise récurrente de la pression limaces** en fin d'été sur colza et au printemps sur tournesol ;
- Et de fait, le **salissement induit** au sein des parcelles de colza du fait d'un **peuplement très réduit** ;
- La **pression sclérotinia** sur ces deux mêmes cultures qui régulièrement, les années pluvieuses au printemps, réduit fortement le potentiel de rendement.

A contrario, pour les **céréales** et la **luzerne**, les **pressions sont maîtrisées** de manière acceptables et attendues.

> Performances : rendements annuels SCAOPEST et satisfaction des attentes de productivité

(« - » = culture pas mise en place cette année-là ; « X » = culture semée puis abandonnée)

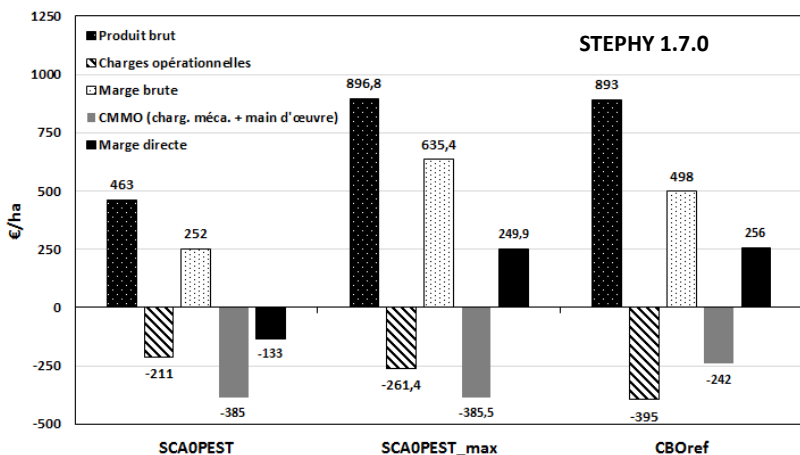
Les rendements objectifs restent **très difficiles à atteindre** 3 années sur 5 du fait de **conditions climatiques** et plus particulièrement de **bilans hydriques défavorables** (2013-14) à **très défavorables** (2015-16 et 2017-18).

Cultures	Obj Rdt	2013-14	2014-15	2015-16	2016-17	2017-18
Blé 1	38q/ha	22	-	30,5	45	21,5
Colza associé	19q/ha	-	6	x	X	-
Orge P	34q/ha	23	-	17,7	42	14
Féverole	19q/ha	13	29,5	-	18	12
Blé 2	38q/ha	18	42,3	19,5	-	15,5
Tournesol associé	19q/ha	21	12,1	x	9,8	-
Luzerne 1	6 tMS/an	3,5	4,2	4,2	5,43	1,9
Luzerne 2	6 tMS/an	-	7,6	3,2	5,43	3,1

L'**implantation de cultures de printemps** est à réinterroger sans cependant encourir la sélection de flores adventices automnales à risques. La **féverole** reste la culture donnant les **meilleurs résultats**.

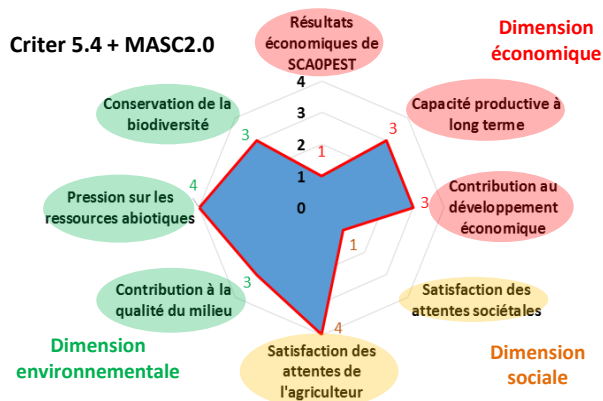
Evaluation multicritère sur les campagnes 2014 à 2018

> Performances économiques



La **marge directe** obtenue par SCAOPEST est **décevante** (-380€/ha/an par rapport à CBO-ref). Ces pertes sont imputables à une **chute de productivité** 3 année sur 5. Elles sont cependant **complètement gommées** dès l'année climatique favorable (SCAOPEST max). Par ailleurs, luzerne et bois vendu à terme représenteraient un **gain supplémentaire** annualisé de près de **160€/ha/an** non pris en compte ici.

> Performances environnementales et globales



La contribution SCAOPEST au **développement durable** est **moyenne** (4/7) du fait d'un bilan économique décevant (2/5), social moyen (3/5) et environnemental bon (4/5). Concernant le bilan GES (EGES®), SCAOPEST présente une **réduction de 65% des émissions globales** en limitant l'usage de fertilisants azotés (-70%). Le reste est indirectement compensé par la **séquestration carbone des arbres**.

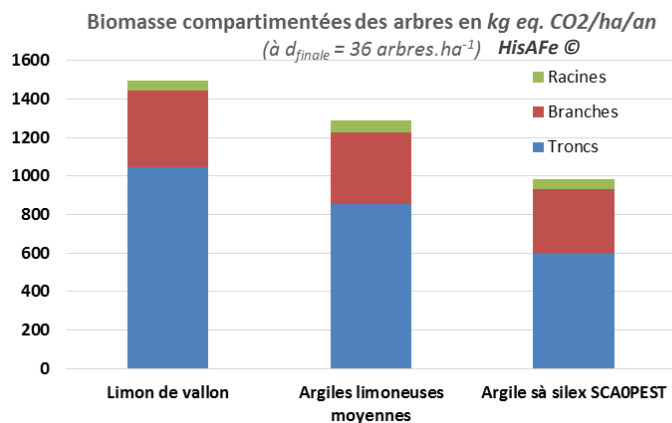


Zoom sur un aspect de la facilitation agroforestière

Entre 2013 et 2018, l'ensemble des arbres agroforestiers ont été **mesurés** (diamètre à hauteur de poitrine (DBH) ; hauteur) et leurs **densités** (g/cm^3) obtenues. Ces valeurs sont alors utilisées en 2018 au sein de **modèles allométriques** spécifiques de **calcul de la biomasse** sur pieds. Cette estimation *in situ* est alors comparée aux **prévisions *in silico* à 60 ans de la productivité à l'hectare de bois d'œuvre** (HisAFé© ; sur noyers).

Pour des arbres âgés de 10 ans en 2018, et dont l'exploitation est prévue à 60 ans d'âge, les estimations de 2018 coïncident

avec les prévisions long terme des arbres, et ce, sur les trois sols majeurs de la parcelle. Si cela se confirme, la matrice agroforestière devrait pour SCAOPEST séquestrer approx. 600kg eq. CO₂/ha/an dans sa biomasse aérienne et ainsi compenser à quasi 100% les émissions totales annuelles de SCAOPEST lorsqu'exprimées en eq. Carbone (CO₂).



Transfert en exploitations agricoles

Parce qu'il s'agit d'un système de culture inspiré de **pratiques innovantes non généralisées**, ne bénéficiant pas toujours de retours d'expériences et n'ayant pas économiquement fait ses preuves pour l'heure, le système SCAOPEST ne peut être transféré directement dans des exploitations agricoles.

S'il souffre essentiellement de **stress hydriques** du fait d'un **sol extrême très infiltrant et limitant**, il aura participé à jalonner une nouvelle voie pour des agriculteurs, des conseillers (plus de 600 en 6 ans) mais aussi des étudiants (250 ont travaillé sur le système en 6 ans) vers la **conception de systèmes de culture économes**, participant à la lutte contre le réchauffement climatique du fait de son **empreinte carbone nulle**.



Crédit photos : S. Oheix

Pistes d'améliorations du système et perspectives

- ❖ Les résultats obtenus par l'expérimentation SCAOPEST sont partiellement satisfaisants avec une assez **bonne maîtrise des bioagresseurs** (hors colza) toutes années confondues mais des **résultats économiques décevants** du fait de rendements objectifs non atteints. L'expérience acquise montre que **déficits hydriques récurrents** et un **sol très infiltrant** limitent (i) la production de biomasse des peuplements de printemps (orge, tournesol) ou à reprise de croissance printanière (luzerne) comme (ii) la valorisation de la fertilisation azotée pour les cultures d'hiver (Indice de nutrition sur blés). Aussi, un travail sur les **dates d'apport** et les **formes d'azote** apportées doit être envisagé.
- ❖ D'autre part, du fait du **taux de silex élevé ($\geq 25\%$)**, la bonne gestion des **limaces sur colza et tournesol** s'est avérée régulièrement insurmontable. Et le **désherbage mécanique à la herse étrille** mais surtout à la **houe rotative très peu efficace**. Seule la **bineuse** reste l'appareillage le **plus efficace** même s'il oblige à augmenter la distance inter-rang. Ainsi, à la lueur de la technicité acquise et désormais disponible à UniLaSalle, sur sols infiltrants et caillouteux, **la culture du colza apparaît difficile à conduire** si l'on ne dispose pas de produits phytosanitaires.
- ❖ Aussi, à partir de 2019, SCAOPEST se verra repenser pour envisager des **cultures à besoins azotés et hydriques restreints** (cultures dérobées, association avec légumineuses). Le **colza sera abandonné** et d'autres cultures industrielles telle le **chanvre** ou la **caméline** seront envisagées. Enfin, l'expérimentation SCAOPEST agroforestière sera **dupliquée en sol favorable** (limon de plateau) de sorte de disposer de références économiques et environnementales telles celles produites ici, pour un système théoriquement non limitant. A suivre ...

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.

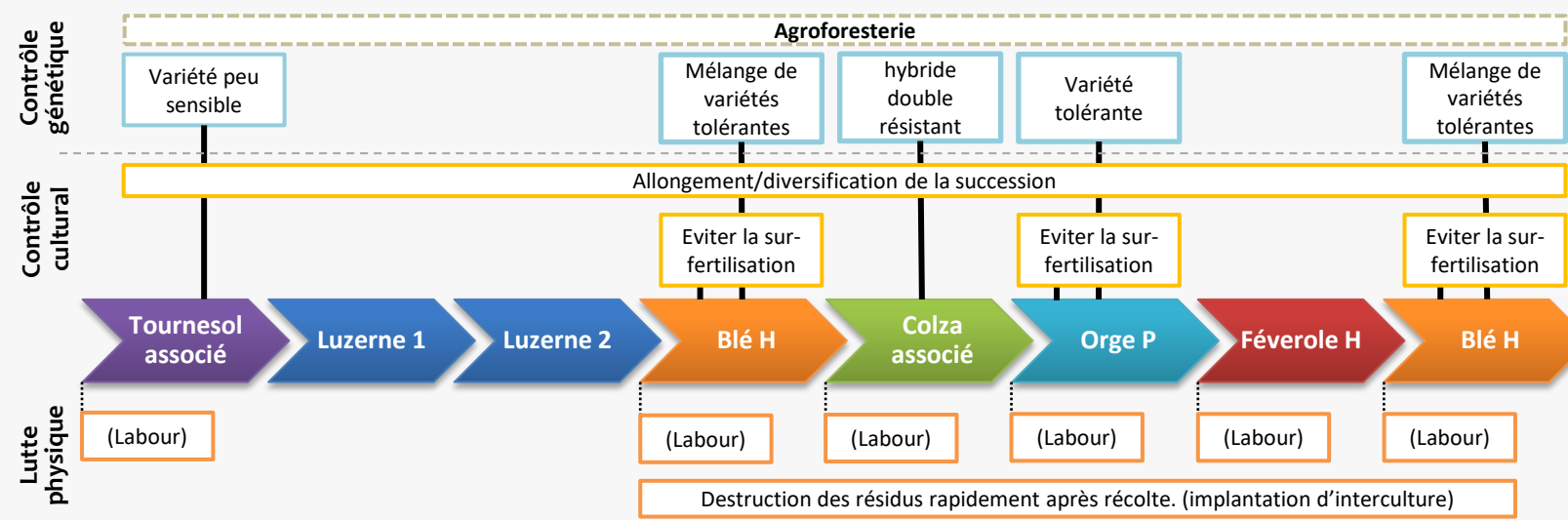
Document réalisé par **David GRANDGIRARD** et **Léo SIMON** (UniLaSalle Beauvais)



Stratégie de gestion des maladies



Avertissement : seuls les principaux leviers 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 :
 Blé : Septoriose, rouille brune, helminthosporiose, oïdium.
 Tournesol : Sclérotinia.
 Orge : Ramulariose.
 Féverole : Botrytis, anthracnose.
 Luzerne : Pseudopeziza.
 Colza : Sclérotinia, phoma.

Objectifs :

- Limiter l'impact sur le rendement et la qualité.
- Limiter la prolifération des maladies dans le temps et l'espace.

Leviers

Principes d'action

Enseignements

Allongement/diversification de la succession	Allonger et diversifier la succession culturale. Alternier culture d'hiver et culture de printemps. Pas de céréales à paille 2 années de suite. Rupture pendant 2ans avec la prairie de luzerne.	La discontinuité temporelle du système de culture dans un système sans pesticide est à considérer comme un prérequis.
Choix des variétés	Sélectionner les variétés proposant les meilleurs niveaux de résistance.	Des incidences élevées souvent associées à des sévérités limitées (céréales surtout) permettent d'apprécier les résistances.
Mélange variétaux	Mélanger 3 variétés de blé pour panacher les résistances septoriose et rouille.	Ne concerne que le blé malheureusement. Cette technique doit s'étendre aux autres cultures.
Travaux du sol	Destruction des résidus de cultures rapidement après récolte.	Permet de limiter l'inoculum.
Agroforesterie	Infrastructures enherbées et arborées : ruptures spatiales dans la parcelle qui peut limiter la diffusion de certaines maladies.	Effet difficile à caractériser précisément.

Les deux ans de luzerne de la succession constituent un levier important de contrôle de tous les types de bioagresseurs.

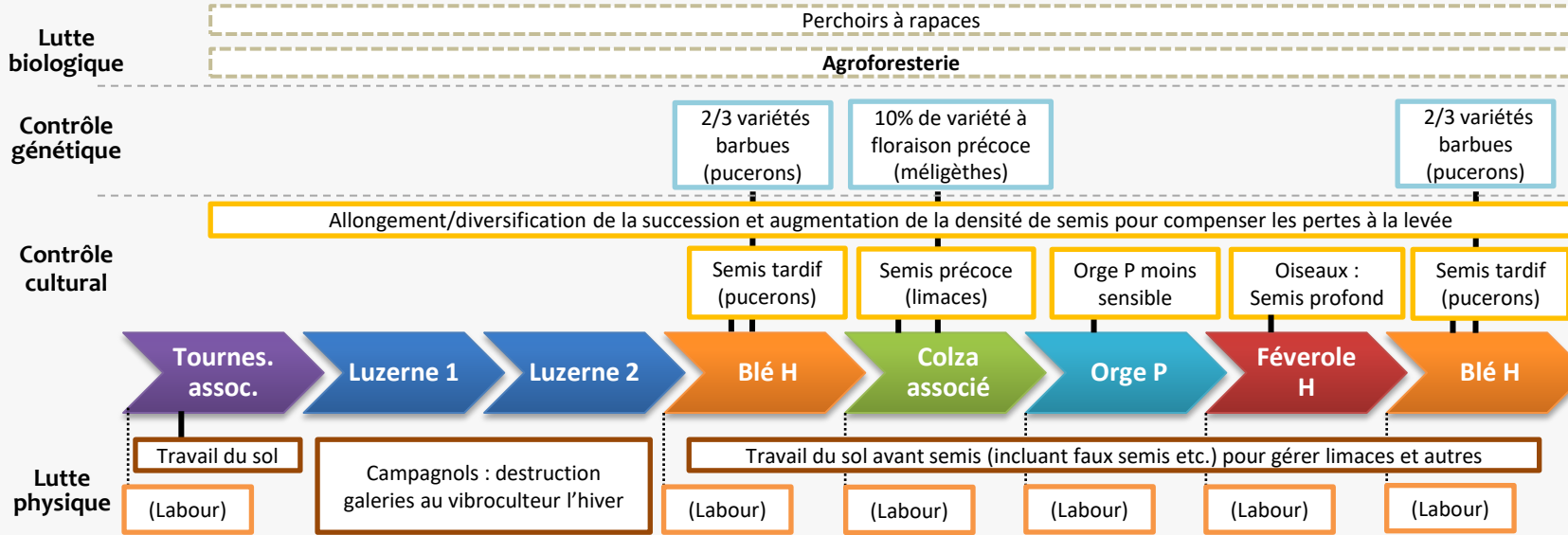


Crédit photos : S. Oheix

Stratégie de gestion des ravageurs



Avertissement : seuls les principaux leviers 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 :
Pucerons, limaces, altises, sitones, campagnols,

- Objectifs :**
- Limiter l'impact sur le rendement et la qualité.
 - Limiter la prolifération des ravageurs dans le temps et l'espace.

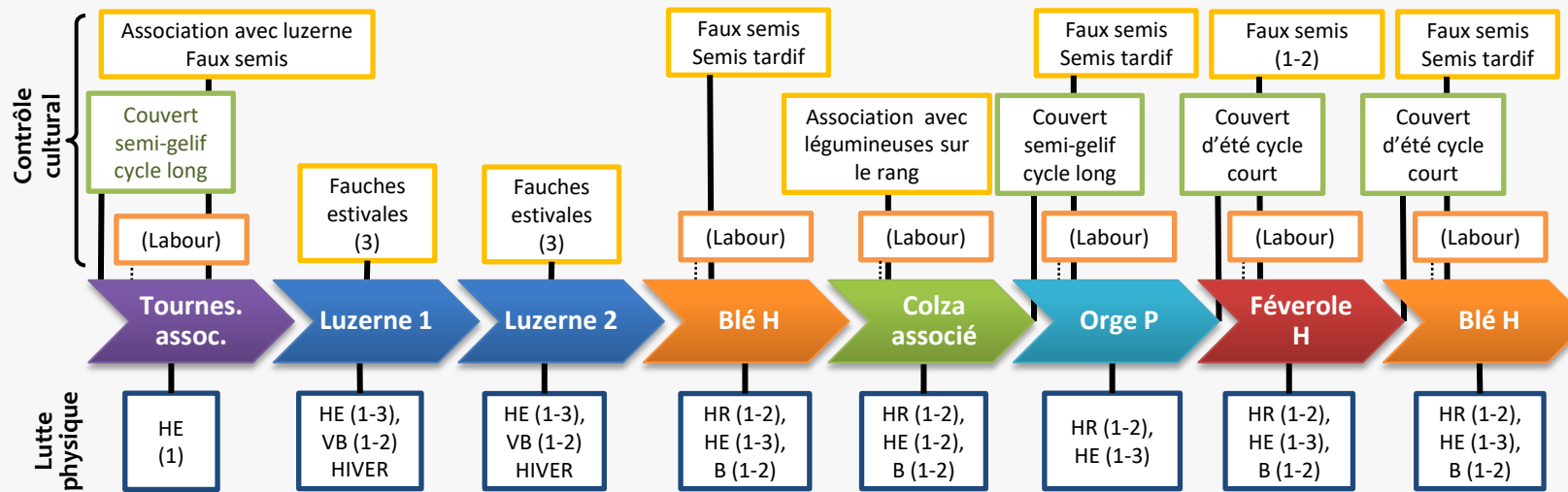
Leviers	Principes d'action	Enseignements
Allongement/diversification de la succession	Allonger et diversifier la succession culturale. Alternier culture d'hiver et culture de printemps. Pas de céréales à paille 2 années de suite. Rupture pendant 2ans avec la prairie de luzerne.	La discontinuité temporelle du système de culture dans un système sans pesticide est à considérer comme un prérequis.
Choix des cultures	Levier associé au levier rotation. Insérer des cultures résistantes aux ravageurs dans la succession.	Certaines cultures demeurent trop sensible aux ravageurs (colza), le travail de choix d'espèce doit se poursuivre.
Mélange variétaux	Mélanger 3 variétés de blé dont 2 barbus moins favorables aux pucerons. Utilisation de variété précoce pour piéger les méligèthes en colza.	Ne concerne que le blé malheureusement. Cette technique doit s'étendre aux autres cultures.
Agroforesterie	Infrastructures enherbées et arborées : rupture spatiale dans la parcelle qui peut limiter le déplacement de certains ravageurs.	Effet difficile à caractériser précisément.
Travail du sol	Destruction en surface régulière (après récolte, avant semis) des habitats de certains ravageurs (limaces, autres...).	Permet de limiter la pression ravageurs.
Perchoirs	Perchoirs à rapaces pour favoriser la régulation des oiseaux et rongeurs .	
Densité et date de semis	Augmentation de la densité de semis pour compenser les pertes à la levée et semis décalés (tardifs en blé pour éviter pucerons ; précoce en colza pour éviter les limaces).	



Stratégie de gestion des adventices



Avertissement : seuls les principaux leviers 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 :
Vulpins, séneçons, coquelicots, laïterons, gailllets, véroniques, chardons...

- Objectifs :**
- Salissement (Ab. Biom.) en dessous des seuils affectant le rendement.
 - Evolution positive du stock semencier.
 - Absence de chardon, rumex.
 - Pas d'infestation depuis les BAEs.
 - Diversité maximale.

Leviers

Principes d'action

Enseignements

HR = Houe rotative
HE = Herse étrille
B = Bineuse, VB = vibroculteur

Succession culturale	Allonger et diversifier la succession culturale (insertion de luzerne notamment). Alternier culture d'hiver et culture de printemps.	Efficacité de l'insertion de culture de printemps (orge de printemps très compétitive). Contrôle du salissement par l'insertion de luzerne dans la rotation. Diversification des cultures qui permet une diversification des pratiques. Nécessité de maîtriser la destruction de la luzerne.
Désherbage mécanique	Intervenir mécaniquement sur les cultures en place. Trois outils principaux : houe rotative, herse étrille et bineuse.	Interventions variés et complémentaires, souvent efficaces. Tous ces leviers mécaniques ne sont pas mobilisables sur toutes les cultures. Très liées aux conditions pédoclimatiques, parfois coûteux en temps et/ou énergie.
Faux semis + Semis tardif	Organiser des faux semis associés à des semis plus tardif.	Les faux semis associés à des semis tardif permettent de réduire le stock semencier.
Labour	Labourer si nécessaire.	Le labour permet de gérer des situation de salissement (graminées en particulier) hors de contrôle.
Intercultures (Cipan...)	Mettre en place des couverts dès que possible entre deux cultures de la succession.	Choix des espèces important, intercultures de cycle long plus faciles à mettre en place. Représentent un panel de services agro-environnementaux mais aussi des coût supplémentaire. Peuvent laisser certaines adventices monter à graine.
Associations de cultures	Tourneol associé à la luzerne, colza associé à des légumineuses (treffle, lentille).	

La combinaison des interventions dans les cultures qui l'autorisent, permet de réduire fortement l'abondance.



Houe rotative

Herse étrille

Bineuse

Credit photos : S. Oheix