



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

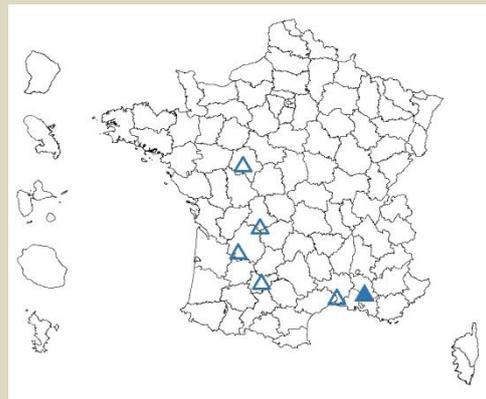


**Site : La Pugère**

Localisation : Chemin de la Barque - 13370 MALLEMORT  
(43.730335, 5.227537)

## Système DEPHY : Ecophyto 1 Golden

Contact : **Vincent LESNIAK** ([v.lesniak@lapugere.com](mailto:v.lesniak@lapugere.com))



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

### Conception d'un verger de pommier à bas niveau d'intrants

**Site :** Station expérimentale La Pugère

**Durée de l'essai :** 2012 - 2017

**Espèce :** Pomme

**Conduite :** Conventioneerelle

**Circuit commercial :** Long

**Dispositif expérimental :**

DEPHY: Golden, 5 x 2.5m, 1500m<sup>2</sup>

**Système de référence :**

Un système dit 'RAI' (Raisonné) est présent sur le site (Golden, 4 x 1.25m, 2820m<sup>2</sup>). Il a été implanté en 2010 (au même moment que le système DEPHY), et correspond aux pratiques mises en œuvre par les producteurs de la région (réalisation de certains traitements en systématique, de désherbage chimique,...).

**Type de sol :**

Texture légère (limon argilo-sableux), riche en calcaire, CEC faible, taux de matières organiques élevé

### Origine du système

L'objectif du projet Expé Ecophyto Pomme est de concevoir, d'étudier et de valider **des systèmes de culture en rupture** avec les systèmes de vergers classiques.

Le verger mis en place dans le cadre de cette étude doit intégrer deux dimensions à la fois :

- **La durabilité de production** (performances technico-économiques, rentabilité...);
- **La réduction de 30 à 50%** des usages de produits de protection et de désherbage par rapport aux références actuelles.

Pour atteindre ces niveaux de performances, plusieurs leviers ont été mis en place et comparés (dose HI, Filet, OAD...).

### Objectif de réduction d'IFT

**30 à 50 %**

*Par rapport au système de référence*

### Mots clés

Vergers de pommiers – Filets

Alt'carpo – Conduite – Doses HI

### Stratégie globale

**Efficienc** ★★★★★☆  
**Substitution** ★★★★★☆  
**Reconception** ★★★★★☆

*Efficienc : 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 réduction des intrants en arboriculture revêt différents aspects. Il peut s'agir d'une réduction des apports en termes de fréquence ou volumes. Les principaux postes ciblés sont ceux des intrants phytosanitaires (destinés à la protection des cultures), ainsi que ceux correspondants aux apports en eau et en fertilisants (destinés à améliorer la production des vergers). Afin de répondre à ces enjeux, plusieurs techniques culturales sont comparées dans cet essai et pourraient à terme, si leur intérêt est avéré, être développées auprès des producteurs. » *V. LESNIAK*

## Caractéristiques du système

Espèce	Variété	Porte-greffe	Mode de conduite	Densité	Année implantation
Pommier	Golden 972	M 7	Forme libre	800 plants/ha	2010

**Système d'irrigation** : apports par micro-aspersion, suivis et pilotés à l'aide de sondes capacitives (Triscan®). Raisonné en fonction des seuils minimaux de la Réserve Facilement Utilisable, et de la charge en fruits des arbres.

**Gestion de la fertilisation** : suivis mensuels des reliquats azotés dans la solution du sol (RQFLEX Plus). Apports printaniers raisonnés en fonction des reliquats en sortie d'hiver et de la charge en fruits des arbres.

**Infrastructure agronomique** : Filet Alt'carpo, mono-parcelle.

**Infrastructures écologiques** :

- Bouts de rang agrémentés de Sureau noir et de Laurier Tin
  - Haies composites (Sureau noir, Buis, Laurier Tin, Noisetier, Coronille, Arbre de Judée, Charme, Aulne, Orme, Alaterne).
  - Nichoirs à oiseaux, hôtel à insectes, gîtes à chiroptères (chauves-souris).
- Pour augmenter le maillage écologique et la diversité fonctionnelle.



Verger Golden Ecophyto. Crédit photo : Vincent LESNIAK

## Objectifs du système

Les objectifs poursuivis par ce système sont de 4 ordres :

Agronomiques	Maîtrise des bioagresseurs	Environnementaux	Socio-économiques
<p><b>Rendement</b></p> <p>Egaliser la référence (46 T/Ha) avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- une densité d'arbres inférieure (800/ha)</li> <li>- des doses et des apports en eau et fertilisants réduits</li> <li>- un porte greffe plus vigoureux (minimum 50 kg / arbre)</li> </ul>	<p><b>Maîtrise des adventices</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réduction des interventions au strict nécessaire (herbes hautes en verger tolérées)</li> </ul> <p><b>Maîtrise des maladies</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dégâts max tavelure : fruits &lt; 2 %; pousses &lt; 20 %</li> <li>- Dégâts max oïdium : pousses &lt; 20 %</li> </ul> <p><b>Maîtrise des ravageurs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dégâts max carpocapses / tordeuses : fruits &lt; 2 %</li> <li>- Dégâts max pucerons cendrés : pousses &lt; 15 %</li> <li>- Dégâts max pucerons lanigères : pousses &lt; 30 %</li> </ul>	<p><b>IFT</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aucun IFT herbicide</li> <li>- Réduction de 30 à 50 % des IFT totaux en verger adulte</li> </ul> <p><b>Toxicité des produits</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Respect de la charte Vergers écoresponsables + suivi des avancées en termes de gestion des intrants eau et azote</li> <li>- Eviter l'utilisation de produits T+ (très toxiques) et T (toxiques)</li> <li>- Favoriser les produits de biocontrôle, la lutte auxiliaire et la prophylaxie</li> </ul>	<p><b>Résultat économique</b></p> <p>Réduction des coûts de production :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Baisse des intrants (quantité, fréquence, entretien matériel...)</li> <li>- Diminution des temps de main d'œuvre (taille, récolte...)</li> </ul> <p><b>Temps de travail</b></p> <p>Réduction des temps de travaux par rapport à la référence (700 h/ha) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- densité d'arbres inférieure</li> <li>- arbres conduits en forme libre</li> <li>- réduction du nombre d'interventions en verger (filets Alt'Carpo, règles de décision)</li> </ul>

## Résultats sur les campagnes de 2012 à 2016

### Maîtrise des bioagresseurs

Résultats observés sur le verger DEPHY (combinaison de leviers : filets + dose HI + ...). Le code couleur traduit le niveau de satisfaction des résultats vis-à-vis des objectifs initialement fixés par rapport au verger référence. Vert = résultat très satisfaisant, orange = résultat satisfaisant, rouge = résultat insatisfaisant, gris = absence de résultats.

	% pousses tavelées (à la récolte)	% fruits tavelés (à la récolte)	% pousses avec pucerons cendrés (post-floral)	% pousses avec pucerons lanigères (post-floral)	% fruits carpo (récolte)	% fruits tordeuses (récolte)	% pousses avec oïdium	taux de salissement proche de la récolte	Etat sanitaire Global
2012	😊	😊	😊	😊	😊	😊			😊
2013	☹️	😊	😊	😊	😊	😊	😊		😊
2014	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	☹️	😊
2015	😊	😊	😊	😊	😊			☹️	😊
2016	☹️	😊	😊	😊	😊	😊	😊	☹️	😊

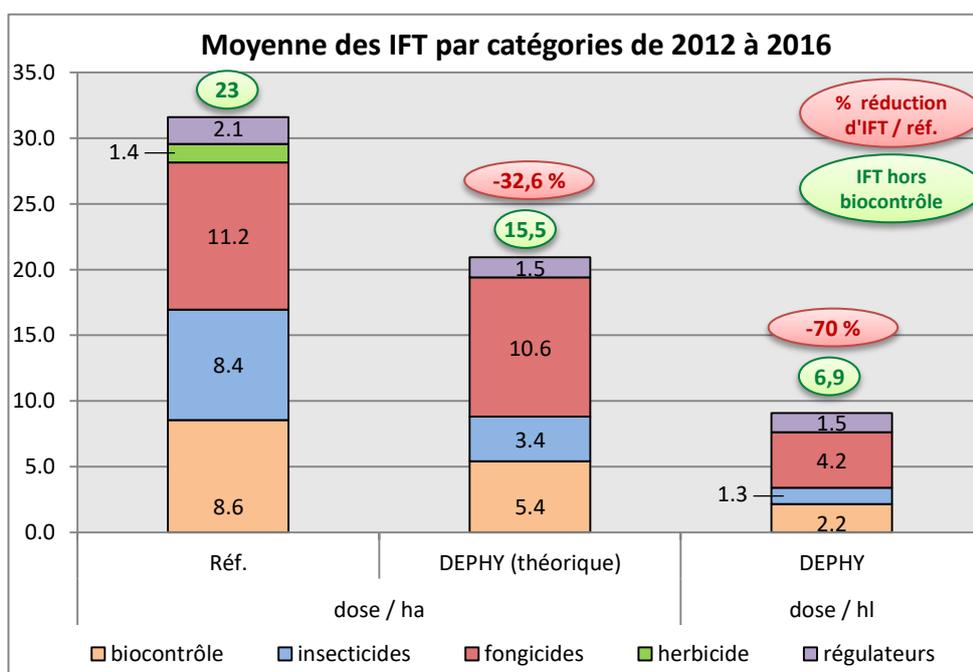
La **gestion mécanique des adventices** permet une **bonne régulation du couvert sur l'inter-rang**, mais s'avère plus **compliquée sous le rang** lorsque le poids des fruits fait arquer les branches. A noter également, quelques piqûres de carpocapses sur fruits, liées à un **manque d'étanchéité du système Alt'carpo mono-parcelle** (trous d'usure dans les filets, ouvrants...).

### > Performances environnementales

En plus du non emploi d'herbicides sur la parcelle DEPHY, la réduction d'IFT par rapport au verger référence est liée d'une part à la **lutte raisonnée** employée contre les bioagresseurs et d'autre part à **l'adaptation du volume de bouillie au volume foliaire des arbres** (Cf. page suivante).

La lutte raisonnée permet à elle seule de diminuer les IFT de près de **33%**.

Lorsqu'elle est combinée au calcul de l'indice foliaire du verger (permettant l'emploi d'une dose HI adaptée), la réduction des IFT peut même atteindre **70%**. Point intéressant, le déploiement du filet Alt'carpo permet quant à lui de réduire de 75% l'emploi d'insecticides contre ce ravageur.



### Performances agro-économiques

	2012		2013		2014		2015		2016		Moyenne pluri-annuelle	
Production commercialisable (t/Ha)	5.8	-74%	8.029	-74%	43.76	-36%	13.3	-40%	56.4	-35%	25.46	-52%
Temps de travaux (H/Ha)	259h40	-50%	246h45	-72%	616h52	-13%	328h45	-48%	547h51	-57%	400h37	-48%

Résultats observés sur le verger DEPHY (combinaison de leviers : filets + dose HI + ...). Pour une année donnée, la valeur située à gauche correspond à la valeur de l'indicateur. Le % indiqué à droite correspond à la comparaison avec le système de référence.

Le **tonnage moyen** du verger DEPHY est largement inférieur à celui du verger RAI, alors que le verger DEPHY produit en moyenne 31,8 kg par arbre contre 23 kg pour le verger RAI. Cette différence s'explique pour partie par la **densité inférieure du verger DEPHY** (800 plants/ha) par rapport au verger RAI (2 000 plants/ha), et par la **réduction de 45 % des apports en eau et de 90% des apports en azote, impactant considérablement les calibres produits** (DEPHY : 50 % de fruits > 75 ; RAI : 77 %). Malgré cela, la marge annuelle moyenne du système DEPHY est plus performante que celle du système Réf (respectivement -1246€ et -1409€ après 5 années de production), du fait d'un nombre d'arbres/ha moindre, permettant une réduction efficace des temps de travaux.



## Zoom sur le TRV et les doses de bouillies

Habituellement, la base de calcul des doses est établie sur l'épandage de 1000 litres de bouillie à l'hectare.

Dans ce système est utilisé le **volume foliaire des arbres** (Tree Row Volume ou TRV). C'est un indice mathématique permettant **d'adapter les volumes de bouillies** au stade de développement des vergers. Il est estimé à partir de mesures de végétations ponctuelles au cours de la saison. Ces mesures recensent notamment la largeur (profondeur) et la hauteur du feuillage, ainsi que la distance inter-rangs. Comme dans le calcul de formes géométriques, un coefficient est ensuite appliqué aux arbres en fonction de leurs structures générales (axe ou mur fruitier = 1 ; gobelet ou forme libre = 2/3...).

$$\text{TRV (en m}^3\text{/Ha)} = \frac{\text{Hauteur} \times \text{Largeur} \times \text{Coefficient} \times 10\,000\text{m}^2}{\text{Inter Rang}}$$

Le volume de bouillie est calculé selon la méthode suisse tenant compte du TRV (Viret O. et al. 1999), dont voici la formule :

$$\text{Volume de bouillie (en L/ha)} = (\text{TRV} \times 0,02) + 200$$



Mesures pour établir le TRV. crédits : Viret O. et al

Le volume foliaire est donc utilisé ici pour remplacer la valeur arbitraire de 1000L/ha, par une dose hl, adaptée au développement du verger.

## Transfert en exploitations agricoles



Plutôt que de transmettre un ensemble de techniques développées dans le contexte restreint d'une parcelle expérimentale, l'approche du transfert pourrait dans un premier temps se focaliser sur les leviers ayant les impacts les plus significatifs auprès des producteurs, en fonction de leurs projets. Ce transfert pourrait ainsi concerner la **réflexion sur la densité d'arbres à l'Ha** ; l'emploi de la **dose HL plutôt que la dose Ha** ; **l'utilisation des bulletins d'alerte** et le **suivi des ravageurs en culture**. Les points non aboutis ou ne permettant pas une parfaite gestion de la production devront faire l'objet de nouveaux travaux, comme la gestion de l'irrigation et la baisse des calibres.

Le développement de ces techniques pourra se faire via le réseau de parcelles DEPHY FERME. Du temps de formation et d'accompagnement pourrait aussi garantir l'efficacité du transfert des techniciens vers les producteurs.

## Pistes d'améliorations du système et perspectives



Les premières tendances observées depuis l'installation de ce verger expérimental semblent montrer que la réduction des IFT peut être atteinte. L'acquisition de données complémentaires doit cependant se poursuivre, notamment sur les phases de **taille de reformation des arbres** (pour lutter contre l'alternance), de **vieillesse du verger**, ou encore sur d'éventuelles **recrudescences de bioagresseurs**.



La conception de ce genre de système de verger est un premier pas pour tenter de répondre aux objectifs de réduction des intrants et de pérennité économique des exploitations. Plusieurs leviers n'ont pas été introduits ou pris en considération dans cette étude et pourraient encore accroître l'efficacité de ce genre de parcelles. Ainsi, les pistes : **variétés** (en ciblant des tolérances ou des résistances génétiques aux principaux bioagresseurs), **techniques complémentaires au désherbage mécanique** (enherbement sélectionné, paillage...), **outils de pilotage** (de l'eau et des fertilisants en fonction des stades de développement des cultures), **développement d'OAD régionaux** (plus précis que les OAD européens ou nationaux actuellement utilisés), etc. pourraient offrir de nouveaux axes de prospection pertinents.

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 **Vincent LESNIAK**, Station d'Expérimentation Arboricole « La Pugère ».



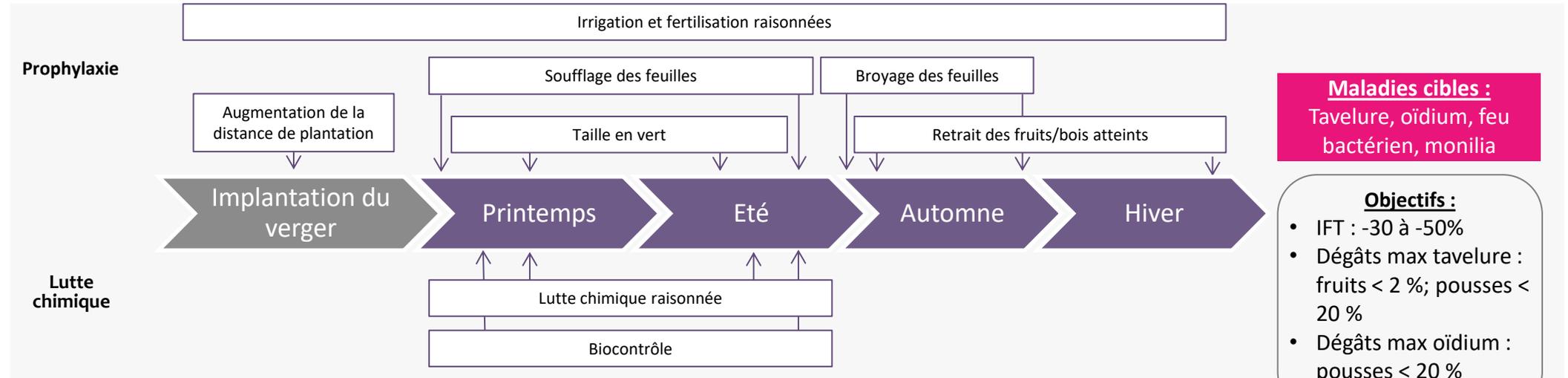
AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ  
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT



# 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.



*Leviers*

*Principes d'action*

*Enseignements*

<b>Augmentation des distances de plantation</b>	Espacement entre les rangs et les arbres augmenté (réduction des temps de travaux et de la pression fongique).	Volume de verger réduit, travaux de taille et de prophylaxie plus rapides (actions pouvant être combinées), volumes de traitements réduits.
<b>Irrigation raisonnée</b>	Pilotée en fonction des seuils mini de RFU et de la charge en fruits.	Pénalise les calibres. Semble ralentir la croissance des arbres. Potentiel levier indirect de lutte contre les maladies cryptogamiques (données à acquérir).
<b>Fertilisation raisonnée</b>	Adaptée en fonction des reliquats en sortie d'hiver et de la charge en fruits.	
<b>Lutte chimique raisonnée</b>	Combinaison de leviers : redéfinition des seuils d'intervention, contrôle de parcelle, suivi des bulletins météo et consultation des OAD adaptés (BSV, RIMpro...), emploi de la dose HI, lutte préventive favorisée ; lutte curative si seuils dépassés.	Permet de réduire la fréquence des traitements (-6% d'IFT fongique) et de diminuer les doses de produits employés (-57% d'IFT fongique), sans perte de qualité de production.
<b>Biocontrôle</b>	Remplacer les substances de synthèse efficaces et classées T ou T+ par des produits de biocontrôle	Réglementation très changeante (autorisation, cibles...). Contribution nulle ou limitée à la baisse des IFT fongicides (IFT biocontrôle DEPHY identique à celui de la Réf : 8% de l'IFT total).
<b>Prophylaxie</b>	Taille des rameaux, soufflage et broyage des feuilles, suppression des fruits et du bois contaminé (réduction de l'inoculum).	Permet d'assainir la parcelle avant un nouveau cycle cultural ou en cas de forte attaque. Chronophage.

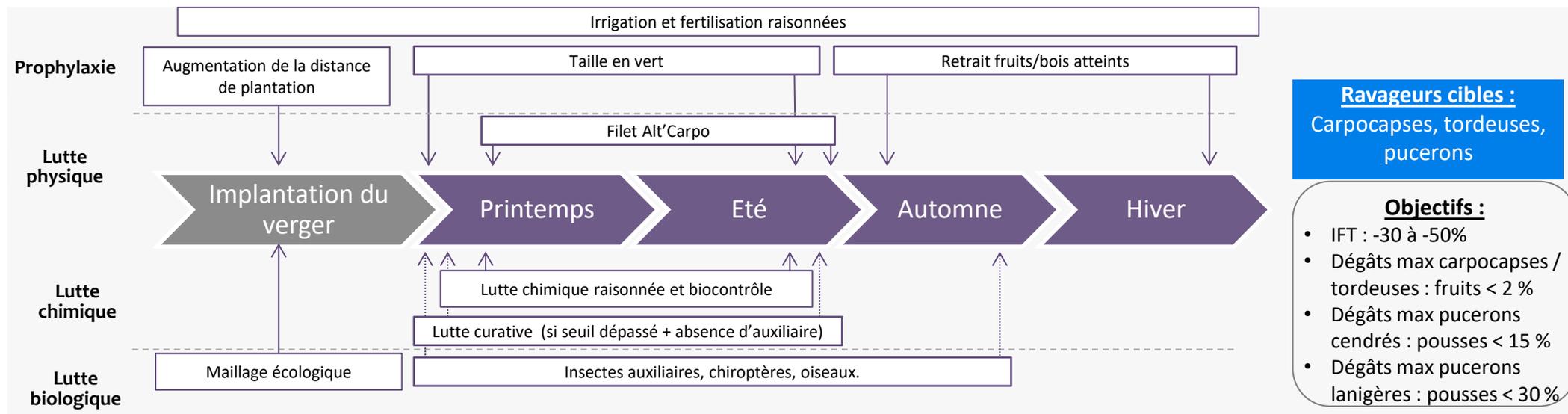


Vue d'ensemble verger Golden Ecophyto.  
Crédit photo : Vincent LESNIAK

# 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

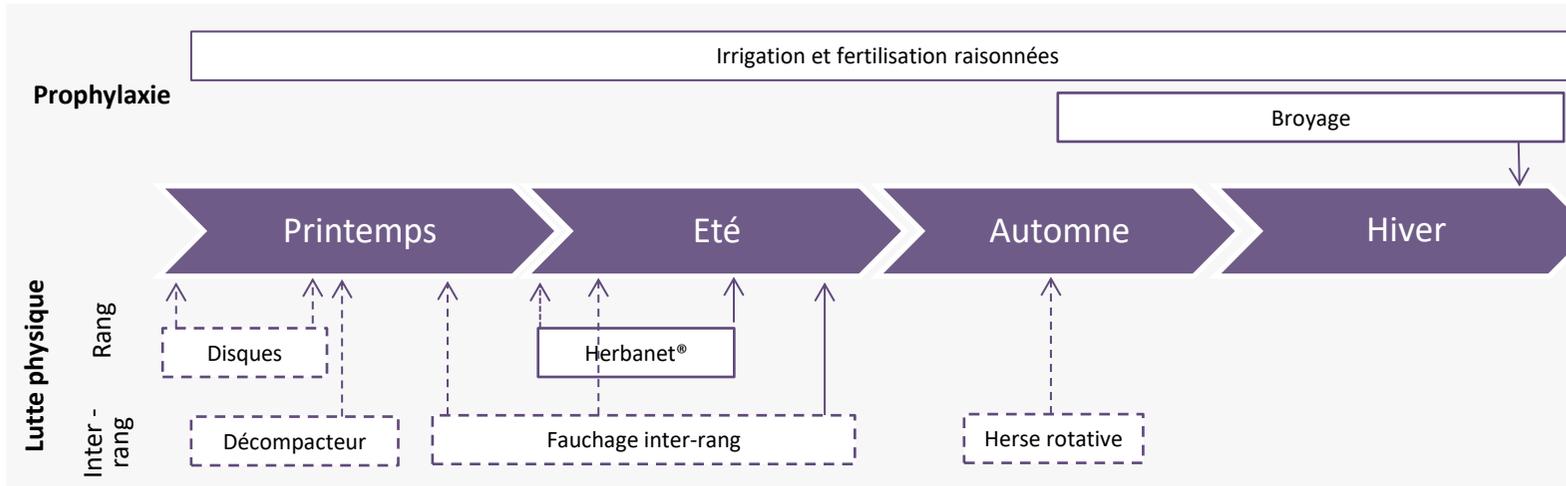
Enseignements

<b>Distances de plantation</b>	Espacement entre les rangs et les arbres augmenté (réduction des temps de travaux et de la pression insecte).	Volume de verger réduit, travaux de taille et de prophylaxie plus rapides (actions pouvant être combinées), volumes de traitements réduits.
<b>Irrigation raisonnée</b>	Pilotée en fonction des seuils mini de RFU.	Pénalise les calibres. Permet de ralentir la croissance des arbres, moyen de lutte indirecte contre les pucerons.
<b>Fertilisation raisonnée</b>	Selon les reliquats en sortie d'hiver et la charge en fruits.	
<b>Maillage écologique</b>	Améliorer la diversité fonctionnelle : haies et têtes de rangs diversifiées, fauche et broyage limités, hôtel à insectes (favoriser l'installation des insectes auxiliaires). Gîtes à chiroptères et nichoirs (lutte contre le carpocapse).	Impact direct difficilement évaluable. Semble efficace sur pucerons en verger extensif : un seul traitement en sortie d'hiver maintenu (remontée printanière gérée exclusivement par les auxiliaires).
<b>Filet Alt'carpo</b>	Barrière physique contre les carpocapses et tordeuses.	Bonne efficacité en mono-parcelle (-61% des IFT), pouvant être améliorée par du mono-rang. Coûteux à l'installation, durée de vie variable. Peut freiner l'installation de certains auxiliaires.
<b>Lutte chimique raisonnée</b>	Combinaison de leviers : Contrôle de parcelle, suivi des bulletins météo, consultation du BSV, dose HL, lutte préventive favorisée (lutte curative : si absence d'auxiliaires et seuils dépassés).	Permet une réduction des IFT de 26% (dont 20% uniquement grâce à l'emploi de la dose HI). Méthodologie lourde à mettre en place. OAD techniques (inadaptés aux producteurs) et ne tenant pas compte des cycles des auxiliaires.
<b>Biocontrôle</b>	Remplacer les substances de synthèse efficaces et classées T ou T+ par des produits de biocontrôle	Efficacité modérée en cas de pression importante. Réglementation très changeante (autorisation, cibles...). Contribution nulle ou limitée à la baisse des IFT insecticides (IFT biocontrôle DEPHY identique à celui de la Réf. : 30% de l'IFT total).
<b>Prophylaxie</b>	Gestion des foyers hivernants, taille des rameaux, suppression des fruits piqués (réduction de l'inoculum).	Permet de réduire les foyers hivernants en parcelle avant un nouveau cycle cultural, ou d'assainir une parcelle en cas de forte attaque. Chronophage.



# 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 :**  
Chiendent, sorgho, chardons

- Objectifs :**
- IFT : 0 herbicide
  - Réduction des interventions au strict nécessaire (herbes hautes en verger tolérées)

## Leviers

## Principes d'action

## Enseignements

<b>Irrigation</b>	Pilotée en fonction des seuils mini de RFU.	Pénalise les calibres. Permet de ralentir la croissance des arbres, moyen de lutte indirect contre le développement des adventices.
<b>Fertilisation</b>	Raisonnée en fonction des reliquats en sortie d'hiver et de la charge en fruits.	
<b>Gestion du rang</b>	<u>Disques</u> : travail du sol superficiel. Améliore l'aération, l'infiltration, l'assimilation des fertilisants et élimine les adventices. <u>Herbanet®</u> : suppression des organes végétatifs aériens (pas de travail du sol).	La lutte physique effectuée sur le rang et l'inter-rang permet une réduction de l'IFT herbicide de 100 %. Nécessite de nombreuses interventions sur la phase installation du verger (arbres sensibles à la concurrence des adventices), puis entre 1 et 5 passages par an (selon seuil de couverture et hauteur tolérée en parcelle) pour le rang et pour l'inter-rang. Gestion imparfaite du rang passé le stade basculement des fruits (branches basses limitant l'accès à cette zone).
<b>Gestion de l'inter-rang</b>	<u>Décompacteur</u> : travail du sol plus ou moins profond. Améliore l'aération, l'infiltration, l'assimilation de fertilisants et réduit la concurrence des adventices. <u>Fauçage</u> : suppression des organes aériens des adventices (pas de travail du sol). <u>Herse rotative</u> : travail du sol superficiel. Améliore l'aération, l'infiltration, l'assimilation des fertilisants et élimine les adventices.	Pas de contrainte d'intervention sur l'inter-rang. Les outils de travail du sol permettent une bonne gestion du campagnol sur le rang (destruction des galeries).
<b>Prophylaxie</b>	Broyeur : destruction des déchets de culture (feuilles, fruits et bois) et suppression des organes aériens des adventices. Limite la pression tavelure et de carpocapse. Favorise l'enfouissement de la matière organique.	

