



**Projet : EXPE Ecophyto Pomme** - Evaluation multi-sites de systèmes innovants de production de pommes, visant la réduction d'emploi des produits phytosanitaires

**Site : INVENIO**

Localisation : Domaine de la Faye 87500 ST-YRIEIX-LA-PERCHE  
(45.510465, 1.250116)

## Système DEPHY : Ecophyto 1 Golden

Contact : Cécile BELLEVAUX ([c.bellevaux@invenio-fl.fr](mailto:c.bellevaux@invenio-fl.fr))



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

### Raisonnement fongicides et techniques alternatives en verger de pomme

**Site :** station Expérimentale  
**Durée de l'essai :** 2012-2017

**Espèce :** Pommier

**Conduite :** Conventionnel

**Circuit commercial :** long

**Valorisation :** en frais

**Signe de qualité :** AOP Pomme du Limousin

**Dispositif expérimental :** parcelle de 2700 m<sup>2</sup>

**Système de référence :** selon le mode de conduite régional : Golden en axe, désherbage chimique, lutte contre la tavelure raisonnée selon modélisation mais sans risque, confusion sexuelle carpocapse, gestion du second vol en AB.

**Type de sol :** sablo-limoneux, peu profond, pH~6,5

### Origine du système

Les principaux pourvoyeurs d'IFT en verger de pommier en Limousin sont les fongicides utilisés dans la lutte contre **la tavelure** (*Venturia inaequalis*).

Partant de ce constat, l'idée était dans ce système de **substituer** autant que possible les fongicides de synthèse par des applications de **bouillie sulfocalcique (BSC)** pour le gain d'IFT et en **aspersion sur frondaison** pour un gain de temps.

En plus de ce raisonnement fongicide, de nombreuses **techniques alternatives** ont été mises en place pour tenter de réduire les IFT sur les autres postes : désherbage mécanique, Alt'Carpo, utilisation de produits de biocontrôle dans la lutte contre les lépidoptères, remontée du seuil d'intervention en tavelure secondaire, prophylaxie et utilisation de modèles.

### Objectif de réduction d'IFT

**50%**

Par rapport au système de référence

### Mots clés

Pomme – BSC – Aspersion sur frondaison – Désherbage mécanique – Guidalex Alt'Carpo – Biocontrôle Prophylaxie – Rimpro

### Stratégie globale

**Effizienz** ★★☆☆☆  
**Substitution** ★★★★★  
**Reconception** ★★☆☆☆

*Effizienz : 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

« La technique de l'aspersion sur frondaison pour l'application de BSC en curatif sur les épisodes de contamination tavelure paraissait très séduisante tant par le potentiel de réduction d'IFT que par le gain de temps important pour les applications. La déception a été grande au bout des 3 premières années de mise en place qui n'ont pas apporté satisfaction. L'application des règles de décision pour gérer la tavelure et des techniques alternatives n'a pas permis d'atteindre l'objectif initial de 50 % de réduction. » C. BELLEVAUX

## Caractéristiques du système

Espèce	Variété	Porte-greffe	Mode de conduite	Distance de plantation	Année implantation vigne
Pommier	Golden Smoothie®	NAKB	Axe	4m * 1,25m	2009

**Système d'irrigation :** goutte à goutte, système implanté en Limousin.

**Gestion de la fertilisation :** épandage d'engrais chimique selon les besoins de la parcelle (analyse de sol) et chaulage, identique au système de référence.

**Infrastructures agro-écologiques :** une haie a été implantée dans la parcelle, au sein du système Alt'Carpo dans le but d'attirer les auxiliaires et de les conserver une fois le système fermé.

**Système d'aspersion sur frondaison** pour les traitements à la Bouillie Sulfo-Calcique: 80 asperseurs/ha, asperseur type antigel



Système d'aspersion sur frondaison.

Haie composite implantée dans la parcelle.

Système Alt'Carpo mono parcelle, tournières incluses

## Objectifs du système

Crédits photos: Invenio

Les objectifs poursuivis par ce système sont de 4 ordres :

Agronomiques	Maîtrise des bioagresseurs	Environnementaux	Socio-économiques
<p><b>Rendement</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendement équivalent au système de référence : 50-60 T/ha commercialisables, calibre &gt; 115g</li> </ul>	<p><b>Maîtrise des adventices</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rang de plantation propre (max 30 % taux salissement) et travaillé</li> <li>- Inter rang enherbé</li> </ul>	<p><b>IFT</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réduction si possible de 50 %</li> </ul>	<p><b>Résultat économique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Atteindre un chiffre d'affaire d'au moins 20 000 €/ha</li> </ul>
<p><b>Qualité</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Répondre aux critères de l'AOP Pomme du Limousin (Sucre &gt; 12,5°Brix, acidité &gt; 3,7g/l, fermeté &gt; 5kg/cm<sup>2</sup>)</li> <li>- Répondre aux critères modes de commercialisation de la région (circuit long)</li> </ul>	<p><b>Maîtrise des maladies</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- &lt; 2 % fruits tavelés</li> <li>- &lt; 20 % pousses tavelées</li> <li>- Relevés et intervention selon les seuils estivaux</li> </ul>	<p><b>IFT Herbicides</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0</li> </ul>	<p><b>Temps de travail</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réduire les temps d'application sur les fongicides</li> </ul>
	<p><b>Maîtrise des ravageurs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- &lt; 2 % fruits avec carpo ou tordeuses</li> <li>- &lt; 15 % pousses avec puceron cendré</li> </ul>	<p><b>IFT insecticides</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alt'Carpo : IFT<sub>lépido</sub> = 0</li> <li>- Choisir les produits en fonction de leur profil : favoriser le biocontrôle</li> </ul>	
		<p><b>IFT fongicides</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diviser par 2 l' IFT<sub>fongicide</sub></li> <li>- choix des produits: bio ou de synthèse (selon risque, inoculum, période végétative)</li> <li>- Raisonner les applications printemps</li> </ul>	

Les objectifs ont été définis dans le but de répondre à la demande première de réduire si possible les IFT de 50 %, tout en maintenant la marge du producteur.

## Résultats sur les campagnes de 2012 à 2016

### > Maîtrise des bioagresseurs

L'observation des bioagresseurs s'est faite sur feuilles et sur fruits aux moments opportuns pour chaque thématique. Durant les 3 premières années, la **tavelure** a été gérée à l'aide de la **bouillie sulfo-calcique** appliquée par **aspersion sur frondaison**. Suite aux résultats peu concluants, le système a été abandonné pour revenir à une gestion raisonnée de la tavelure, selon le **protocole du réseau**. Cette lutte contre la tavelure est systématiquement associée à une **prophylaxie** par broyage des feuilles à l'automne.

La gestion tavelure en 2015 a été bonne suite à un printemps sec, mais la pression dues aux 3 années de mauvaise gestion de la maladie s'est exprimée vigoureusement en 2016 grâce au printemps pluvieux, conforme au climat limousin. La gestion de cette maladie s'est faite grâce à l'utilisation de la modélisation Rimpro, au raisonnement et au choix des produits fongicides les plus adaptés à la situation rencontrée.

La gestion des **carpocapses** et **autres tordeuses** est relativement aisée en Limousin, du fait de la moindre pression. Le système **Alt'Carpo** rempli sa mission, permettant ainsi de limiter les applications d'insecticides sur ces cibles.

La gestion du **puceron** reste satisfaisante, malgré une recrudescence en 2016.

Enfin, la gestion de **l'enherbement sous le rang** de plantation à l'aide de l'outil **Guidalex** donne entière satisfaction.

	2012	2013	2014	2015	2016	
<b>Maladies</b>	Tavelure sur pousses (récolte)	☹️	☹️	☹️	😊	
	Tavelure sur fruits (récolte)	☹️	☹️	☹️	😊	
	Oïdium (été)	😊	😊	😊	😊	😊
<b>Ravageurs</b>	Carpocapses et tordeuses (récolte)	😊	😊	😊	😊	😊
	Pucerons cendrés (post floral)	😊	😊	😊	😊	☹️
<b>Enherbement (récolte)</b>	😊	😊	😊	😊	😊	
<b>Etat sanitaire global du système</b>	satisfaisant	Non satisfaisant	Non satisfaisant	Très satisfaisant	Satisfaisant	

Le code couleur traduit le niveau de satisfaction des résultats vis-à-vis des objectifs fixés.

Vert = résultats satisfaisants, orange = résultats moyennement satisfaisants, rouge = résultats non satisfaisants.

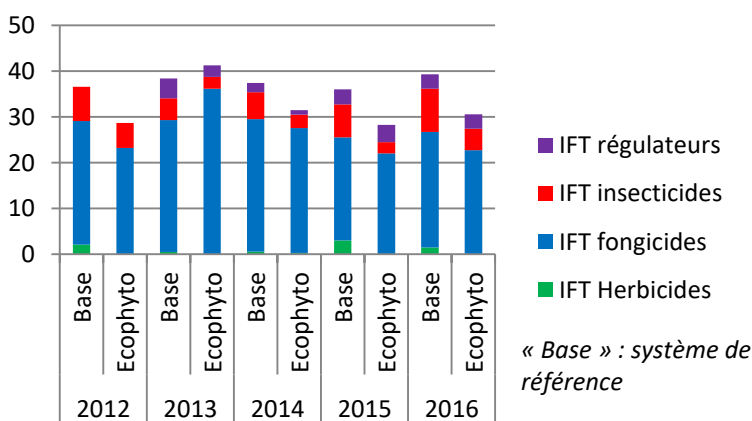
### > Performances environnementales

La majorité des IFT est due aux applications de fongicide pour lutter contre la **tavelure**.

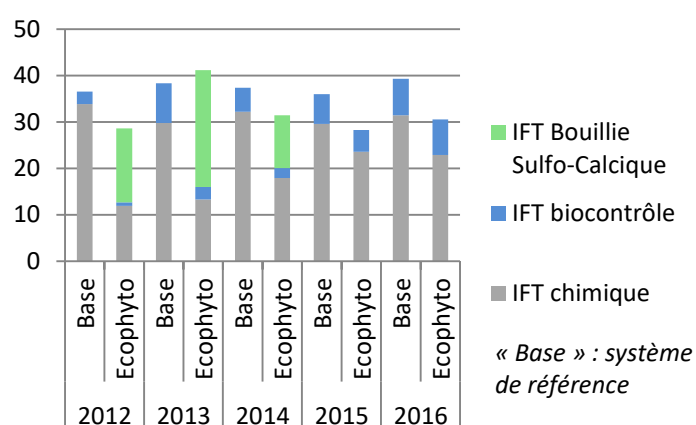
La réduction de l'IFT chimique par rapport à la référence est comprise **entre 20 et 65 %** selon l'année. Les plus fortes réductions d'IFT se faisant par l'utilisation de la BSC à la place des fongicides anti-tavelure classique. Cependant, le résultat sur la gestion de cette maladie était très mauvais. Ce mode de lutte a également impliqué une baisse de rendement.

Plus globalement, le système mis en place a permis d'économiser des IFT insecticides grâce au **Alt'Carpo** et aux **règles de décisions** mises en place, ainsi que des IFT herbicides par le **travail du sol**. Le gain d'IFT fongicide sur une variété sensible dans une région pluvieuse au printemps (moment critique pour le développement de la tavelure) se fait souvent au détriment de la maîtrise de cette maladie.

IFT par cible (2012 à 2016)



IFT Biocontrôle et chimique (2012 à 2016)





## Zoom sur la maîtrise de l'enherbement

Le rang de plantation a été travaillé à l'aide de l'outil **Guidalex**. Cet outil permet le **travail simultané des deux côtés de l'inter-rang**, ce qui réduit le temps d'intervention.

Les passages se sont fait à raison de 3 à 5 par an, visant les stades et conditions optimales d'intervention. Le porte outil permet de moduler le train d'outil, laissant la possibilité de s'adapter à un grand nombre de situations.

Les **résultats ont été satisfaisants** par rapport au système de référence et aux objectifs fixés. Ce mode de gestion de l'enherbement a cependant généré 1 à 3 passages supplémentaires par rapport à la référence .



Crédit photo : CRA NA

Outil Guidalex



Crédit photo : Invenio

## Transfert en exploitations agricoles



Dans le cas d'un couple **variété sensible à la tavelure/ région pluvieuse au printemps**, les principaux produits pourvoyeurs d'IFT sont les fongicides. Or, si la technique de l'aspersion sur frondaison de BSC à l'aide de sprinklers a permis de réduire le recours aux fongicides chimiques classiques, elle n'a cependant pas convaincu sur son efficacité. Elle n'est donc en l'état pas transférable aux exploitations. **L'augmentation du seuil d'intervention** sur la tavelure l'été ainsi que le **choix de produits de biocontrôle (soufre)** sur cette période a permis de baisser légèrement les IFT fongicides.

Sur le volet de la maîtrise des ravageurs, **le filet Alt'Carpo** a fait ses preuves, contribuant à la baisse de l'IFT total. La gestion des **puçerons** reste compliquée, malgré la prophylaxie, les observations et la plantation d'une haie réservoir à auxiliaires.

La **gestion de l'enherbement** sous le rang est directement transférable dans les exploitations compte tenu de son efficacité. Reste le principal frein à l'utilisation de cette technique : **l'investissement et le temps de travail**, plus important que pour une gestion chimique de l'enherbement.

## Pistes d'améliorations du système et perspectives



Concernant le système de **pulvérisation sur frondaison**, l'amélioration est en cours au sein du projet Pulvé'Fix, porté par le CTIFL.



L'adaptation des stratégies de lutte contre la tavelure ne permettent de gagner que peu d'IFT sans compromettre la qualité de la récolte sur une variété sensible à cette maladie. La perspective serait donc **d'utiliser des variétés tolérantes à la tavelure**, possédant également les bonnes aptitudes de production de nos variétés actuelles (régularité de production, adaptation au terroir, sensibilité au puceron cendré acceptable...).

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 **Cécile BELLEVAUX**, Responsable pôle Pomme d'INVENIO



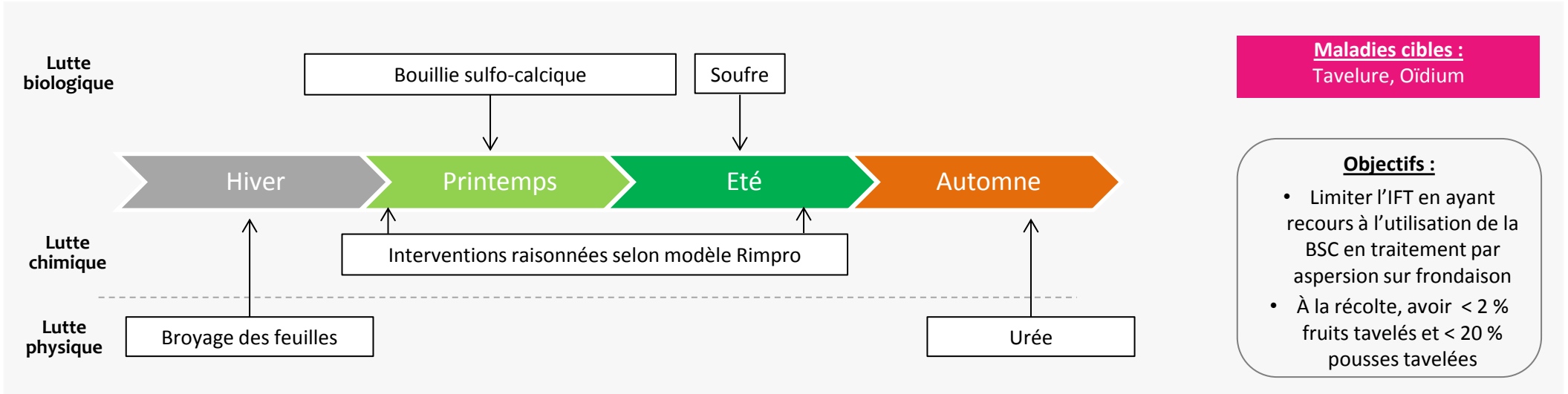
AGENCE FRANÇAISE  
POUR LA BIODIVERSITÉ  
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT



# 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 :**  
Tavelure, Oïdium

- Objectifs :**
- Limiter l'IFT en ayant recours à l'utilisation de la BSC en traitement par aspersion sur frondaison
  - À la récolte, avoir < 2 % fruits tavelés et < 20 % pousses tavelées

## Leviers

## Principes d'action

## Enseignements

<b>Bouillie sulfo-calcique</b>	De 2012 à 2014 seulement: application par aspersion, action stop jusqu'à 250-300h après le début de la pluie contaminatrice.	Efficacité pas suffisante en situation de fort risque : variété sensible, printemps pluvieux.
<b>Interventions raisonnées selon modèle Rimpro</b>	Traitements raisonnés selon le modèle Rimpro de 2015 à 2017. Ce modèle permet un suivi des risques de contamination et donc d'intervenir à bon escient avec le produit adapté.	Ce raisonnement se fait également sur le système de base.
<b>Soufre</b>	Sur les contaminations secondaires, intervenir uniquement si seuils dépassés : 5 % des pousses tavelées fin juin, 10 % fin juillet et 15 % fin août et s'il existe un risque de contamination (Rimpro).	Jusqu'à présent, les risques estivaux étaient faibles à moyens, donc protection suffisante. Réduction des IFT fongicides sur l'été.
<b>Broyage des feuilles</b>	Accélère la dégradation de la litière par la faune du sol et réduit donc l'inoculum.	Déjà en place sur le système de base : un bon préambule à la protection fongicide.
<b>Urée</b>	Améliore la dégradation des feuilles une fois tombée au sol.	Participe à la réduction de la pression maladie.



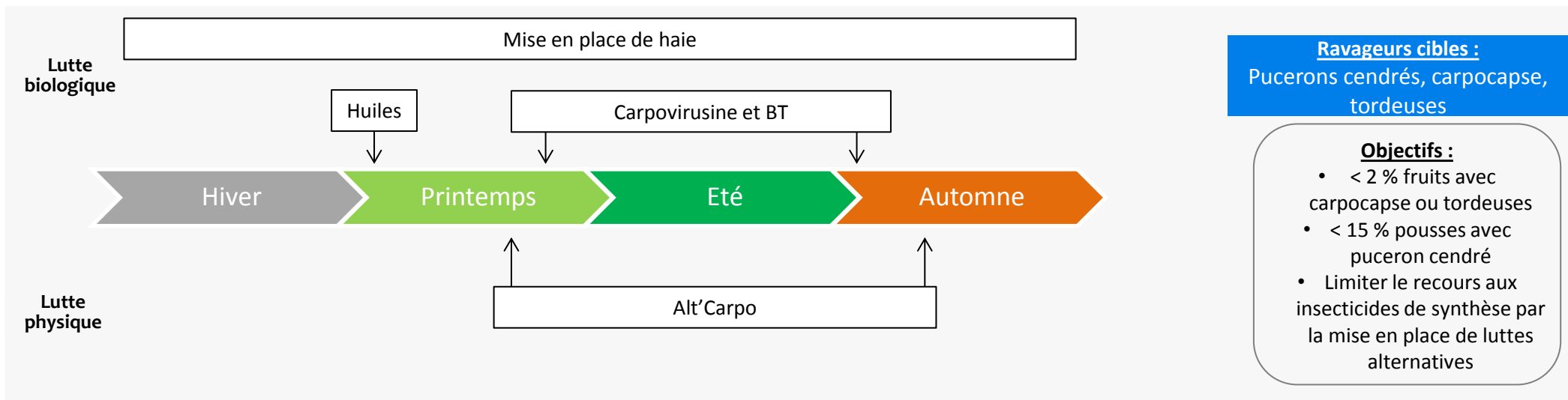
Aspersion sur frondaison avec Bouillie Sulfo-calcique

Crédit photo: Invenio

# 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 :**  
Pucerons cendrés, carpocapse, tordeuses

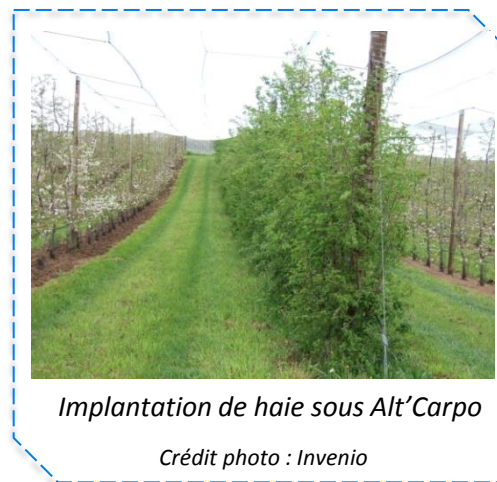
- Objectifs :**
- < 2 % fruits avec carpocapse ou tordeuses
  - < 15 % pousses avec puceron cendré
  - Limiter le recours aux insecticides de synthèse par la mise en place de luttes alternatives

## Leviers

## Principes d'action

## Enseignements

<b>Mise en place de haie</b>	Haie composée de charme, sureau, prunellier, troène, noisetier et viorne. Favorise la conservation des auxiliaires sous le système Alt'Carpo, une fois celui-ci fermé.	Entretien facile, remplissage de la haie rapide. Par contre, peu d'auxiliaires détectables. L'impact sur l'efficacité de la régulation des ravageurs est donc difficile à chiffrer.
<b>Alt'Carpo</b>	Barrière physique empêchant la venue des lépidoptères sur la parcelle.	Efficace : beaucoup moins de piégeages carpocapse, TOP, Cydia lobarsewski sous Alt'Carpo par rapport au système de référence avec seulement filets paragrêles. Pas d'attaque sous filet.
<b>Huiles</b>	Barrière physique contre les pucerons cendrés en sortie d'hiver.	Positionnement parfois compliqué en fonction des conditions climatiques. Efficacité difficile à évaluer.
<b>Carpovirusine et BT</b>	Virus de la granulose spécifique au carpocapse et Bacillus thuringiensis pour les autres lépidoptères : lutte biologique par ingestion du produit par la larve de l'insecte ciblé.	Efficace si bien positionné. Renouvellement dès lessivage sur période à risque. Permet de limiter le recours aux insecticides de synthèse.



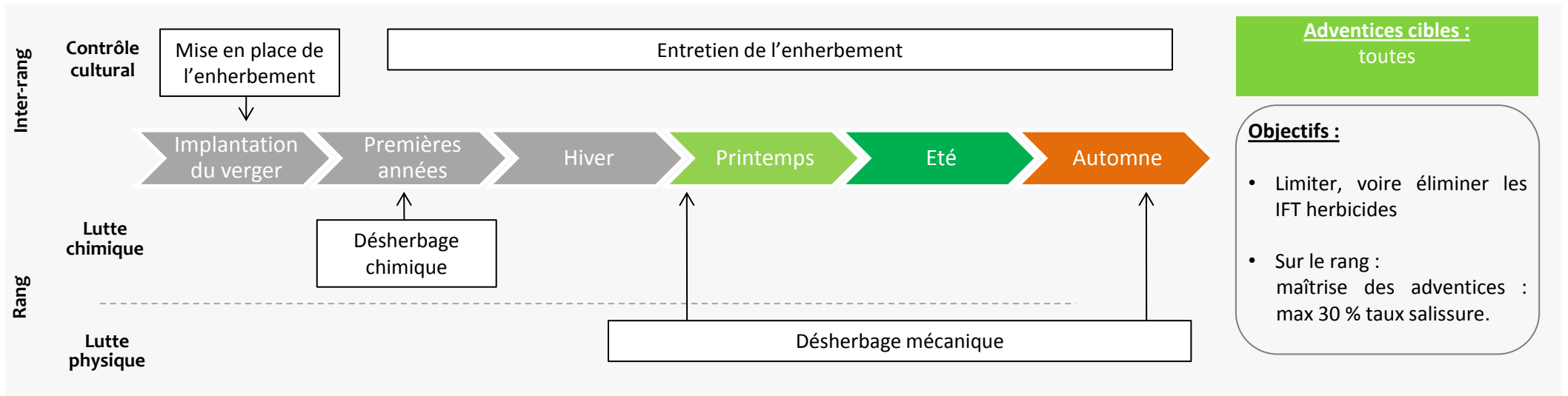
Implantation de haie sous Alt'Carpo

Crédit photo : Invenio

# 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.



## Leviers

## Principes d'action

## Enseignements

Leviers	Principes d'action	Enseignements
<b>Mise en place de l'enherbement</b>	Semis de Ray Grass Italien et trèfle. Faible concurrence et amélioration de la portance du sol.	Implantation rapide, peu d'ornières lors des passages répétés sur sols humides au printemps
<b>Entretien de l'enherbement</b>	3 à 5 passages/an en fonction de la vitesse de pousse. Tontes réalisées principalement avant les chantiers d'éclaircissage et récolte.	Similaire à la référence
<b>Désherbage chimique</b>	Implantation de la parcelle avant démarrage du projet → gestion classique : anti-germinatif au printemps, herbicides foliaires en saison.	Lutte efficace contre les adventices. Permet la destruction des adventices les plus récalcitrantes
<b>Désherbage mécanique</b>	Utilisation de Guidalex 3 à 5 fois par an, en fonction du taux de salissement du sol et des conditions de passage.	Permet de faire l'impasse de traitement herbicide. Rapidité d'exécution grâce aux 2 côtés travaillés lors du passage : gain de temps. Simplicité d'utilisation grâce aux contrôles de distance, de profondeur et au palpeur pour l'effacement.



Guidalex en action



Sol travaillé par Guidalex  
Crédits photos : Invenio