

Les principales clés du verger bio transfrontalier

POMMES ET POIRES, UNE APPROCHE GLOBALE



Avec le soutien financier de :



Auteurs



Laurent JAMAR
Marc LATEUR



Ludovic TOURNANT
Karine WATEAU
Pauline DEWAEGENEIRE
Sandrine OSTE



TransBioFruit

Valorisation des compétences transfrontalières
pour la promotion de la Production Fruitière Biologique (2008-2012)



Eddy MONTIGNIES
Bernadette THIRAN



Alain DELEBECQ
Jérémie FITOUSSI

Avec la collaboration de Thibaut DONIS (CRA-W), Alain RONDIA (CRA-W),
Anne VAN LANDSCHOOT (CRRG) et René STIEVENARD (CRRG) pour le chapitre
sur le choix variétal.

DÉCEMBRE 2012



Sommaire

Présentation générale	6
Introduction	8
La parole est à François Carlier	9
Comment envisager la gestion des sols ?	12
Quel choix de variétés de pommes adaptées à la Production Biologique transfrontalière ?	20
La conduite du pommier par la méthode Mafcot	34
Biodiversité : Influence des bandes fleuries sur le contrôle du puceron cendré du pommier	42
Gestion de la tavelure du pommier	52
Ravageurs émergents des vergers	64
• L'anthonome du pommier	64
• L'hoplocampe du pommier	67
• L'anthonome du poirier	70
• L'hoplocampe du poirier	71
Le carpocapse : le « ver » de la pomme	72
Conclusion	80
Glossaire	81
Annexes	82
Stades phénologiques du pommier	
Stades phénologiques du poirier	
Pour en savoir plus	84



Remerciements

TransBioFruit existe parce qu'il y a une demande ! Les arboriculteurs biologiques ont été à l'origine de ce projet en sollicitant des réponses aux questions techniques qui se posent. Ils se sont investis dans le déroulement des programmes en accueillant des expérimentations et en partageant leur expérience. L'ensemble des partenaires leur adresse de chaleureux remerciements.

C'est une chose de réunir les compétences pour répondre aux besoins des arboriculteurs, aux défis de l'évolution de l'agriculture et des pratiques amateurs de notre zone transfrontalière, mais il faut aussi réunir les moyens pour que chacun puisse travailler correctement. La collaboration des équipes Interreg et les précieux fonds européens sont indispensables au rapprochement de nos deux régions et nous permettent d'aborder les problématiques communes à notre bassin de production. La meilleure manière pour nous de les remercier est d'employer utilement ces fonds publics. Nous souhaitons que cet ouvrage en soit un témoignage.

Si le GABNOR est chef de file du programme, jamais il n'aurait pu réaliser un tel travail qui revêt de grandes compétences et une expérience de nombreuses années d'expérimentations, d'observations et de pratiques notamment acquises grâce aux 4 années du programme TransBioFruit. C'est donc un grand merci que nous souhaitons adresser à nos partenaires, le CPBio, le CRA-W et la FREDON du Nord-Pas-de-Calais.

A vous tous qui vous êtes procurés cet ouvrage, merci ! Merci de produire et de vivre de votre métier ou de votre passion en préservant votre santé et votre environnement !!



Présentation générale



Si la production de fruits biologiques est aujourd'hui reconnue comme partie prenante d'une démarche de développement durable et si elle est l'objet d'une demande des consommateurs en augmentation constante, sa mise en pratique ne va pas de soi.

Les arboriculteurs biologiques sont, chaque jour, confrontés à des questions sur la manière de maintenir un état sanitaire satisfaisant de leurs vergers dans le respect du cahier des charges européen de l'agriculture biologique. Pour se développer et être économiquement rentable, l'agriculture biologique doit s'appuyer sur toutes les techniques de production les plus modernes, à la fois innovantes et respectueuses de l'environnement. Pour peu que les producteurs adoptent une approche globale, les solutions développées dans ce projet sont transférables aux arboriculteurs conventionnels qui souhaitent diminuer leurs utilisations de produits chimiques de synthèse.

De manière générale, répondre à ces problématiques permet aussi d'accompagner et d'anticiper les évolutions des réglementations européennes de plus en plus restrictives concernant l'utilisation des produits phytosanitaires en agriculture.

Les résultats obtenus peuvent se résumer en 4 axes :

- la recherche des pratiques culturales et de la conduite des arbres adaptées à l'arboriculture biologique.
- l'étude de l'impact du développement de la biodiversité fonctionnelle comprenant d'une part la préservation et la valorisation des auxiliaires et d'autre part le développement de variétés tolérantes aux maladies et/ou aux ravageurs.
- la recherche de références sur les maladies et ravageurs émergents qui montrent une recrudescence importante en raison des modifications des pratiques et des adaptations des parasites.
- l'étude de mesures de protection directe et indirecte contre les maladies et ravageurs en vergers, dont la recherche d'alternatives aux méthodes de lutte standardisées et à l'usage du cuivre.

Partenaires



GABNOR : Le Groupement des Agriculteurs Biologiques du Nord - Pas de Calais est une association de développement de l'Agriculture Biologique.



CRA-W : Le Centre wallon de Recherches Agronomiques est l'établissement public de recherches agronomiques de Wallonie. C'est le Département Sciences du Vivant-Unité Amélioration et Biodiversité qui participe à TransBioFruit.



FREDON Nord-Pas-de-Calais : La Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles est un syndicat professionnel agricole mettant au point et développant au sein de sa Station d'Études sur les luttés Biologique, Intégrée et Raisonnée des méthodes alternatives de protection des cultures.



CPBio : Le Centre Pilote Bio est une association de promotion et de développement de l'agriculture et de l'horticulture biologique en Wallonie.

Financeurs



Le projet TransBioFruit est réalisé dans le cadre du programme Interreg IV France-Wallonie-Vlaanderen, avec le soutien de l'Union Européenne - Fonds Européen de Développement Régional, du Conseil Régional Nord-Pas-de-Calais, de la Wallonie et des Conseils Généraux du Nord et du Pas-de-Calais.



Introduction

Passionné passionnant !

Un monde de passionnés, un monde passionnant, l'arboriculture pour qui s'y penche un peu devient vite captivante. A vous, qui êtes pris par le virus de la pomme ou de la poire, que vous soyez amateurs avertis, maraîchers qui souhaitent se diversifier ou bien arboriculteurs confirmés, nous vous adressons cet ouvrage concernant l'arboriculture... BIOLOGIQUE.

Au travers de celui-ci, vous découvrirez les principaux résultats d'un ensemble de partenaires de la recherche, du développement, de la production tous convaincus que l'on peut produire des fruits de qualité de manière rentable pour le producteur qui est responsable de ses pratiques et accessible pour le consommateur conscient de l'importance de ses choix alimentaires.

Cet ouvrage met l'accent sur les thématiques de recherche définies avec les producteurs. Vous trouverez dans chaque chapitre un condensé des actions du projet.

Pour illustrer l'arboriculture biologique transfrontalière, nous avons fait appel à un grand témoin, un producteur qui fait référence, entretien avec François Carlier :



La parole est à François Carlier

Le verger qu'a créé François en 1989, puis converti en bio, constitue un modèle du genre et illustre que le passage de l'un à l'autre mode de production est possible malgré les freins techniques, commerciaux et psychologiques auxquels sont confrontés les candidats à la conversion.

François nous apporte son point de vue sur le programme TransBioFruit.



François Carlier, producteur de fruits biologiques durant 20 ans après une année de transition en production intégrée.



Quelles sont les actions du programme TransBioFruit qui ont amené des avancées techniques marquantes pour les professionnels ?

Les volets essentiels à mes yeux concernent l'anthonome, l'hoplocampe et la méthode Mafcot.

Anthonome et hoplocampe : même défi!!

Les travaux menés ont permis d'obtenir des connaissances sur les cycles de développement des ravageurs ce qui peut servir à tous même aux producteurs intégrés. Les producteurs bio ont été les premiers à détecter ces nouveaux problèmes mais ont été aussi les premiers à relayer les solutions obtenues dans le cadre du programme TransBioFruit. L'enjeu était de taille : sur l'anthonome, jusque 80% de dégâts ont été observés en vergers. Pour l'hoplocampe, les niveaux de dégâts ont mis en péril certaines exploitations. Le programme a permis de regarder collectivement comment aborder le problème et a permis d'aboutir à des solutions durables.

Mafcot : la révolution

Cette méthode, mise en place par les producteurs conventionnels (Jean-Marie Lespinasse et son groupe) a été transférée aux professionnels de l'agriculture biologique grâce au programme TransBioFruit. Elle permet de limiter l'alternance (régularité de production) et les avancées sont considérables pour assurer un équilibre économique des exploitations : dans certains vergers, les niveaux de rendement sont même en progression constante. Ce principe devrait être appliqué dans toutes les exploitations!

Pourriez-vous donner quelques exemples concrets de la plus value transfrontalière apportée par le projet ?

Rencontrer de très bons producteurs belges, a réellement apporté un élan pour avancer collectivement : on a été longtemps de chaque côté de la frontière sans se parler et le projet a contribué à communiquer. Au delà du transfrontalier, les échanges avec tous les autres chercheurs suisses, italiens, allemands ont apporté un éclairage intéressant. Le Centre de Recherches Agronomiques de Gembloux, notamment au travers du travail sur la tavelure, amène des perspectives intéressantes.

De quelle manière vous-êtes vous impliqués dans le programme ?

J'ai contribué à la construction du projet en remontant les besoins des producteurs pour que les travaux envisagés correspondent à leurs attentes, à la fois pour les producteurs en bio depuis de nombreuses années et pour les jeunes en conversion ou en réflexion avant le passage en bio. J'ai aussi pris des risques en acceptant que des expérimentations soient mises en place dans mon verger : je suis content de mon engagement car les résultats sont à la hauteur de mes espérances.

AU-DELÀ DE TRANSBIOFRUIT,....

Plus globalement, quel regard portez-vous sur la faisabilité technique de l'arboriculture biologique dans la région transfrontalière ?

Je ne comprends pas que tous les producteurs ne soient pas en bio : la production intégrée, ce n'est qu'une étape vers la bio, un passage qui doit faire aboutir au bio. Pourquoi s'arrêter au milieu du pont : quand on est lancé, on le traverse jusqu'au bout ! Pour autant, à mes yeux, il ne faut pas opposer les modes de production : il y a des avancées techniques tant en bio qu'en production intégrée ou conventionnelle. Relever le défi de la bio, c'est possible : il faut être techniquement motivé et avoir des convictions et ne pas se lancer en bio pour des raisons uniquement économiques.

Quelles demeurent les principales difficultés observées aujourd'hui pour la conduite de vergers biologiques ?

Les tracasseries administratives sur les produits naturels utilisables ou non : les réglementations nationales diffèrent malgré un même cahier des charges européen. La bio, c'est technique, on est déjà bien armé pour répondre aux principaux problèmes techniques. Néanmoins, on a toujours des besoins : travailler les préparations à base de plantes, viser la diminution des interventions, avancer collectivement en créant des réseaux.

Quels leviers utiliseriez-vous afin de lever ces freins ?

Il faut sensibiliser les opinions aux difficultés rencontrées notamment d'un point de vue réglementaire et mettre un coup de pied dans la fourmière. Pour les questions techniques, il faut bien sûr encourager la recherche et l'acquisition de nouvelles références : les besoins sont très importants dans le domaine.



Comment envisager la gestion des sols ?

Le projet TransBioFruit s'est intéressé à la gestion des sols dans différents vergers du bassin transfrontalier au travers d'une campagne de diagnostics. Nous avons opté parmi les méthodes d'approche globale pour la « Méthode BRDA-Hérody¹ ».



Pourquoi cette méthode ?

Car elle combine systématiquement les approches pédologiques et agromonomiques, à la fois sur le terrain et au laboratoire.

Comment l'appliquer ?

Le diagnostic débute par une phase de terrain. Cette première phase permet de recueillir un maximum d'éléments qui ne peuvent pas être révélés par un laboratoire : géologie, action du climat, conditions du milieu (milieu poreux, tassé, niveau d'oxydo-réduction, niveau de décomposition de la matière organique...). Durant ce travail, de nombreuses questions sont posées au producteur quant à ses pratiques agricoles ou à l'historique de la parcelle.

Les résultats sont corrélés aux observations de terrain et le « conseiller », celui qui a fait les observations de terrain, peut alors faire des recommandations aux producteurs afin d'établir le meilleur itinéraire technique.

Ces recommandations portent :

- Sur les travaux à réaliser ou à éviter ;
- Sur les éléments à gérer (matières organiques, P, K, Ca, Mg, Al) ;
- Sur le fonctionnement du sol.

¹ Bureau de Recherche et de Développement Agricole



Discussion des résultats avec D. Massenot (Amisol) le 3 mars 2011.

Bilan d'une campagne de diagnostic de sol

TABLEAU 1.1 : SYNTHÈSE DES DIAGNOSTICS DE SOL DES VERGERS TRANSFRONTALIERS ET PISTES DE SOLUTION

OBSERVATIONS	PISTES DE SOLUTION
<ul style="list-style-type: none"> ● Plantation précipitée dans des sols mal préparés. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Réaliser une culture préliminaire régénératrice à enracinement profond contenant notamment des légumineuses.
<ul style="list-style-type: none"> ● Passages réguliers du charroi sur un sol souvent humide. Compactage important de celui-ci. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Pour atténuer les effets de tassement, adapter les pneumatiques des tracteurs et réaliser un travail du sol en surface.
<ul style="list-style-type: none"> ● Pas de gestion du couvert herbacé de l'inter-rang (sauf tonte), existence d'un feutre herbacé asphyxiant pour le sol. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Considérer l'inter-rang comme une culture fertilisante pour le verger : associer l'inter-rang à des légumineuses (Voir Alter Agri 110 Nov-Déc. 2011).
<ul style="list-style-type: none"> ● Raisonnement superficiel de la fertilisation, vision NPK simpliste. ● Mauvaise concordance de la fertilisation avec les besoins saisonniers de l'arbre. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Prendre en compte l'aspect vivant du sol, agir pour favoriser l'activité biologique du sol. ● Étendre la fertilisation à toute la surface du verger. ● Bien comprendre le compostage et l'action des différentes formes de matières organiques utilisables en verger.

La mise en place du verger

La mise en place d'un verger dans les meilleures conditions possibles permet une bonne reprise et un démarrage rapide des arbres. Le chevelu racinaire important de ceux-ci peut alors explorer un plus grand volume de sol, ce qui est un atout non négligeable.

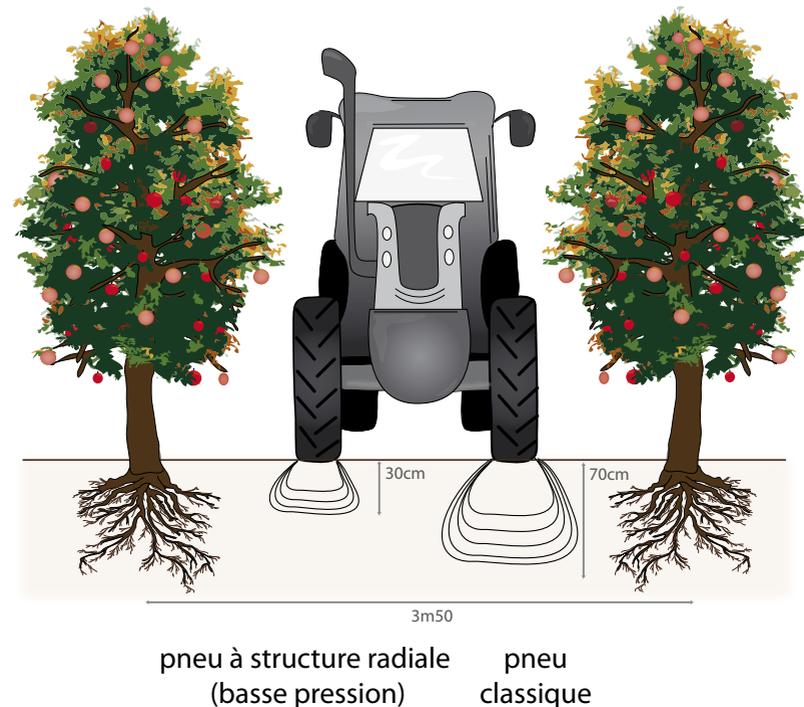
Voici un exemple de mise en place d'un nouveau verger :

1. Plantation en automne sur précédent de légumineuses (interculture de trèfles ou 2 ans de luzerne) après déchaumages et incorporation progressive du couvert avant labour;
2. Travailler sur un sol ressuyé évite ensuite les défauts de structure ;
3. Semis des couverts au printemps, après un faux semis éventuel :
 - Sur le rang, la méthode sandwich (trèfle blanc sur la ligne et travail du sol de part et d'autre) est une façon efficace d'incorporer régulièrement des légumineuses au sol.
 - Dans l'interligne, on choisira un mélange de graminées (ray grass et fétuque rouge semi-traçante) supportant bien le passage d'engins. Des légumineuses comme le trèfle blanc, le lotier corniculé et la minette peuvent être associées aux graminées de base.
4. L'intégration de différentes productions complémentaires au sein des vergers est une voie à explorer : maraîchage dans l'inter-rang, plantes aromatiques, élevage avicole, moutons ...



La gestion du sol en verger

La compaction due aux passages répétés d'engins sur sol humide constitue un problème majeur dans beaucoup de vergers. Elle empêche la bonne circulation de l'air et de l'eau dans le sol ce qui engendre d'autres problèmes par la suite (asphyxie, mauvaise assimilation des fumures, exploration racinaire limitée).



Le type de sol va fortement influencer le risque de compaction
La présence de cailloux dans le sol va diminuer le risque de compaction.

Dans le cas de l'agriculture biologique, il semble utile d'envisager une gestion des sols sur l'ensemble du verger et plus seulement sur la ligne d'arbres.

Cela aura comme effet d'améliorer :

- la circulation de l'air et de l'eau dans le sol ;
- la dégradation des résidus de culture ;
- l'efficacité des fumures organiques effectuées (Tableau 1.2).

Plusieurs techniques permettent d'y arriver :

- Entretenir le couvert de graminées et de légumineuses comme une prairie productive (fertilisée, chaulée, hersée, ...) ;
- Limiter au maximum le nombre de passages d'engins, surtout sur sol non ressuyé ;
- Équiper les tracteurs, remorques et pulvérisateur de pneus radiaux basse pression ;
- Travailler le sol en surface (herse de prairie) et en profondeur (Actisol, Jurane, Grégoire Agri, Aerway, ...). Un à plusieurs passages/an sur sol bien ressuyé.



Jurane



Actisol

Maintenir ou entretenir la fertilité du sol

En agriculture biologique, on ne nourrit pas directement les plantes, on soigne le sol qui va alors fournir aux plantes ce dont elles ont besoin.

L'objectif est d'optimiser l'activité biologique du sol afin d'alimenter la plante. Augmenter le taux d'humus n'est pas un objectif en soi.

L'apport de matières organiques peu lignifiées et fraîchement compostées, donc très « vivante », optimise la fertilisation (Tableau 1.2). Le moment d'application de celles-ci en verger, à la fin de l'été ou début d'automne ou encore très tôt au printemps, semble favorable, mais la gestion de ces apports n'est pas encore bien identifiée aujourd'hui en arboriculture biologique. Les mécanismes de mise en réserve dans le bois et le rythme de libération des substances ne sont pas maîtrisés et jouent pourtant un rôle important dans le mécanisme de la nutrition de l'arbre.

TABLEAU 1.2 : ACTION DE DIVERSES MATIÈRES ORGANIQUES SUR LES PROPRIÉTÉS DU SOL (Sérial, 1995-2005)

Amendement		Compost de déchets verts	Compost d'écorce enrichi	Fumier frais	Fumier déshydraté
Taux d'humus du sol		++	++	+	+
Biomasse microbienne	Court Terme	-	++	++	++
	Moyen Terme	+	+	++	++
	Long Terme	+	+	+	+
Stabilité structurale	Court Terme	-	++	++	++
	Moyen Terme	(+)	(+)	(++)	(++)
	Long Terme	+	+	-	-
Effet structural		+	+	+	+
Résistance au compactage		++	-	++	+
Réserve utile		++	++	++	++
pH		+	+	-	-
CEC		++	++	+	+
Effet fertilisant (N)	Court terme	-	++	++	+
	Long terme	-	+	+	+

En fonction des besoins, les apports de matières organiques devraient être gérés en sachant que les demandes en azote sont importantes au moment de la floraison. Celles-ci peuvent en partie être satisfaites par les réserves présentes dans le bois de l'arbre. Elles doivent donc avoir été assimilées l'automne précédent.

En fonction des observations de terrain et des recherches menées, il convient d'attirer l'attention sur les points suivants :

- Les apports de compost de déchets verts peuvent conduire à des faims d'azote momentanées. Leur action fertilisante est limitée. Il convient de les épandre en été.
- Le compost jeune (1 à 3 mois) de fumier pailleux est un fertilisant bien équilibré.
- Les fientes de poules, farine de sang, ... amènent une quantité d'azote qui est rapidement assimilable. Elles seront amenées tôt au printemps afin de « relancer la vie du sol » et seront utilisées avec parcimonie en cas de nécessité.

Il suffit d'un grain de sable pour bloquer un engrenage. Dans le cas du sol, il est important de prendre en considération chaque facteur limitant et tenter de les atténuer par ordre de priorité.



Reinette Hernaut

Quel choix de variétés de pommes et de poires adaptées à la Production Biologique transfrontalière ?

Il apparait comme une évidence que le choix judicieux de variétés cultivées en agriculture biologique durable est fondamental et devrait s'appuyer en priorité sur des variétés répondant aux besoins du marché mais qui, de plus, devraient être au moins tolérantes, faiblement sensibles ou résistantes aux principales maladies et dont les arbres sont de conduite aisée et moins dépendants des intrants. Les informations sur les variétés décrites brièvement ci-dessous sont essentiellement présentées dans le cadre de la production professionnelle où des traitements spécifiques à la bio sont régulièrement appliqués.

Etant donné qu'il s'agit d'une décision lourde de conséquences, le choix des variétés doit se faire, en tenant compte des expériences de collègues ou d'institutions publiques dont la fonction est de divulguer les informations les plus objectives.

Dans nos régions transfrontalières, la plupart des variétés Vf sont toutes plus ou moins contournées. Suite à ce risque important de contournement du gène Vf, il est recommandé d'isoler les variétés par niveau de sensibilité en bloc qui seront séparées des autres variétés.

Considérations générales

Outre tous ces aspects, le choix des variétés se fera surtout en fonction des périodes et du type de vente et de marché. Certaines variétés de haute qualité mais moins connues pourront très bien s'adapter à des circuits courts de commercialisation alors qu'elles ne seront pas facilement écoulées dans la grande distribution.



Le choix du porte-greffe, du pépiniériste de l'entregreffe ou non joue également un rôle – notamment dans le cas de variétés sensibles au chancre du collet (*Phytophthora cactorum*) telle 'Topaz', 'Cox'Orange Pippin', 'Rubinstep – Pirouette' et la plupart des variétés dérivant de la Cox qui nécessitent le greffage sur un entregreffe.

La diversité variétale est nécessaire pour une bonne fécondation, pour réduire les risques d'épidémies de maladies ou de ravageurs et offre une meilleure sécurité face aux aléas du climat.

Identifier les variétés les mieux adaptées aux systèmes de production biologique ne peut se faire qu'en mettant en place des programmes de création et d'expérimentation variétale qui sont menées directement en production biologique.

Les informations rassemblées ci-dessous (Tableaux 02.1 et 02.2) **sont destinées aux producteurs professionnels** et sont basées d'une part, sur des résultats de producteurs expérimentés et d'autre part, sur ceux obtenus à partir de plusieurs parcelles d'expérimentation transfrontalières conduites et certifiées en Production Biologique, telles celles du Centre Wallon de Recherches Agronomiques - CRA-W (Projets BIODIMESTICA et TransBioFruit) et du Centre Régional de Ressources Génétiques - CRRG (projet BIODIMESTICA).

Les variétés commerciales qui présentent, dans nos régions, des sensibilités nettement trop prononcées vis-à-vis des principales maladies ne nous semblent pas adaptées à une Production Biologique durable ; de ce fait les variétés – et leurs mutants – telles 'Braeburn', 'Fuji', 'Kanzi', 'Gala', 'Golden Delicious', 'Rubinette', 'Belgica', 'Delbard Estivale' ne feront pas l'objet de commentaires.

TABEAU 2.1 : ÉVALUATION GÉNÉRALE D'UNE SÉLECTION DE VARIÉTÉS DE POMMES ET DE POIRES POTENTIELLEMENT INTÉRESSANTES POUR LA PRODUCTION BIOLOGIQUE TRANSFRONTALIÈRE

Les variétés présentées ci-dessous sont classées par ordre alphabétique.

POMMES

LÉGENDE :

PBR = variété protégée par un certificat d'obtention végétale ;
 PBR* = variété en cours d'examen en vue du certificat d'obtention
 ® = nom enregistré et protégé
 AC = conservation en frigo en atmosphère contrôlée
 SPG = sujet porte-greffe



ALKMENE (mutation plus colorée, 'Cevaal')

Arbre relativement vigoureux mais aux entrenœuds assez courts, facile à conduire, une des rares variétés à ne pas alterner, demande un éclaircissage pour assurer le calibre. Variété précoce très bonne pollinisatrice pour vente locale, à planter en quantité limitée. Fruits dont l'arôme rappelle celui de la Cox.



BELLE de BOSKOOP (nombreux mutants 'Schmitz Hübsch', 'Bielaar^{PBR}', 'Spur Jean Teller', 'Valastrid')

Une des dernières variétés commerciales de type 'reINETTE', mi rugueuse et typiquement acidulée. Arbre à conduire en axe avec arcure des branches latérales. Le type 'spur' demande à être greffé sur MM106 ou même MM111. Variété en déclin dû à son goût acidulé mais appréciée pour ses capacités culinaires et sa bonne conservation.



CABARETTE - PRESIDENT VAN DIEVOET CRRG-RGF-Gblx

Ancienne variété moyennement fertile, arbre vigoureux et rustique, les fruits jaunes à chair blanche et agréablement acidulée offrent le grand avantage de très bien conserver jusque juin; convient bien pour les circuits courts.



COX'S ORANGE PIPPIN

De nombreux mutants colorés existent dont le 'Queen' et la 'Cox's Rouge de Flandre' qui ressemble au clone d'origine tout en étant plus rouge et plus attractif et qui a le grand désavantage de produire des fruits de plus gros calibres et devenant vite farineux – le retour au clone original de la 'petite Cox' mériterait d'être essayé. Variété assez sensible aux pulvérisations soufrées ; à planter en quantité limitée pour les connaisseurs.



COXYBELLE - AG 90^{PBR*}

Nouvelle variété obtenue par le CRA-W à Gembloux, issue du croisement entre une ancienne variété locale transfrontalière 'Président Van Dievoet' – 'Cabarette' et un hybride complexe. Arbres assez vigoureux et productifs – alternance à surveiller - très facile à conduire en axe, production principale sur brindilles couronnées, très rustique - à cultiver avec très peu d'intrant. Une des très rares variétés qui associe une résistance complexe polygénique à la tavelure et le gène Vf. Variété déposée en 2012 pour les droits d'obteneur, en essai chez divers producteurs bio transfrontaliers.



CRIMSON CRISP® (COOP 39^{PBR})

Nouvelle variété américaine de calibre moyen et porteuse du gène VF, variété de mi-saison à essayer comme fruit au visuel attractif assez douce et de qualité moyenne.

DALINETTE^{PBR} (DL 13)

Arbre facile à conduire, très productif, demande de sérieuses actions d'éclaircissage. Variété intéressante pour sa bonne conservation mais la couleur relativement sombre des fruits en réduit leur attractivité commerciale.



ELSTAR (de nombreuses mutations commerciales protégées : 'Elshof' PBR, 'Elista PBR', 'Excellent Star^{PBR}, ...)

Bonne variété de commerce mais les facteurs limitants sont sa très forte alternance, son manque de rusticité et sa conservation limitée.



FIESTA

Arbre de vigueur moyenne, très facile à conduire, peu alternant, bonne production, bonne résistance des fleurs au gel. Variété de diversification nécessitant plusieurs passages de cueillette et relativement tardive. Pas très rustique. Variété à cueillir en plusieurs passages mais qui offre le grand avantage qu'elle plaît à un très large public.



FRESCO^{PBR} - WELLANT®

Arbre de conduite assez compliquée, tendance au dégarnissement, moyennement à peu vigoureux, donnerait de meilleurs résultats avec entregreffe, productivité moyenne ; serait sujet aux fortes gelées hivernales de même que sa floraison au printemps. Variété tardive de très bonne qualité gustative, la couleur foncée des fruits est un point faible ainsi que les difficultés de culture. Variété protégée par des droits d'obteneur et commercialisée sous le régime de 'semi-club'



GOLDRUSH^{PBR}

Arbre très facile à conduire et très productif, demande un éclaircissage adéquat pour obtenir un calibre suffisant. Du fait de sa maturité très tardive – fin octobre à novembre - à réserver dans des endroits où le climat est relativement clément sinon le fruit perd de ses qualités gustatives et visuelles.



IDARED

Variété encore un peu cultivée en Bio principalement pour la très longue conservation de ses fruits, pour la fertilité et la facilité de conduite des arbres mais dont la qualité gustative des fruits est assez banale à médiocre. Excellent pollinisateur pour les variétés à floraison hâtive telle la 'Boskoop'.



INITIAL^{PBR}

Arbre très facile à conduire en axe vertical, très productif, très peu alternant, ne demande quasi pas d'éclaircissage. Comme variété précoce, à planter en quantité limitée et à réserver aux zones à très faible risque de chancre.



JAMES GRIEVE (mutant coloré 'Lired')

Avantage d'une floraison mi-précoce, exceptionnellement longue, très bon pollinisateur et très bonne résistance au gel printanier. A planter en quantité très limitée et uniquement pour commerce local. Variété qui répond aux besoins de fruits culinaires précoces - très sujette au chancre dans les parcelles à risque.





JONAGOLD

Nombreux mutants classés en trois groupes principaux : (1) 'Lavis rouge clair' ; (2) 'Rouge foncé-strié' et (3) 'Rouge foncé homogène'. La plupart des mutants sont des variétés protégées. Parmi le type (1), 'Novajo' est le plus recommandé par le PCF, parmi le type (2), 'Jonagored Supra', et 'Decosta' et pour le type (3), 'Red Prince' et 'Primo' qui colorent très tôt mais de ce fait on risque de les cueillir trop tôt. Arbre très productif, vigoureux, très peu alternant, facile à conduire. Malgré sa sensibilité aux maladies et ses qualités moyennes, reste une variété standard de nos vergers pour sa bonne productivité, son attrait commercial et ses très bonnes performances en conservation.



KARMIJN de SONNAVILLE

Variété de très bonne qualité gustative avec un arôme de Cox mais avec un profil acidulé. Production hétérogène; bonne conservation mais risque de crevassement des fruits: à réserver pour une clientèle de connaisseurs - donne un jus excellent.



MAIRAC®, LA FLAMBOYANTE PBR

Arbre productif et facile à conduire, demande un éclaircissage ; arbre exigeant en fumure. Variété attirante de par sa bonne conservation du fait de sa sensibilité aux maladies, mais nécessite de très nombreux traitements fongicides.



OPAL PBR

Arbre d'assez faible vigueur, productif ; arbre très exigeant en fumure. Les données sur cette variété sont récentes mais dans la gamme de fruits jaunes, elle semble mieux adaptée que 'Goldrush' dans des climats moins cléments - à essayer en petites quantités.



PILOT PBR

Arbre facile à conduire mais de vigueur très faible les premières années après plantation ; très sensible au puceron cendré. Variété utile pour l'extension de la période de commercialisation mais reste marginale.



PINOVA PBR (mutants 'Corail'®, 'Evelina'®, 'Dalirail' PBR, 'Dalinip' PBR)

Variété qui était très prometteuse car elle est très productive et régulière. Arbre très facile à conduire, de vigueur relativement faible, demande une bonne pénétration de la lumière dans la couronne et des interventions d'éclaircissage des fruits ; arbre très exigeant en fumure. L'arrivée de mutants plus colorés offre plus de souplesse pour la cueillette et présente un avantage visuel de fruits plus attractifs mais nécessite une gestion prudente afin de cueillir au bon stade de maturité physiologique.



REINETTE des CAPUCINS (Syn. 'Reinette d'Osnabrück', 'Reinette de Chevroux')

Ancienne variété sélectionnée et diffusée par le CRRG. Les arbres se conduisent particulièrement facilement en axe, ils sont très productifs, quasi pas alternants, risque de chute de fruits à maturité, demandent une entregreffe sur M9 ; pas trop exigeants en fumure. Variété assez difficile à commercialiser dans la grande distribution comme pomme de table, occuperait le créneau de 'Boskoop'.



REINETTE du CANADA GRIS

Très ancienne variété française qui garde un certain renom et un marché dans son pays d'origine. Arbre assez vigoureux mais facile à conduire sans soin particulier, très peu exigeant en fumure, à cultiver avec très peu d'intrants, pourrait supporter un léger enherbement après quelques années de plantation.



REINETTE HERNAUT RGF-Gblx

Ancienne variété belge sélectionnée et diffusée par le CRA-W – Gembloux. Arbre très facile à conduire en axe, très peu de travail de taille, très productif, non alternant, très rustique – ne supporte pas les excès de fumure azotée : risque de point liègeux et moins bonne coloration - à cultiver avec très peu d'intrant, pourrait supporter un léger enherbement après quelques années de plantation. A réserver pour circuits courts et pour des projets de transformation.



REINETTE de WALEFFE RGF-Gblx

Même profil de variété de très bonne conservation que 'Reinette Hernaut' mais avec un fruit plus sucré et plus typé ; variété ancienne rustique particulièrement adaptée aux systèmes de production à très faibles intrants, ne supporte pas les excès de fumure azotée entraînant une baisse de qualité et une moins bonne coloration - pourrait également supporter un léger enherbement après quelques années de plantation. A réserver pour les circuits courts et pour des projets de transformation. Calibres parfois trop gros ce qui entraîne du bitter-pit, risques de chute de fruits.



RUBINOLA PBR

Arbre assez vigoureux mais très facile à conduire en axe, avec une fructification typiquement en bouts de brindilles, port pleureur, production très régulière. Variété très intéressante pour la vente directe mais vu sa période de maturité, quantités à adapter suivant son commerce. Variété protégée par des droits d'obteneur. Fruits très attractifs, bonne tenue à l'arbre, de très bonne qualité, très croquants, juteux et sucré-acidulés.



RUBINSTEP PBR (marque 'Pirouette'®)

Variété bien adaptée à la bio et à bonne valeur commerciale pour cette période. Arbre qui demande de l'arcure systématique lors des premières années pour éviter le dénudement, productivité moyenne à bonne. Variété protégée par des droits d'obteneur.



SUNTAN

Arbre rustique, facile à conduire, bonne adaptation aux faibles intrants, production moyenne à bonne. Fruit ayant un certain marché de connaisseurs de pommes de qualité – surtout en France. Il est à noter que les gros calibres sont sujets au bitter-pit et deviennent plus vite farineux.



TOPAZ PBR

Arbre de vigueur modérée, à greffer sur intermédiaire de greffe peu sensible au chancre du collet (*Phytophthora cactorum*), bonne ramification et conduite facile, bonne production relativement régulière moyennant le contrôle de la charge. Variété bien représentée chez les producteurs en bio qui offre cet aspect particulier d'un fruit très croquant, juteux et acidulé. Variété protégée par des droits d'obteneur.



POIRES



BEURRE ALEXANDRE LUCAS

Variété intéressante pour le marché, bon calibre, bonne conservation, floraison précoce assez sensible au gel printanier, peu de recul en bio mais nos premières expériences sont positives.



CONFERENCE

Donne de bons résultats en Bio, demande une bonne protection contre la tavelure, grand avantage d'une mise à fruit par parthénocarpie.



NOVEMBERBIRNE, 'NOVEMBRA'®, 'XENIA'®

Nouvelle variété rustique, productive mais donnant souvent de très gros calibres de fruits.



Caractéristiques variétales

Variétés et principaux mutants	Fruit calibre, couleur,...	Période de cueillette	Durée de conservation		Fruit qualité & usages	Période floraison & qualité de pollen
			Frigo	AC		
AKANE	Assez petit, rouge attractif	f-08 (1 passage)	f-09		Assez bonne, devient cireuse	Moy/ ++
ALKMENE	Moyen à petit, variable, orangé sur jaune	f-08-d-09 (3 passages)	11		Très bonne, ac/suc; léger arôme	Préc-moy/ ++
BELLE de BOSKOOP	Bon, mi-rugueuse, bicolore à rouge foncé suivant mutants	f-09	03; > 4°	04-05; > 4°	Acidulée, excellente culinaire	Préc/ -
CABARETTE - PRESIDENT VAN DIEVOET CRRG - RGF	Moyen, jaune, petite joue rosée.	f-10	05; 2-3°C	06-07	Chair blanche, acidulée.	Moy/++
COX'S ORANGE PIPPIN	Moyen à petit, variable, orangé strié sur jaune	mi-09	11; 4-6°	12-01; > 4°	Excellente si clône classique	Moy/ ++
COXYBELLE - AG 90 PBR	Bon, bicolore orangé-rouge, attractif	f-09 à d-10	12; > 4° (étude en cours)	03-04; > 4° (étude en cours)	Très bonne; suc/ac; ferme; bon arôme	Moy/ ++
CRIMSON CRISP® (COOP 39 PBR)	Moyen, lisse, rouge clair, très attractif	mi-09	11-12	03	Moy ferme, croquante, suc/ac	Moy/ ++
'DALINETTE' PBR (DL 13)	Moyen à petit, rouge assez foncé, mi-rugueux, moy attractif	mi-10 à d-11	04-05	05-06	Très ferme, acidulé mais meilleure après conservation	Moy/ ++
ELSTAR	Moyen à petit, bicolores orangés, mi-rugueux, attractifs	d-09 (3 passages)	12	02-03	Moy ferme, acidulée	Moy/ ++
FIESTA	Moyen, bicolore, rouge assez foncé	mi-09	12-01; > 4°	04-05; > 4°	Moy ferme, ac/suc, bon arôme	Moy/ ++

FRESCO ^{PBR} WELLANT®	Bon calibre, rouge relativement foncé, mi-rugueux	mi-fin-09	03-04	04-05; > 3-4°	Très bon, sucré, ferme	Moy-tard/ +
GOLDRUSH ^{PBR}	Moyen à petit, jaune avec lavis orangé	f-10 à d-11	05	07	Très ferme, ac/suc, bon arôme	Moy/ ++
IDARED	Moyen calibre, lisse, bicolore rouge assez foncé	f-10	01; >3-4°	06; >3-4°	Épiderme épais, qualité moy à médiocre	Moy/++
INITIAL ^{PBR}	Bon calibre, bicolore rouge assez foncé	f-08 à mi-09	11		Croquante, assez douce	Moy/-
JAMES GRIEVE	Moyen, bicolore, devient cireux	f-08 (4 passages)	09		Juteux acidulé	Moy/ ++
JONAGOLD	Bon calibre, bicolore ou pas suivant mutant	f-09	01-03	06-07	Standard	Moy/-
KARMIJN de SONNAVILLE	Bon calibre, bicolore, mi-rugueuse	mi-f-09 (1 sem après cox)	03-04; > 3-4°	03-04; > 3-4°	Bon arôme Cox, acidulé	Moy/ -
MAIRAC®, LA FLAMBOYANTE PBR	Bon calibre, 3/4 rouge, lisse	mi-09	02-03; > 3-4°	04-06; > 3-4°	Croquant, ac/suc	Moy/ ++
OPAL ^{PBR}	Moyen à petit, jaune avec lavis orangé	mi-f-10	03-04	04-05	Ferme, fine, suc/ac, arôme	Moy/ ++
PILOT ^{PBR}	Moyen, bicolore, orangé-rouge, tendance à devenir cireux	d-mi-10	04-05	04-07	Ferme, acidulé, peu juteux	Moy/ ++
PINOVA PBR	Moyen, allongée, jaune bicolore orangé	mi-f-09	04-05	04-06	Ferme, doux, peu juteux, moy	Moy/ ++
REINETTE de WALEFFE RGF-Gblx	Moyen, bicolore, rouge-orangé, mi-rugueuse	f-09	02; > 3-4°	04-05; > 3-4°	Bon équilibre, bon arôme Reinette	Moy-tard/ -
REINETTE des CAPUCINS CRRG	Moyen, allongée, légèrement bicolore, assez rugueuse	mi-f-09	12; > 3-4°	03-04; > 3-4°	Type Reinette acidulée	Préc/ -

Variétés et principaux mutants	Fruit calibre, couleur,...	Période de cueillette	Durée de conservation		Fruit qualité & usages	Période floraison & qualité de pollen
			Frigo	AC		
REINETTE du CANADA GRIS	Moyen à gros, variable, brun-beige, rugueuse	d-10	12; > 3-4°	03-04; > 3-4°	Type Reinette	Moy-tard/-
REINETTE HERNAUT RGF-Gbix	Moyen à gros, variable, bicolore, rouge s/vert, lisse	f-09-d-10	02; > 3-4°	04-05; > 3-4°	Croquant, juteux, acidulé	Moy/-
RUBINOLA PBR	Moyen, bicolore très strié d'orangé-rouge, très attractif, lisse, devient cireux	f-08-d-09	11-12		Très croquant, juteux, suc/ac	Pré-moy/++
RUBINSTEP PBR Pirouette®	Moyen, bicolore jaune très strié d'orangé-rouge, très attractif, lisse	mi-09	12	02-03	Croquant, bon équilibre	Moy/ ++
SUNTAN	Moyen, bicolore rouge orangé foncé, mi-rugueuse	f-09	03; > 3-4°	04-05; > 3-4°	Acidulé sucré, bon arôme type Cox	Tard/-
TOPAZ PBR	Moyen à petit, largement lavé-strié de rouge, lisse	f-09	12	02-03	Très croquant, juteux, acidulé, devient cireux	Moy/ ++

POIRES						
BEURRE ALEXANDRE LUCAS	Gros fruit trappu, type 'Doyenné', moucheté de lenticelles, parfois légère joue colorée	d-mi-10	12-01	04-05	Croquant, chair mi-grossière, acidulé-sucré, devient juteux	Préc/-
CONFERENCE	Bon calibre, fruit bronzé, allongés, non coloré	d-09	11-12, -1 à 0	05-06, 0 à 0,5	Croquant, chair assez fine, sucrée, devient juteux et fondant	Moy/+
NOVEMBERBIRNE NOVEMBRA®, XENIA®	Gros calibre, fruits souvent bronzés	mi-10	12-01		Croquant, chair mi-grossière, sucré, devient juteux et légèrement fondant	Préc-moy/+

Variétés et principaux mutants	Sensibilité aux maladies				Remarques
	Tavelure		Chancres	Pourriture lenticellaire	
	Type de résistance	Oïdium			
Risque de dégâts					
AKANE	Polyg	Faible	Moy à élevé		A planter en petites quantités, sur SPG plus fort que M9
ALKMENE	Polyg+	Faible	Moy à élevé	Elevé ++	Très rustique, planter en petites quantités, sensible à la moniliose et aux crevassements pistillaires, chute
BELLE de BOSKOOP		Elevé	Moy à élevé	Elevé	Variété classique en déclin, chute
CABARETTE-PRESIDENT VAN DIEVOET - CRRG-RGF	Polyg.	Moy	Moy	Moy	Excellente conservation des fruits - pour circuits courts.
COX'S ORANGE PIPPIN		Elevé	Très élevé	Elevé +++	Variété de luxe très prisee si ancien type, chute
COXYBELLE - AG 90 PBR	Vf/Poly+	Très faible	Moy à élevé	Moy	Nouvelle variété rustique, facile, attractive, en essai. Très bonne tenue des fruits aux arbres.
CRIMSON CRISP® (COOP 39 PBR)	Vf	Moy	Elevé +	Moy/élevée	Nouvelle variété de qualité moyenne mais fruits attractifs
DALINETTE PBR (DL 13)	Vf	Moy	Moy	Moy	Intéressante pour sa bonne conservation, fruits pas toujours attractifs
ELSTAR		Elevé +	Elevé +	Elevé +	Variété classique, préférer les mutants
FIESTA		Moy	Moy	Moy	Variété de diversification pour circuits courts
FRESCO PBR WELLANT®		Moy	Elevé +	Elevé +++	Production variable, très sensible au chancres, coloration peu attractive
GOLDRUSH PBR	Vf	Elevé	Elevé ++	Elevé +	Cueillette très tardive

Variétés et principaux mutants	Sensibilité aux maladies					Remarques
	Tavelure		Oïdium	Chancres	Pourriture lenticellaire	
	Type de résistance	Risque de dégâts				
JAMES GRIEVE	Elevé	Elevé	Elevé +++			Précoce, feu bactérien
JONAGOLD	Elevé ++	Elevé +	Elevé +			Standard, peu rustique, bien choisir ses mutants. Sensible à la rugosité si traitement au cuivre après 'fleur'
KARMIJN de SONNAVILLE	Moy	Elevé +	Elevé +	Moy		Fruit de qualité, chute
MAIRAC®, LA FLAMBOYANTE PBR	Elevé ++	Elevé +	Elevé +			Nouvelle variété peu rustique
OPAL PBR	Elevé	Elevé +				Très bonne jaune tardive mais peu de recul
PILOT PBR	Elevé ++	Elevé +	Elevé +	Moy		Très bonne conservation, qualité variable, peu rustique
PINOVA PBR	Elevé ++	Elevé +	Moy	Elevé +++		Problèmes maladies conservation, feu bactérien, peu rustique
REINETTE de WALEFFE RGF-Gblix	Faible	Elevé +	Elevé +			Rustique, très facile, chute, feu bactérien
REINETTE des CAPUCINS CRRG	Très faible	Elevé +	Faible/moy	Moy		Très facile mais plutôt culinaire, chute
REINETTE du CANADA GRIS	Faible	Elevé +	Elevé ++			Rustique, chute
REINETTE HERNAUT RGF-Gblix	Faible	Elevé +	Elevée	Moy		Rustique, très facile, sensible point liègeux, chute, feu bactérien

RUBINOLA PBR	Vf	Elevé +	Moy/faible			Très facile, port pleureur, taches brunes
RUBINSTEP PBR Pirouette®	Polvg	Elevé +	Elevé +	Moy		Attractive, production moyenne
SUNTAN	Polvg	Elevé +	Elevé +	Moy		Rustique, très facile, chute, feu bactérien
TOPAZ PBR	Vf	Elevé +	Elevé +	Très sensible à		Chancres du collet, taches brunes et problèmes, de conservation

POIRES						
BEURRE ALEXANDRE LUCAS	Moy					Fertile, bon calibre, permet de diversifier l'assortiment par rapport à 'Conference', bonne conservation; fruit plus acidulé que le goût standard.
CONFERENCE	Elevé					Standard, le fruit est plus rugueux en bio mais de qualité nettement supérieure
NOVEMBERIRNE, NOVEMBRA®, XENIA®	Faible					Fertile, très bon calibre - parfois trop gros - une diversification par rapport à la 'Conference', bonne conservation

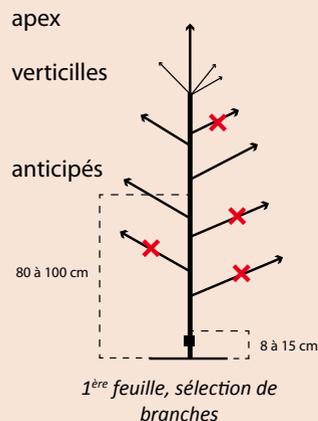
La conduite du pommier par la méthode Mafcot

La méthode Mafcot (Maitrise de la fructification concepts et technique) née grâce aux recherches de l'INRA, est encore en évolution. Cette nouvelle méthode inconnue dans notre bassin transfrontalier est depuis 2008 appliquée dans plusieurs vergers de la zone. Elle procure des rapports quantité/qualité des fruits/main d'œuvre investie très favorables.

A la plantation et les 2 premières années du verger

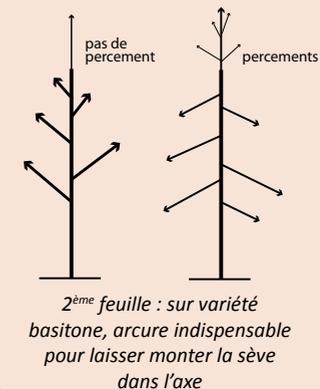
→ A la plantation

- Respecter la hauteur du point de greffe (6 à 10 cm), planter haut → faible vigueur,
- Préférer un excès de vigueur (maîtrisable par la taille) que l'inverse (pas maîtrisable), planter tôt (début hiver) et palisser dès que possible pour éviter le ballottage,
- Supprimer les anticipés bas (< 80 cm) et trop puissants à angles fermés (il faut un an d'écart entre le tronc et la branche), ne pas rabattre le scion (effet pompe),
- Planter suffisamment espacé pour permettre l'expression de l'arbre (taille longue).



→ Les 2 premières années du verger

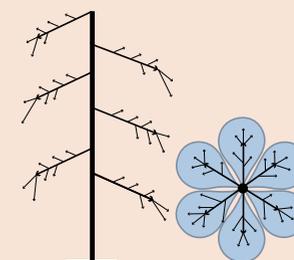
- Former l'arbre plutôt que produire, favoriser le grossissement du tronc en axe solide et droit, viser la durabilité du verger (20 ans)
- Supprimer les branches avec gros diamètre (>1/2 diamètre du tronc),
- Respecter les 3 niveaux : tronc, branches fruitières, coursonnes (conserver la ramification des branches),
- Arquer sous horizontale les branches érigées (variétés basitones) pour éviter les futures crosses, et ce jusqu'à 2m de haut (mise en place du port pleureur)
- Conserver les verticilles pour faire grossir l'axe

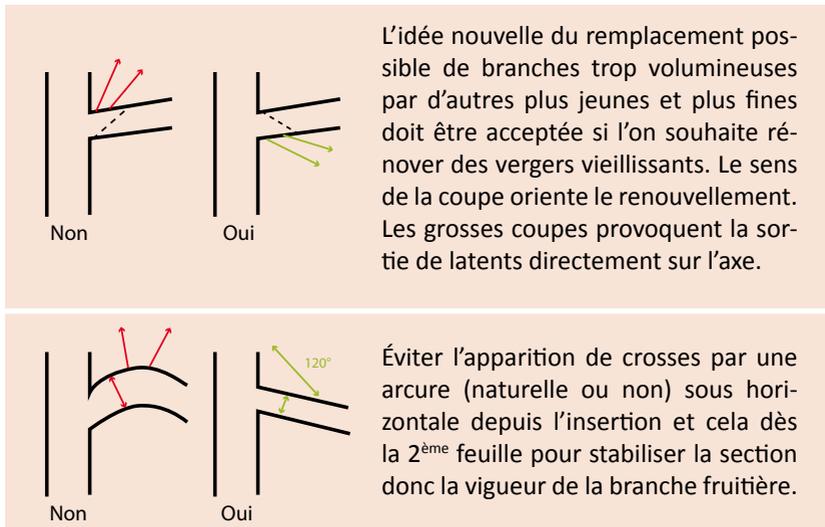


Gestion de l'axe et du port pleureur

Arbre bien hiérarchisé : Tronc légèrement conique (support branches fruitières), branches fruitières (support des coursonnes porteuses des boutons floraux) : équilibre entre basitonie et acrotonie de l'axe. Pas de charpentières. La sélection de branches en hiver vise l'équilibre et la simplification de l'arbre et assure la bonne porosité à la lumière. Elle doit contrecarrer :

- la formation de chapeau de branches dans le haut qui empêche la pénétration de la lumière jusqu'au sol (acrotonie),
- la formation de table de branches bloquant la montée de sève (basitonie).





Gestion de la branche fruitière et du renouvellement

Fonctionnement dynamique de la branche fruitière par la taille longue

(Fig. 3.1) :

- On favorise les branches palmées ou branches centrifuges à section stabilisée.
- On évite les simplifications à outrance (branche-tubes), qui défavorise la circulation de la sève jusqu'à l'extrémité.

Action à mener sur la branche fruitière

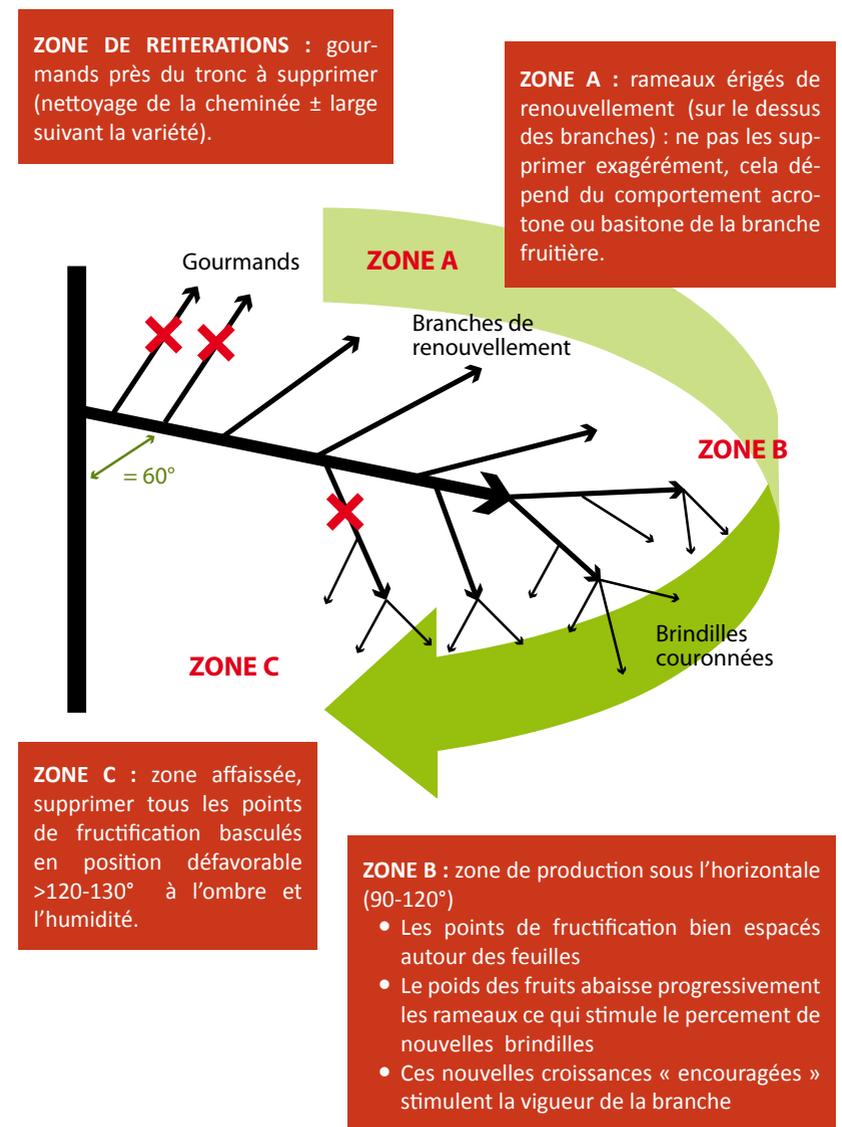
Sur branches fruitières basitones (type Gala) :

- Arcure à l'horizontale souvent nécessaire,
- Suppression des réitérations jusqu'à 10 cm du tronc,
- Nettoyage généreux de la zone C car pléthore de boutons.

Sur branches fruitières acrotones (type Golden)

- Arcure sous l'horizontale rarement nécessaire,
- Suppression des réitérations jusqu'à 20 cm du tronc,
- Nettoyage modéré de la zone C (sélection des brindilles couronnées les mieux placées, tous les 15-20 cm).

FIGURE 3.1: ILLUSTRATION DU DYNAMISME DE RENOUVELLEMENT AU SEIN MÊME DE LA BRANCHE FRUITIÈRE QUI S'INSTALLE PAR LA TAILLE LONGUE



Régulation de la charge par l'extinction

STRATÉGIE 3E : En verger bio, seules les interventions mécaniques sont autorisées. La régulation de la charge se fait par la sélection de branches fruitières (Élagage), par la suppression de boutons floraux (Extinction), et par l'arrachage manuel des fruits (Éclaircissage).

L'extinction, qui améliore la régularité et la qualité de la production en brisant l'alternance, fournit une réduction de main d'œuvre sur les postes taille et éclaircissage.

- **COMMENT INTERVENIR ?**
Manuellement (avec gants en cuir) en premier lieu autour du tronc pour créer un puits de lumière et ensuite on enlève les coursonnes les plus faibles et les plus mal éclairées (sous les branches en particulier). A pratiquer sur les branches sous horizontale.
- **QUAND INTERVENIR ?**
Lors de la 1^{ère} année de forte production (3^{ème} ou 4^{ème} feuille) durant le repos végétatif jusqu'au stade F (idéalement entre le stade D3 et F). Sur les variétés alternantes agir sur les années à forte production.
- **COMMENT DOSER L'EXTINCTION ARTIFICIELLE ?**

Rapport entre la section de la branche fruitière et le nombre optimal de fruit à haute valeur marchande, grâce à l'équilifruit qui conduit très vite à des automatismes. (Tableau 3.1)



Equilifruit : conduit très vite à des automatismes

TABLEAU 3.1 : RAPPORT ENTRE LA SECTION DE LA BRANCHE FRUITIÈRE ET LE NOMBRE OPTIMAL DE FRUIT À HAUTE VALEUR MARCHANDE

Diamètre (section)	10 mm (0,8 cm ²)	15 mm (1,8 cm ²)	20 mm (3,1 cm ²)	30 mm (7 cm ²)
Variétés à petit calibre	3 F	6-8 F	12-16 F	24-32 F
Variétés à gros calibre	5 F	10 F	20 F	40 F

→ Quelques résultats d'expérimentation.

La régularité des rendements obtenus grâce à la conduite Mafcot entre 2008 et 2011 dans un verger expérimental transfrontalier est montrée à la figure 3.2.

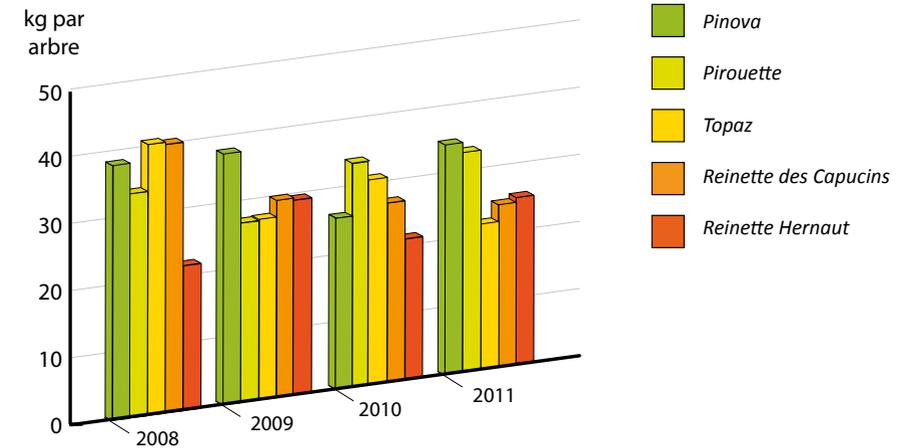


Fig.3.2 : Rendements obtenus (2008-2011) dans le verger biologique de Gembloux avec conduite Mafcot sur les variétés Pinova, Pirouette, Topaz, Reinette des Capucins et Reinette Hernaut (36 arbres/variété, 6 répétitions). La densité de plantation est de 1900 arbres par hectare.



Vergers transfrontaliers en conduite Mafcot sur M9.
A gauche: 'Initial', à droite: 'Reinette Hernaut'.

Témoignage de Dominique Thiery, technicien dans le Val de Loire, conseiller

L'augmentation de la durée de vie des vergers observée dans la zone transfrontalière a rendu indispensable l'évolution de la conduite MAFCOT. Cette évolution porte essentiellement sur la limitation de la structure de l'arbre et la recherche du gain de lumière, moteur de l'induction florale et de la qualité des fruits. Pour ce faire, deux points sont importants :

- **la construction d'un tronc fort et droit** (le squelette de l'arbre se résume à un seul axe central puissant et cylindro-conique) comme support de branches fructifères,
- **la sélection de branches fructifères souples bien espacées** et réparties en hélice autour du tronc, d'un diamètre à l'insertion de 15 à 30 mm, ainsi une douzaine de branches pourrait porter 15 à 20 pommes chacune.

Les visites de vergers transfrontaliers mettent en évidence le besoin de :

- supprimer progressivement des branches trop grosses avec souvent des crosses à la base (angles d'insertion fermés), en laissant un onglet pour provoquer des re-perçements (renouvellements), utilisés ensuite comme nouvelles branches plus fines et plus souples. Le re-perçement sur le tronc est inéluctable si la lumière est largement présente dans le tiers supérieur.
- nettoyer la cheminée de façon moins prononcée pour avoir des fruits plus près du tronc et assurer un renouvellement de la branche.

Pour le secteur Bio en particulier, la conduite du pommier selon la méthode Mafcot est déterminante puisqu'elle optimise la charge de l'arbre en termes de nombre de boutons et de leur répartition dans le volume de l'arbre. Ce travail est indispensable pour avoir une récolte de qualité et un meilleur espoir de retour à fleur. C'est donc un outil idéal pour freiner l'alternance sans recours à l'usage de substances chimiques.



Biodiversité : Influence des bandes fleuries sur le contrôle du puceron cendré (*Dysaphis plantaginea*) du pommier

Le puceron cendré du pommier (*Dysaphis plantaginea*) peut occasionner de sérieux dégâts sur les arbres et les fruits, quelle que soit la zone du bassin transfrontalier franco-wallon considérée. La recherche de moyens alternatifs de lutte contre ce ravageur s'avère d'autant plus essentielle qu'en production biologique, malgré leur origine naturelle, l'usage de certains produits rencontre différentes limites : le coût élevé, le manque d'efficacité, la toxicité vis-à-vis de la faune auxiliaire et de l'environnement...

Le puceron cendré

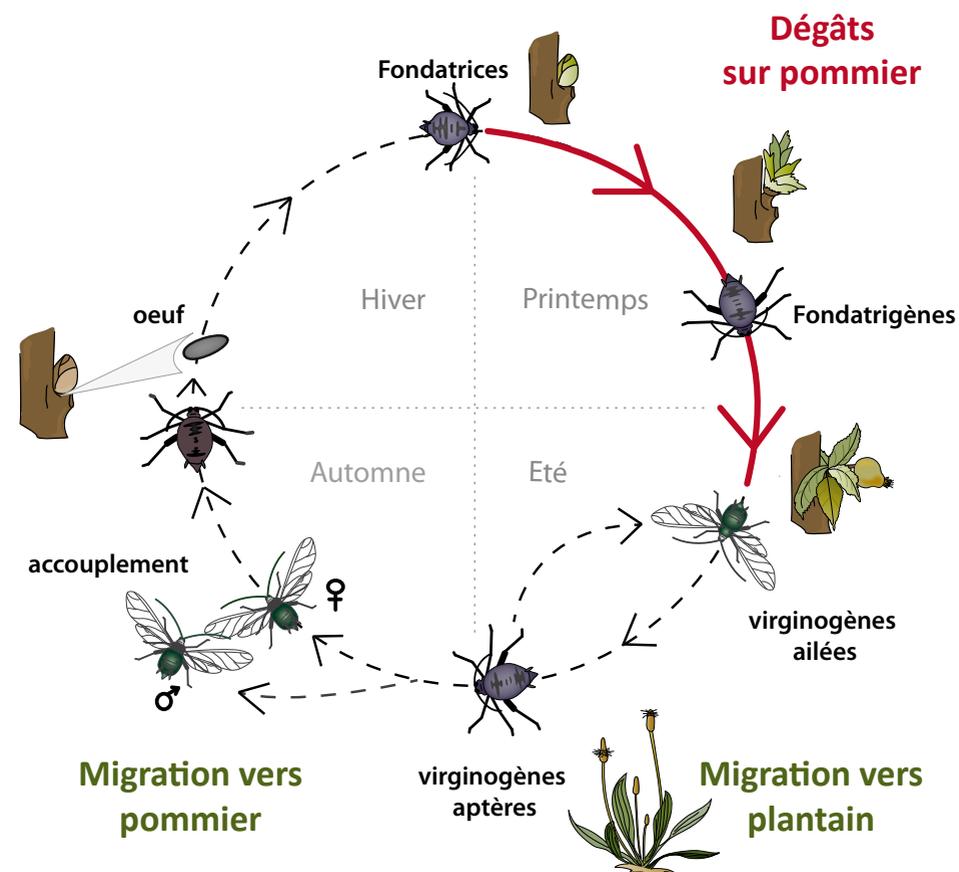
→ Description et biologie

De couleur vert foncé à violacé, les adultes aptères sont globuleux et mesurent 2 à 3 mm. A la différence des aptères, les adultes ailés sont vert foncé à noirs avec une tâche brillante au centre de l'abdomen. Les œufs sont allongés et noirs visibles uniquement au microscope.

→ Cycle de développement (Fig. 4.1)

Le puceron cendré a besoin de deux hôtes différents pour réaliser son cycle de développement : le pommier (*Malus communis*) et le plantain (*Plantago lanceolata*).

FIGURE 4.1 : CYCLE DE DÉVELOPPEMENT DU PUCERON CENDRÉ DU POMMIER



Source : TransOrganic (Guide de l'agriculture biologique)

→ Les dégâts

Le puceron cendré du pommier peut occasionner de sérieux dégâts sur les arbres et les fruits. Il est considéré comme l'un des principaux ravageurs en culture du pommier sur toute la zone du bassin transfrontalier franco-wallon. Sur feuilles et sur pousses, les colonies importantes provoquent l'enroulement et la déformation des feuilles et des rameaux voire l'arrêt de la croissance des pousses. Sur les fruits, les attaques provoquent la déformation des jeunes fruits et une dépréciation à la récolte.



Les bandes fleuries

→ Intérêt

Les bandes fleuries, par leur croissance rapide, permettent d'occuper le sol avant que les adventices indésirables ne s'y installent et de lutter contre l'érosion du sol. Elles ont également un impact positif sur les populations d'auxiliaires et d'insectes pollinisateurs à travers les gîtes, abris et nourritures (graines pour les oiseaux, végétaux pour les phytophages et animaux pour les insectivores, pollen pour les butineurs et nectarivores) qu'elles leur apportent.



Depuis 2003, dans le verger biologique de Gembloux (Belgique), la présence du puceron cendré est très faible malgré l'absence de traitements insecticides. Ce verger comporte 20% de zones de compensation écologique. Celles-ci procurent-elles un écosystème favorable aux auxiliaires qui maîtrisent le puceron ?

→ Expérimentations menées

Comparaison de l'attractivité de différents mélanges fleuris et bandes enherbées, vis-à-vis des auxiliaires.

Quatre mélanges différents ont été suivis pendant 3 ans :			
			
Un mélange composé de 20 espèces florales.	Un mélange alliant 80% de graminées et 20% de florales.	une bande enherbée non fauchée.	une bande enherbée fauchée.

Les prélèvements d'auxiliaires effectués sur les différents mélanges permettent de montrer que même peu développées, les bandes fleuries sont jusqu'à 15 fois plus attractives pour les auxiliaires, à certaines dates, que les zones engazonnées tondues. Sur l'ensemble d'une saison, c'est, en moyenne, deux fois plus d'insectes utiles que l'on retrouve sur les bandes fleuries que sur les zones engazonnées tondues et 1,5 fois plus que sur les zones engazonnées non tondues. Sur ces dernières, les proportions d'auxiliaires peuvent rarement mais ponctuellement être équivalentes à celles observées sur les bandes fleuries. Aucune différence marquée d'attractivité n'a été observée entre les deux types de bandes fleuries testées (80% de graminées et 20% d'espèces florales ou 100% d'espèces florales).

Evolution et attractivité d'une bande fleurie

La bande fleurie, mise en place sur deux sites, est composée de 20 espèces de fleurs sauvages annuelles, bisannuelles et vivaces (Ecossem « verger intégré »). Son suivi, pendant 3 ans, montre que les espèces végétales dominantes évoluent au cours du temps (Tableau 4.1).

TABLEAU 4.1 : EVOLUTION DES ESPÈCES VÉGÉTALES DANS LA BANDE FLEURIE SITUÉE SUR LE SITE DE LA FREDON (ECOSEM : « VERGER INTÉGRÉ »)

Année	Espèces dominantes
2009 (semis)	bleuet (<i>Centaurea cyanus</i>), centauree des prés, (<i>Centaurea thuillieri</i>), carotte sauvage (<i>Daucus carota</i>), coquelicot (<i>Papaver rhoeas</i>), senecion vulgaire (<i>Senecio vulgare</i>), laiterson sp (<i>Sonchus sp</i>)
2010	Achillée mille-feuille (<i>Achillea millefolium</i>), centauree des prés (<i>Centaurea thuillieri</i>), carotte sauvage (<i>Daucus carota</i>), grande marguerite (<i>Leucanthemum vulgare</i>)
2011	Achillée mille-feuille (<i>Achillea millefolium</i>), centauree des prés (<i>Centaurea thuillieri</i>), carotte sauvage (<i>Daucus carota</i>), grande marguerite (<i>Leucanthemum vulgare</i>), chicorée sauvage (<i>Cichorium intybus</i>), millepertuis commun (<i>Hypericum perforatum</i>)

Par ailleurs, le suivi de la bande fleurie démontre que sa capacité à attirer les auxiliaires utiles à la lutte contre le puceron cendré est réelle et se maintient dans le temps (Tableau 4.2).

TABLEAU 4.2 : NOMBRE TOTAL D'AUXILIAIRES UTILES RETROUVÉS DANS LA BANDE FLEURIE, SITUÉE SUR LE SITE DE LA FREDON

Année	Période d'observation	Nombre total cumulé d'auxiliaires*	Pic de prélèvement
2009	20/07-10/09	859	10/08 (204 auxiliaires)
2010	18/06-9/08	1429	9/08 (477 auxiliaires)
2011	27/06-25/08	1018	1/08 (484 auxiliaires)

*(2 min d'aspiration sur 6 prélèvements)

A travers les relevés d'entomofaune réalisés sur les bandes fleuries, de part et d'autre de la frontière, tous les ordres d'auxiliaires utiles à la lutte contre les pucerons cendrés sont identifiés.

Un ordre est majoritaire, les Hyménoptères qui à eux seuls représentent 55% des auxiliaires présents pendant ces 3 ans (Tableau 4.3). Leur présence peut varier du simple au triple (2010-2011). Les causes de cet écart ne sont pas identifiées, les hypothèses de l'effet année ou de l'évolution des espèces végétales dans la bande fleurie sont envisagées.

TABLEAU 4.3 : EVOLUTION DES PROPORTIONS D'ORDRES D'AUXILIAIRES RETROUVÉS DANS LA BANDE FLEURIE DURANT 3 ANS (EN%).

	Hyménoptères	Coléoptères	Diptères	Dermatoptères	Hétéroptères	Névroptères	Arachnides	Thysanoptères
2009	44	9	8	0	15	13	5	6
2010	89	2	<1	<1	-	<1	8	<1
2011	32	14	27	0	8	1	18	0
Moyenne	55	8	12	<1	8	5	10	2

Evaluation de l'effet de la Bande fleurie sur le contrôle du puceron cendré



Nos observations montrent que plus les arbres sont à proximité de la bande fleurie, plus ils accueillent d'auxiliaires : 6 fois plus sur les arbres situés sur la bande fleurie que ceux situés à 10 mètres de celle-ci. Au-delà de 10 m d'éloignement de la bande, les paramètres extérieurs (haies, flore spontanée) influent davantage les populations d'auxiliaires que la bande fleurie elle-même.

Identification des types d'auxiliaires responsables du contrôle du puceron cendré

Afin d'identifier les types d'insectes auxiliaires actifs contre le puceron, trois modalités ont été testées :

- Pommier avec filet protecteur d'insectes,
- Pommier sans filet
- Pommier avec filet la nuit.

En fonction des 3 modalités appliquées aux pommiers des différences significatives de ravageurs et d'auxiliaires sont observées (Tableau 4.4).

TABLEAU 4.4 : INFLUENCE DU FILET SUR LE NIVEAU DE COLONISATION DES ARBRES PAR LES AUXILIAIRES ET SUR LA PÉRIODE DE DISPARITION DU RAVAGEUR.

Modalités	Arbres présentant des auxiliaires (en %)	Diminution du nombre de ravageurs à partir du
Pommier sans filet	57	24-juin
Pommier avec filet la nuit	40	24-juin
Pommier avec filet	3	14-juillet

La présence d'auxiliaires et la vitesse de disparition des ravageurs sont significativement influencées par la présence de filet, démontrant l'intérêt d'un environnement riche en insectes utiles. En outre, l'expérience a mis en évidence l'influence positive des insectes nocturnes, notamment des forficules (*Forficula aurea*), sur les modalités n'impliquant pas de filet la nuit.

Mise en place de la bande fleurie

- **CHOIX DES ESPÈCES**
Il est préférable de choisir des espèces pérennes, ayant une attractivité importante pour les auxiliaires (pourcentage élevé d'espèces florales), un taux de recouvrement suffisant et demandant un entretien réduit.
- **PRÉPARATION DU SOL**
Pour une bonne implantation, il est nécessaire de préparer le sol. Il est recommandé de réaliser un faux-semis voir deux avant de semer la bande fleurie. Ainsi, les premières adventices concurrentes au développement de certaines espèces seront éliminées.
- **SEMIS**
Les semis pourront être réalisés préférentiellement en automne mais également fin mars-début avril. Mais attention certaines espèces peuvent être sensibles au gel printanier. La densité de semis est d'environ 2 à 5 gr/m² selon les mélanges. Il est également conseillé d'ajouter deux tiers de sable au volume de graines, pour faciliter le semis. Celui-ci doit être suivi d'un arrosage si la période est sèche.

Néanmoins, l'implantation d'une bande fleurie reste plus difficile qu'une simple bande engazonnée. En effet, la difficulté réside dans la capacité des espèces florales à se développer lorsque la période de semis est sèche et que la compétition avec les adventices précoces est présente. Il peut donc être intéressant, à défaut de l'implantation de bandes fleuries, de laisser la flore spontanée se développer par endroit.

Reconnaitre les principaux auxiliaires du puceron

COLÉOPTÈRES			NÉVROPTÈRES		
Coccinelles			Carabes	Chrysopes	Hémérobès
					
<i>Adalia bipunctata</i>	<i>Coccinella septempunctata</i>	<i>Propylea quatuordecimpunctata</i>	<i>Poecilus cupreus</i>	<i>Chrysopa sp.</i>	<i>Hemerobius sp.</i>
30 à 60 pucerons/jour			-	30 à 40 pucerons/jour	
Présents d'avril à juillet			Présents d'avril à août	Présents d'avril à septembre	

DIPTÈRES		DERMAPTÈRES	INSECTES PARASITOÏDES	
Syrphes	Cécidomyiles	Forficules	Hyménoptères	
				
<i>Syrphus sp.</i>	<i>Aphidoletes aphimyza</i>	<i>Forficula sp.</i>	<i>Aphidius sp.</i>	
40-70 pucerons/jour	7-20 pucerons/jour	3-8 pucerons/jour	-	
Présents d'avril à septembre		Présents de mai à septembre	Présents d'avril à août	

HÉTÉROPTÈRES				
Anthocorides			Mirides	
				
<i>Anthocoris nemorum</i>	<i>Anthocoris nemoralis</i>	<i>Orius sp.</i>	<i>Deraeocoris ruber</i>	<i>Heterotoma micropterum</i>
5 à 10 pucerons/jour			10 pucerons/jour	
Présents d'avril à octobre			Présents de juin à octobre	



Chrysopa sp.

Gestion de la tavelure du pommier

En Belgique et dans le nord de la France, le climat généralement froid et humide au printemps est propice aux infections de tavelure (*Venturia inaequalis*) qui peuvent compromettre la récolte des variétés cultivées qui sont pour la plupart très sensibles.

Les feuilles infectées jaunissent, se dessèchent et chutent prématurément. Sur les fruits, les contaminations induisent des taches brun foncé et des déformations.



Tavelure sur fruits cv. 'Pinova'

Comprendre la maladie - Sa principale alliée : l'eau

Le champignon passe l'hiver sous forme de périthèces dans les feuilles mortes de pommier accumulées sur le sol (Fig. 5.1).

Dès le printemps, s'en échappent des ascospores (inoculum primaire), qui sous l'effet de la pluie, sont projetées sur les feuilles. Les pommiers sont sensibles dès l'apparition d'organes verts. (stade C-C3).

La réussite d'une contamination est subordonnée à la présence d'un film d'eau pendant un certain laps de temps, variable selon la température (courbes de Mills).

Ces conditions réunies, la spore pourra continuer à germer à la surface de la feuille jusqu'à ce que le mycélium puisse finalement pénétrer sous l'épiderme. Après quelques jours d'incubation, les premiers symptômes font leur apparition. Les surfaces infectées produisent à leur tour de nouvelles spores, appelées les conidies (inoculum secondaire), qui sont des sources potentielles de nouvelles contaminations.

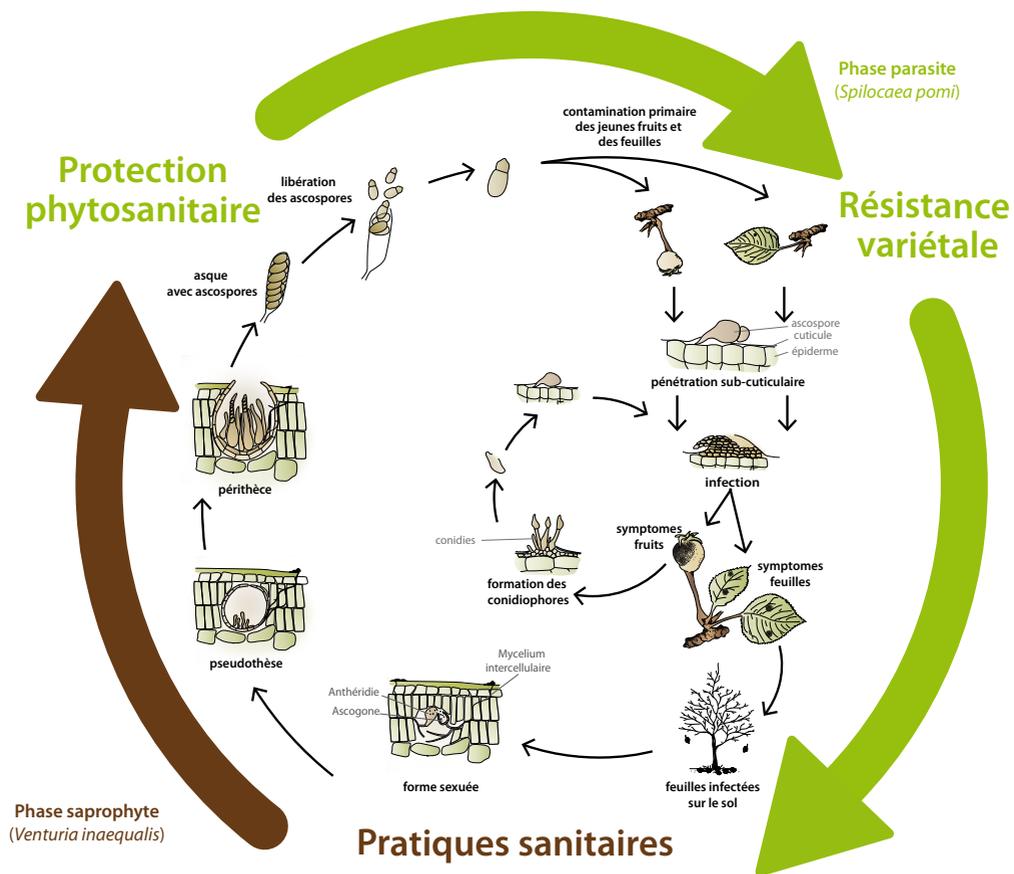


Fig. 5.1 : Le cycle de vie de la tavelure est strictement lié au cycle de vie du pommier. Les trois approches possibles de rupture de ce cycle sont (1) l'utilisation de variétés moins sensibles, (2) les pratiques sanitaires visant à réduire en automne l'inoculum primaire présent au verger dans la litière de feuilles de pommier et (3) la protection phytosanitaire au printemps.



Pratiques sanitaires : des références transfrontalières

→ Objectif

Evaluer l'effet de la réduction de l'inoculum primaire présent dans la litière de feuilles de pommiers tombées au sol en automne sur le développement de la tavelure en verger biologique.

MATÉRIEL ET MÉTHODES : 3 modalités sont expérimentées en automne 2009 (Fig. 5.2 et 5.3) : andainage + broyage des feuilles au sol (B), ramassage des feuilles + enfouissement des feuilles restantes (R), témoin sans intervention (T).

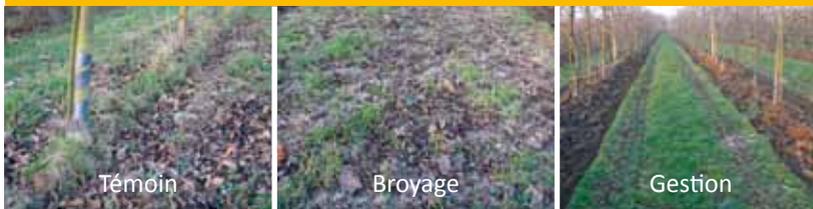


Fig. 5.2 : Les 3 modalités de gestion des feuilles au sol



Fig. 5.3 : Capteurs de spores types ROTOROD placés dans le verger. Les barrettes engluées sont observées au microscope pour le comptage des spores après chaque pluie (3 répétitions/modalité).

→ Résultats

Par rapport aux parcelles témoin (T), une réduction de 75% des vols d'ascospores est enregistrée en 2010 sur les parcelles 'R' et l'incidence de tavelure sur fruits est réduite de 72% (Fig. 5.4 et 5.5).

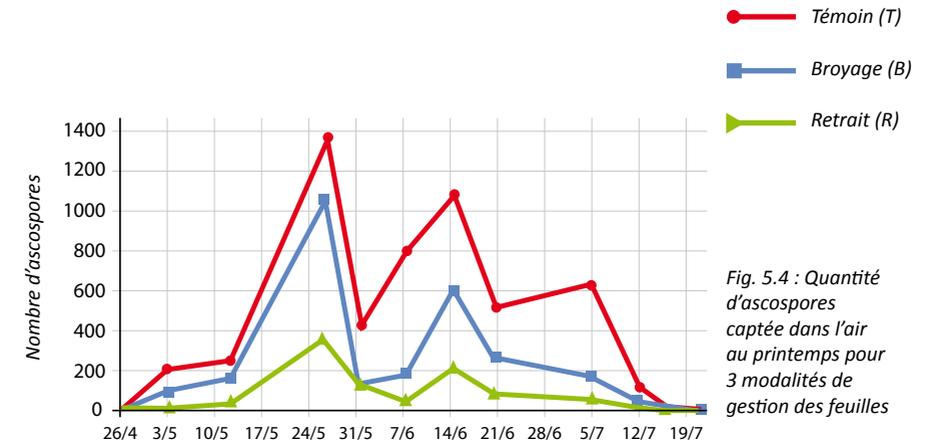


Fig. 5.4 : Quantité d'ascospores captée dans l'air au printemps pour 3 modalités de gestion des feuilles

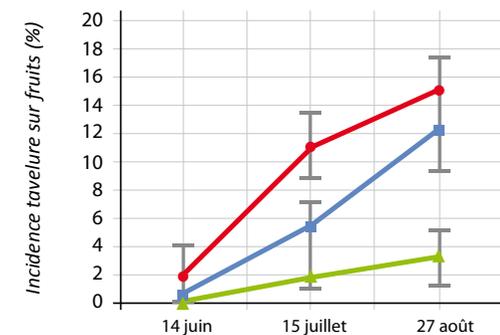


Fig. 5.5 : Incidence de la tavelure sur les fruits (cv. 'Initial') pour 3 modalités de gestion des feuilles

→ Conclusion

Les pratiques sanitaires automnales qui visent à réduire l'inoculum primaire présent dans la litière de feuilles tombées au sol, réduisent significativement les infections de tavelure. Il en découle une réduction possible des traitements fongicides en verger, surtout en début et fin de saison d'infection primaire.

Traiter pendant la phase de contamination

Bien positionner ses traitements est la clé pour à la fois bien maîtriser la tavelure et diminuer l'usage de produits de protection. Puisque pour germer le champignon a besoin d'un film d'eau (Fig. 5.7), la protection phytosanitaire doit être ajustée aux conditions pédoclimatiques définies si possible au niveau du verger. Pour cela deux outils sont essentiels : (1) une station météo qui enregistre les données localement heure par heure (Fig. 5.6) et (2) un modèle de simulation des infections qui analyse les données météo enregistrées (Fig. 5.9). Assurer une protection efficace vis-à-vis des contaminations primaires est toujours, la clé de la réussite et ce qui permet de limiter au maximum les interventions pendant l'été.



Fig. 5.6 : Une station météorologique située dans le verger permet de connaître heure par heure les conditions climatiques favorables à l'apparition d'infections. Ces conditions climatiques peuvent être très différentes d'un verger à l'autre.

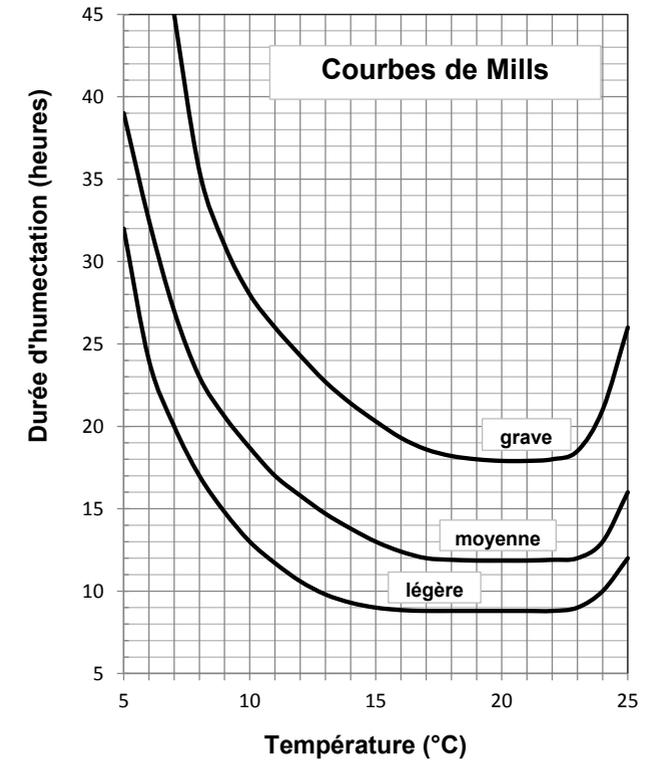


Fig. 5.7 : Les courbes de Mills expriment la durée d'humectation minimale nécessaire et requise pour provoquer une infection légère, moyenne ou forte par les ascospores de tavelure, dans le cas de variétés sensibles soumises à une forte pression d'infection.

La durée d'humectation du feuillage peut être mesurée par un ou plusieurs capteurs d'humectation placés autour de la station météo au sein même de la canopée. Par exemple, à 10°C, suite à une pluie infectieuse, un feuillage mouillé pendant 12,5 h (125 DH), correspond aux conditions minimales requises pour induire une infection légère par des ascospores (infection primaire). Si la durée d'humectation du feuillage n'atteint pas cette valeur, il est inutile de traiter contre la maladie. Par contre, à partir de 125 DH d'humectation, même si le feuillage sèche par la suite, une partie des ascospores aura reçu une humectation suffisante pour se développer jusqu'au stade de pénétration à l'intérieur de la feuille, qui a lieu majoritairement à 320 DH. A ce stade le champignon devient insensible aux produits de contact. Pour des conidies (infection secondaire), la durée d'humectation minimale nécessaire pour provoquer une infection légère est supérieure d'environ 30 DH (+3h) par rapport aux ascospores de printemps, soit au total, 155 DH. La germination des spores de tavelure a lieu de 0,5°C à 32°C, avec un optimum à 17°C.

Que signifie un degré-heure (DH)

DÉFINITION : Le degré-heure est le produit de la température moyenne horaire par le nombre d'heures comptées ($DH = T^{\circ} \times H$)

POURQUOI : La vitesse des processus biologiques est fonction de la température ambiante, il faut donc en tenir compte dans l'estimation du temps nécessaire à l'accomplissement de ces processus.

EXEMPLES : S'il faut 320 DH pour qu'une spore germe et pénètre dans une feuille alors :

- à 10°C il faut 32 h pour atteindre 320 DH
- à 15°C il faut 21,3 h pour atteindre 320 DH
- à 20°C, il faut 16 h pour atteindre 320 DH



Stratégie « durant-germination » : une stratégie particulièrement bien adaptée à l'agriculture biologique

Pour se protéger des maladies en culture biologique on dispose de certaines substances d'origine naturelle (règlement CE 889/2008), mais ces substances n'ont qu'un potentiel restreint de pénétration et d'action à l'intérieur des tissus foliaires. Il y a deux conséquences à cela :

- ces substances, dites de « contact », agissent essentiellement à la surface des feuilles lorsque le champignon pathogène y est présent et qu'elles sont en contact direct avec lui. Une fois le champignon passé sous la cuticule, à l'intérieur de la plante, elles deviennent inefficaces (pas d'effet curatif).
- ces substances restant à la surface des feuilles, sont facilement lessivables par les pluies.

Pour être la plus efficace possible, la protection doit donc être faite pendant le laps de temps qui correspond à la phase de germination, qui a lieu à la surface des feuilles. Cette phase de germination dure 320 DH, comptés à partir du début d'une pluie infectieuse (Fig. 5.8). Elle correspond à la période de sensibilité maximale du champignon, on a donc intérêt à appliquer la protection endéans cette période de 320 DH.

Les traitements préventifs, quant à eux, peuvent se révéler inutiles si l'infection ne se déclare pas et doivent être recommencés si la pluie lessive le produit. Il est donc préférable de les éviter.

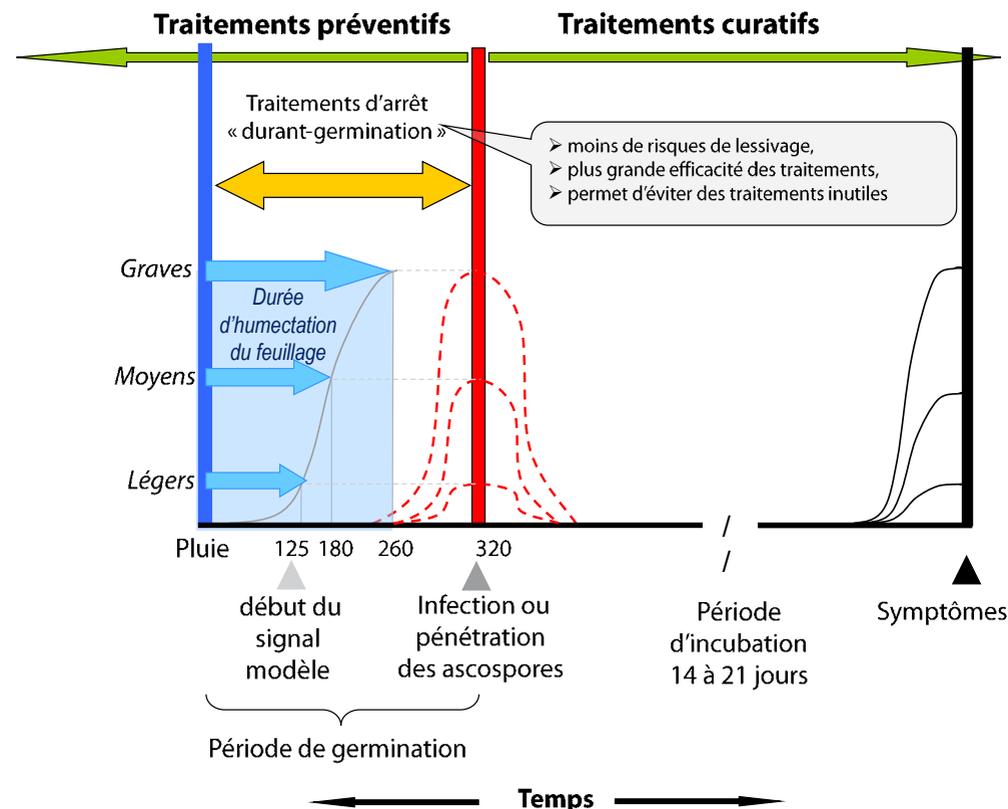


Fig. 5.8 : Représentation schématique de la stratégie durant-germination qui définit le positionnement optimum des traitements (de 125 à 320 DH après pluie infectieuse) et précisément adapté à l'AB. Elle met en relation les durées minimum d'humectation du feuillage (conditions de Mills), le démarrage de la courbe d'infection définie par le modèle et l'infection proprement dite c'est-à-dire le passage sous cuticule du champignon qui a lieu vers 320 DH.

Avantages des modèles de simulation des infections de tavelure:

Les modèles utilisés comme outil d'aide à la décision intègrent simultanément de nombreux paramètres biologiques et agro-météorologiques locaux y compris prévisionnels, pour fournir heure par heure, une information claire et précise au producteur ou décideur :

- effet de la lumière sur la projection des ascospores (projections diurnes),
- effet de la température et de l'humectation sur la proportion d'ascospores projetées,
- blocage de la maturation des ascospores sur les périodes sèches au printemps,
- dégradation des feuilles au sol qui influe sur le stock d'ascospores disponibles,
- survie des ascospores ou conidies pendant leurs germinations (interruptions d'humectation),
- conditions d'humectation minimum nécessaires pour l'infection par les ascospores et les conidies sur les feuilles et les fruits (Mills, Schwabe),
- vitesse de maturation des ascospores (New Hampshire ou autres),
- fongicides appliqués et la dégradation ou lessivage progressif de ceux-ci.

Les valeurs des seuils de sensibilité et de maturation des spores (introduites par défaut) sont modulables, ce qui permet à l'utilisateur d'adapter le modèle à sa réalité biologique (saisons, situations géographiques, ...). Pour cela, le soutien d'un organisme d'encadrement régional compétent est conseillé.

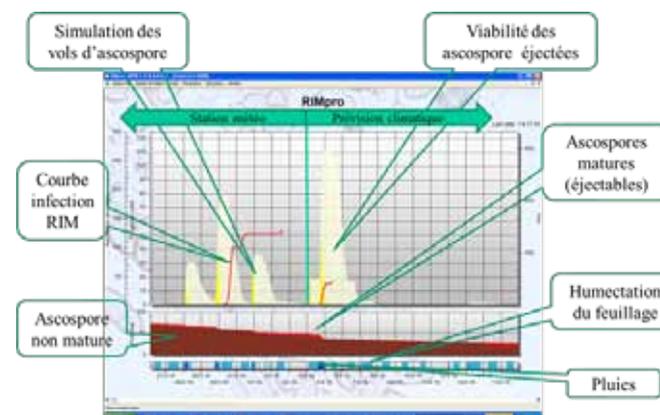


Fig. 5.9 : Présentation de l'interface RIMpro, comme exemple de modèle de simulation des infections tavelure pouvant être utilisé comme outil d'aide à la décision.

Des résultats probants

Un essai pluriannuel mené en Production Biologique à Gembloux démontre que l'application de la stratégie de protection durant la phase de germination permet une très bonne gestion de la tavelure avec un maximum de dix traitements fongicides par saison (Tableau 5.1).

TABLEAU 5.1: EFFET DE LA PROTECTION VIS-À-VIS DE LA TAVELURE APPLIQUÉE EN STRATÉGIE «DURANT-INFECTION» SUR LA SÉVÉRITÉ GLOBALE DE TAVELURE EN JUILLET ET LES RENDEMENTS, DE 2008 À 2011 DANS LE VERGER EXPÉRIMENTAL TRANSFRONTALIER.

Année	Modalité	Nombre de traitement annuel	Variétés							
			Pinova		Topaz (Vf)		Pirouette		R. Capucins	
			Sév. tav.	kg/ arbre ⁴	Sév. tav.	kg/ arbre	Sév. tav.	kg/ arbre	Sév. tav.	kg/ arbre
2008	Témoin ¹	0	8,5 ³	18	3,8	19	5,5	14	2,0	12
	Bio ²	9	1,8	36	1,1	34	1,2	23	0,0	25
2009	Témoin	0	7,9	11	6,5	25	5,2	23	1,8	24
	Bio	10	1,5	27	1,1	35	1,1	32	0,0	28
2010	Bio	7	1,1	39	1,1	28	1,0	28	1,0	31
2011	Bio	5	1,0	40	1,0	35	1,0	42	1,0	42

¹ les parcelles Témoin 'non traité' ont été maintenues jusqu'en 2009

² usage de substances à base de cuivre et de soufre mouillable exclusivement

³ échelle 1-9 où 1 = pas de symptôme, 9 = maximum de feuilles et fruits tavelés, moyenne de 36 arbres (6 rép)

⁴ La densité de plantation = 1900 arbres/ha dans les blocs expérimentaux

Cette méthode est expérimentée depuis 2004 à Gembloux et est appliquée, depuis 2010, dans plusieurs vergers professionnels de la zone transfrontalière. La méthode est aussi efficace sur des variétés très sensibles. Les essais montrent cependant que l'usage de variétés moins sensibles, peut nettement contribuer à faciliter la réussite d'une protection efficace avec un minimum de traitement (Fig. 5.10).

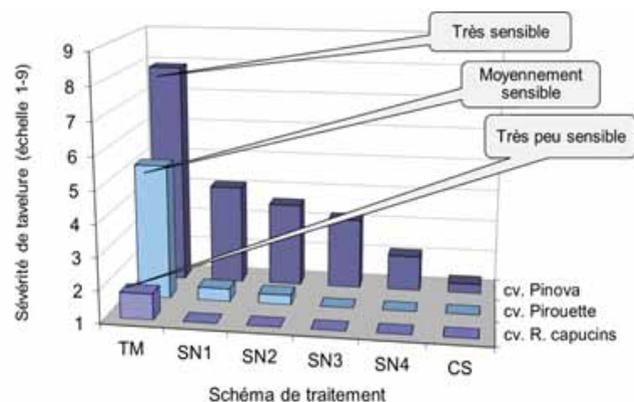


Fig. 5.10 : Impact de la sensibilité variétale sur l'efficacité des schémas de traitement vis-à-vis de la tavelure en 2009 à Gembloux. Dix traitements ont été appliqués en stratégie « durant-germination ». Les schémas à base de substances alternatives d'origine naturelle (SN1, SN2, SN3, SN4) sont efficaces sur les variétés moins sensibles mais non sur la variété sensible. TM = Témoin eau, CS = cuivre et soufre mouillable.

→ Conclusions

Si de nouvelles approches ouvrent de nouvelles perspectives en matière de gestion de la tavelure, elles impliquent l'usage d'outils précis et un suivi des parcelles à échelle locale et individuelle. Le réseau de stations individuelles s'étend dans toute la zone, ce qui devrait faciliter la progression de la protection vis-à-vis de cette maladie sur l'ensemble des deux versants du bassin transfrontalier.



Ravageurs émergents des vergers

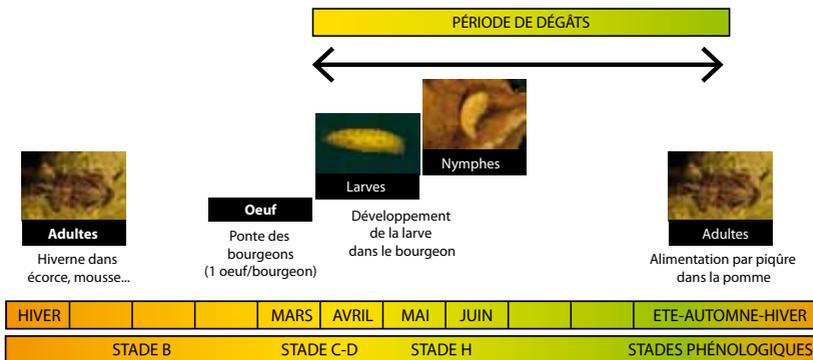
La diminution du spectre d'action des produits phytosanitaires dans la région transfrontalière favorise la faune auxiliaire mais également l'émergence de certains ravageurs tels que l'anthonome et l'hoplocampe, devenant préoccupants pour les producteurs en agriculture biologique, n'ayant aucun produit homologué.

L'anthonome du pommier (*Anthonomus pomorum*)

→ Description et biologie

L'anthonome du pommier est un charançon à tête prolongée par un rostre et aux antennes coudées. L'adulte, brun noirâtre mesure 4 à 5 mm de longueur. Sur la face dorsale, il possède une bande transversale blanchâtre en forme de V et un point blanc entre le thorax et les élytres. La larve blanche à tête noire, d'environ 8 mm, est apode. La nymphe jaune pâle de 4 à 5 mm, est proche de la morphologie de l'adulte.

FIG. 6.1 : CYCLE DE DÉVELOPPEMENT DE L'ANTHONOME DU POMMIER



→ Les dégâts

Stade	Dégâts
Larve	Dévore l'intérieur des fleurs, celles-ci ne s'ouvrent pas et se dessèchent. Dégâts non localisés par foyers.
Adulte	Pique les pommes, occasionnant des symptômes dit en « clou de girofle » (Fig. 6.2).



Fig. 6.2 : Dégâts sur fleurs, caractéristiques de l'attaque d'anthonomes



Fig. 6.3 : Frappage

→ Evaluation des niveaux de populations

- **FRAPPAGE :**
Il consiste à frapper une branche 3 à 5 fois et à récupérer les insectes qui tombent à l'aide d'une bassine (Fig. 6.3). Cent frappages sont réalisés à raison de 2 frappages par arbre sur 50 arbres choisis au hasard du stade B à D. Il existe un seuil officiel de nuisibilité sur pommier de 30 adultes pour 100 frappages.
- **CONTRÔLE VISUEL :**
Il consiste à observer 100 bourgeons et à établir le pourcentage de bourgeons attaqués. Le seuil de nuisibilité est de 10% de bourgeons atteints.

→ Recherche de stratégies de lutte contre l'anthonome du pommier

Au cours des différentes années d'études (2000 à 2011), une forte variabilité saisonnière et annuelle du nombre d'anthonomes est observée en fonction des conditions climatiques. Ce constat montre l'importance d'un suivi régulier afin de cibler au mieux les périodes d'activité et ainsi de déterminer le stade optimal d'intervention.

Le seuil théorique de 30 individus pour 100 frappages jugé trop élevé, car rarement atteint, a été réévalué lors d'essais qui ont établi qu'une seule intervention positionnée au seuil de 10 adultes, semble être le meilleur compromis pour contrôler les populations au début de leur pic d'activité.

Étudiées à différentes températures, deux matières actives (spinosad, pyrèthre) et une matière fertilisante (engrais à base de bore associé à l'essence d'orange) manifestent un effet choc. La température est un facteur discriminant dans leur efficacité, il est important d'en tenir compte, lors de l'application.

Ces résultats sont à confirmer lors d'essais conduits en verger.

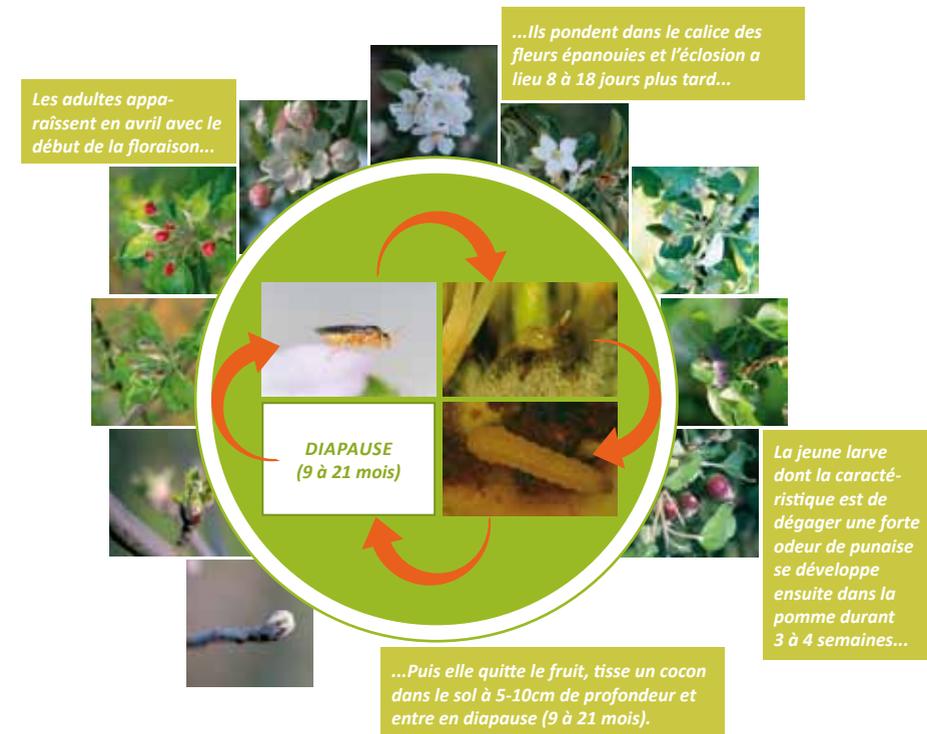


L'hoplocampe du pommier (*Hoplocampa testudinea*)

→ Description et biologie

L'hoplocampe du pommier adulte mesure 6 à 8 mm de long. Son corps noir brillant sur la face dorsale est jaune rougeâtre sur la face ventrale. Sa tête est jaune rougeâtre avec une tache noire centrale. L'œuf, d'environ 1 mm, est blanc translucide, brillant et allongé. A maturité, la larve mesure 12 à 14 mm.

FIG. 6.4 : CYCLE DE DÉVELOPPEMENT DE L'HOPLOCAMPE DU POMMIER



Le suivi des populations, réalisé dans le cadre du programme Trans-BioFruit, a permis de préciser la période de vol et son développement dans la zone transfrontalière. Ainsi, l'adulte est observé de début avril à fin mai et est majoritairement présent fin avril-début mai.

→ Les dégâts

	Dégâts	Photographies
Attaque primaire Après la chute des pétales (stades H et I)	Cicatrices superficielles et/ou fruits perforés et évidés, chute massive des jeunes fruits en post-floraison, forte dépréciation des fruits (pas de commercialisation possible)	
Attaques secondaires Nouaison (stade J)	Fruits perforés et évidés, nouvelles chutes de fruits (mai, début juin), déclasserment des fruits les moins atteints.	

→ Évaluation des niveaux de populations

Le **piège Rebell®** (Fig. 6.5) est la méthode de piégeage la plus efficace (3 fois plus de captures que sur plaque). Trois pièges sont à poser par hectare au stade bouton rose (E2) à 1,80 m de hauteur et au moins à 30 cm du feuillage, avec un piégeage recommandé par variété. Les travaux menés démontrent une plus forte attractivité des variétés dont le stade « pleine floraison » coïncide avec le pic de présence des ravageurs adultes (fin avril-début mai).



Les pièges sont retirés à la chute des pétales. Le seuil de nuisibilité des hoplocampes, est de 20 adultes capturés par piège **Rebell®** durant la période de floraison.

Fig. 6.5 : Piège de type **Rebell®** constitué de 2 plaques engluées blanches, entrecroisées.

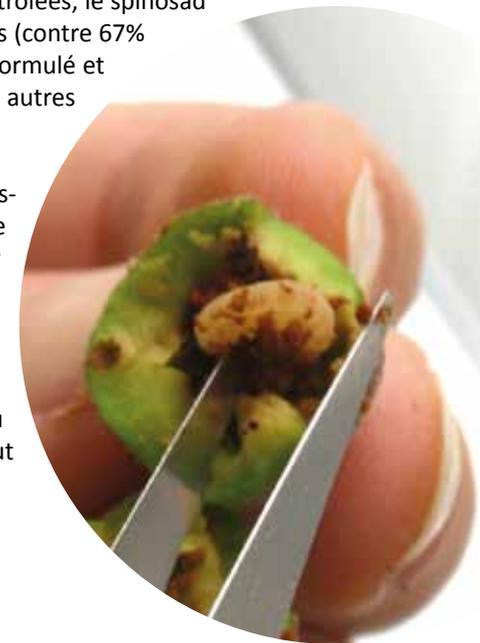
→ Recherche de stratégies de lutte en vergers de production biologique

Les travaux menés entre 2006 et 2010 démontrent l'intérêt de l'application d'une décoction de *Quassia amara* en deux fois, en début et fin de défloraison, si le seuil de 20 hoplocampes capturés par piège est atteint.

Entre 2009 et 2010, 14 substances ont été testées : savon potassique, huile de *Neem*, *Steinernema carpocapsae*, engrais à base de bore associé à de l'essence d'orange, spinosad, décoction de *Quassia amara*, *Quassia amara* formulé, *Heterorhabditis megidis*, *Bacillus thuringiensis*, *Steinernema feltiae* et des tisanes d'armoise, de menthe poivrée, de saule et de prêle.

Les essais montrent une efficacité très nette du spinosad. En effet, 48 h après traitement sous conditions contrôlées, le spinosad a entraîné la mort de toutes les larves (contre 67% de mortalité pour le *Quassia amara* formulé et moins de 44% de mortalité pour les autres substances).

Le *Quassia amara* paraît être la substance qui se positionne le mieux entre efficacité et adéquation avec le cahier des charges européen de la production biologique. Néanmoins, le *Quassia amara* n'étant pas inscrit à l'annexe II du Règlement (CE) 889/2008 portant modalités d'application du règlement (CE) no 834/2007, il ne peut être employé en tant qu'insecticide.



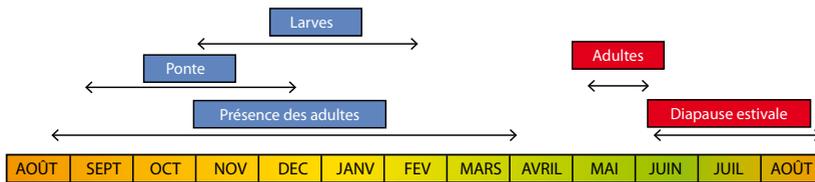
L'anthonome du poirier (*Anthonomus pyri*)

→ Description et biologie



De la même taille que l'anthonome du pommier, il se distingue de ce dernier au stade adulte par sa couleur plus mat et plus rougeâtre et par une bande blanche transversale perpendiculaire à l'axe de son corps. Sa larve est légèrement plus petite (5 à 7 mm). Contrairement à l'anthonome du pommier, il est actif durant la saison hivernale (Fig. 6.6).

FIG. 6.6 : CYCLE DE DÉVELOPPEMENT DE L'ANTHONOME DU POIRIER



→ Dégâts



Les boutons floraux du poirier sont touchés par une seule larve, qui réalisera sa genèse aux dépens de l'inflorescence. Les bourgeons attaqués ne débourrent pas au printemps. Les attaques sont localisées par foyer dans le verger.

→ Evaluation des niveaux de populations

Identique à celle du pommier, il existe néanmoins deux différences : le seuil de nuisibilité au frappage est d'1 individu pour 100 frappages et le contrôle visuel se fait sur les bourgeons qui ne débourrent pas. Ces éléments acquis sur le versant Français, ont été transposés à l'ensemble du bassin transfrontalier.

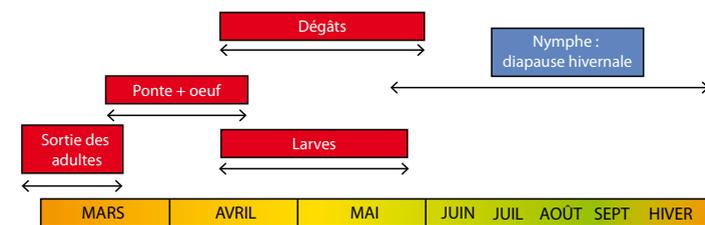
L'hoplocampe du poirier (*Hoplocampa brevis*)

→ Description et biologie



L'hoplocampe du poirier ressemble fortement à celui du pommier, à l'exception de sa plus petite taille aux stades adulte (4 à 5 mm) et larvaire (8 à 12 mm). Dans la région transfrontalière, il a été observé de mi-avril à fin mai.

FIG. 6.1 : CYCLE DE DÉVELOPPEMENT DE L'HOPLOCAMPE DU POIRIER



→ Dégâts

Les dégâts primaires et secondaires sont identiques à ceux de l'hoplocampe du pommier.

→ Evaluation des niveaux de population



La méthode d'évaluation du niveau de population est la même que pour l'hoplocampe du pommier (piège de type Rebell®), néanmoins, le seuil de nuisibilité n'est pas encore déterminé.

Le carpocapse : le « ver » de la pomme

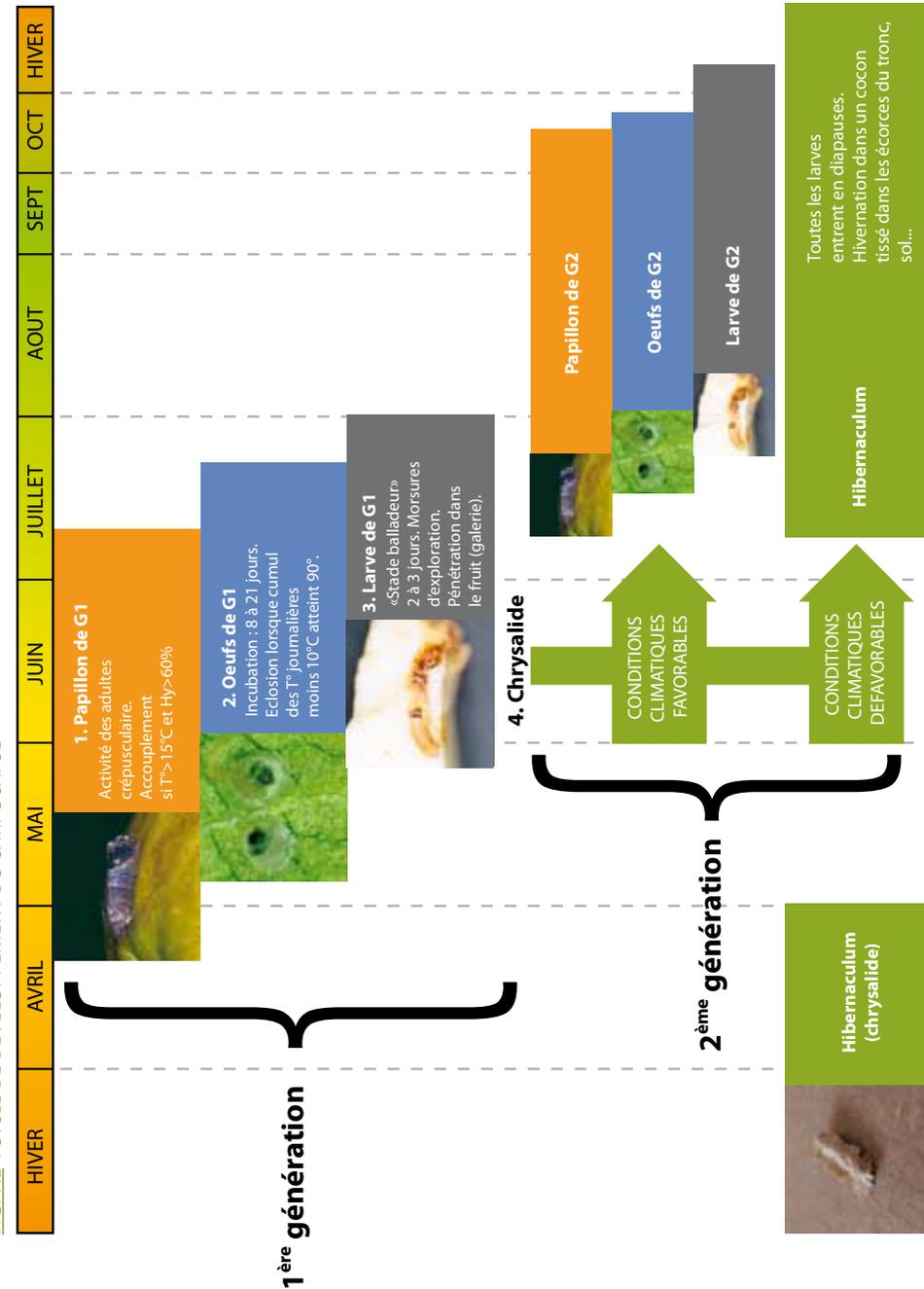
Le carpocapse des pommes et des poires (*Cydia pomonella*) est le principal ravageur des vergers. Chaque année, il est responsable de pertes importantes de fruits pouvant aller de 50 à 90% dans les situations les plus préoccupantes, notamment dans le sud de la France. Le bassin transfrontalier n'est pas indemne : à titre d'exemple, des niveaux d'attaque sur fruits allant jusque 12% ont été décelés, c'est dire l'enjeu d'une bonne connaissance du ravageur pour limiter son impact.

→ Description et biologie

Le carpocapse est un lépidoptère :

- **1. Le papillon** : il mesure 15 à 22 mm d'envergure.
Ailes antérieures : grisâtres et striées de fines lignes sombres. A leur extrémité, une tâche ovale brune bordée de deux liserés bruns dorés et brillants.
Ailes postérieures : brun cuivré.
- **2. L'œuf** : ovale, il mesure 1,3 mm de diamètre au maximum, en forme de lentille légèrement convexe.
Suite à la ponte, l'œuf est gris-jaunâtre à reflets opalescents. Au cours du développement, un anneau rouge orangé apparaît puis un point noir (tête) avant l'éclosion.
- **3. La chenille** : elle mesure environ 1,4 mm de long. Elle est blanchâtre avec une tête noire et possède une plaque thoracique brune. Elle atteint 18 à 20 mm en fin de développement, son corps est alors rose-chair.
- **4. La chrysalide** : longue de 9 à 10 mm, elle est de couleur variable, allant du jaune-brun au brun.

FIG. 7.1 : CYCLE DE DÉVELOPPEMENT DU CARPOCAPSE



→ Dégâts

Le carpocapse est une espèce strictement carpophage, c'est-à-dire s'attaquant aux pépins. Les dégâts sont engendrés par la larve du papillon afin de réaliser son développement.

Après quelques morsures d'exploration durant son « stade baladeur », elle pénètre dans le fruit. Le point d'insertion de la jeune chenille, se localise souvent au contact de deux fruits, d'un fruit et d'une feuille. Une zone rongée (brun rouge) peut alors y être observée, suivie d'une galerie en spirale, prolongée par une galerie aboutissant directement aux pépins, dévorés par la larve.

Les excréments produits par les chenilles sont refoulés dans les galeries creusées (Fig. 7.4) et émergent à l'extérieur du fruit, au niveau du point de pénétration sous la forme de petites masses brunâtres (Fig. 7.3).



Fig. 7.2 : Galerie creusée par la larve dévorant les pépins



Fig. 7.3 : Signe extérieur de la présence du carpocapse

Les excréments favorisent par la suite le développement de champignons et de bactéries.

La consommation des pépins par la chenille dans le fruit entraîne une chute prématurée de celui-ci.

→ Evaluation des niveaux de populations

Les parcelles doivent être suivies afin de déterminer le début de l'activité du ravageur. Le but étant de définir les périodes à hauts risques et de juger de l'intérêt d'une éventuelle protection. Différentes méthodes de contrôles sont possibles et sont décrites ci-après.

Le piégeage sexuel à phéromone (Fig. 7.4) est un point incontournable à ne pas négliger. Il permet, grâce à la mise en place de capsules contenant des phéromones de synthèse, de capturer les papillons afin de définir leur période de vol et les périodes à risques d'attaques significatives.



Fig. 7.4 : Piège à phéromone

La pose de ces pièges doit se faire pendant la première quinzaine d'avril au plus tard. Un piège permet d'évaluer dans le bassin transfrontalier, la situation d'une surface maximale de 4 ha. Il se positionne entre 1,5 et 2 mètres de hauteur. Pour que l'évaluation (Tableau 7.1) soit efficace, il est recommandé de changer les capsules tous les 4 à 6 semaines, selon les conditions climatiques.

TABLEAU 7.1 : LE TABLEAU CI-DESSOUS INDIQUE LES SEUILS DE NUISIBILITÉ EN FONCTION DE LA SURFACE DU VERGER DANS LA ZONE TRANSFRONTALIÈRE :

Surface couverte par un piège	Nombre de papillons capturés en 7 jours
1 ha	3
2 ha	4
3 ha	5
4 ha	6



Fig. 7.5 : Bande piège

Les bandes pièges permettent de capturer les larves hivernantes (Fig. 7.5). Après la chute des fruits, les larves vont rejoindre le tronc et ses infractuosités pour y réaliser leur cocon. La bande piège sera alors un refuge artificiel où s'établissent les larves pour y passer l'hiver.

- **MISE EN PLACE :**
En juillet, poser environ 30 bandes/ha sur les troncs au plus près du bourrelet de greffe, sans contact avec le sol et les retirer à la fin de l'automne.
- **SEUIL DE NUISIBILITÉ :**
La population est considérée faible lorsque le nombre moyen de larves par bande est inférieur à 1. Dans la zone transfrontalière, au-delà du seuil de trois larves, la population et les dégâts sont significatifs.

Le contrôle visuel permet d'estimer le nombre de fruits attaqués par le ravageur.

- **RÉALISATION :**
En cours de saison jusqu'à la récolte, dénombrer le nombre de fruits piqués sur 1000 fruits (chapelets de 20 fruits par arbre sur 50 arbres).
- **SEUIL DE NUISIBILITÉ :**
Si 5 fruits sont piqués en juin, le risque de dégâts à la récolte est estimé 4 fois plus élevé.

→ Stratégies de protection

PROTECTION PRÉVENTIVE

- Récolter et exporter tous les fruits piqués hors du verger au moment de l'éclaircissage et à la récolte.
- Éviter la mise en place trop précoce en verger des palox en bois (préférer le plastique) car ils sont d'importants réservoirs de carpocapse.
- Éliminer les bois morts (souches d'arrachages), ils sont également des zones refuges et de recolonisation.
- Pour les petites surfaces : mettre des bandes pièges sur tous les arbres permet d'éliminer un maximum de larves hivernantes. Ajouter également des pièges à phéromones afin de capturer les papillons mâles durant leurs vols.
- Favoriser les populations d'auxiliaires (oiseaux, insectes, parasitoïdes) en implantant haies, bandes fleuries et nichoirs autour et/ou dans les vergers.

PROTECTION DIRECTE

Si les protections préventives ne sont pas suffisantes et que la pression du ravageur est importante, d'autres recours sont possibles. Grâce au suivi de population, il est possible d'intervenir sur les périodes à haut risque.

INTERVENTION AU STADE CHENILLE :

Un biopesticide (virus de la granulose du carpocapse) peut être utilisé. C'est un agent pathogène naturel et spécifique du carpocapse. Les granules viraux sont pulvérisés directement sur l'arbre et les fruits. Les chenilles mangent les fruits et ingèrent les particules virales qui se multiplient et entraînent un arrêt de l'alimentation des larves qui meurent.

S'agissant d'un organisme vivant, son application demande une bonne corrélation avec les périodes d'éclosions. D'autres organismes naturels ou spécialités plus généralistes peuvent également être utilisés comme le *Bacillus thuringiensis*, et le spinosad.

L'éclosion des oeufs apparaît dès que le cumul des températures (T°) journalières sous abri atteint 90°jour :

$\sum (T^\circ\text{mini} + T^\circ\text{maxi}/2) - 10^\circ > 90^\circ\text{C}$. La viabilité des oeufs est nulle 21 jours après la ponte.

→ Confusion sexuelle

PRINCIPE

Les phéromones utilisées pour la lutte par confusion sexuelle sont des substances volatiles qui interviennent dans la reconnaissance entre les papillons mâles et femelles au cours de l'accouplement. Ce sont des répliques synthétiques des phéromones produites par les femelles. L'apport de phéromones de synthèse dans l'atmosphère de la parcelle désoriente le papillon mâle, empêche l'accouplement et permet ainsi de rompre le cycle du ravageur avant l'apparition du stade nuisible.

MISE EN OEUVRE

Cette méthode est utilisée dans un grand nombre de vergers. Elle est très efficace, si le seuil de nuisibilité n'est pas trop fort (< 1% de dégâts à la récolte précédente). Si le seuil est supérieur à 1%, une protection complémentaire sur les périodes à hauts risques est recommandée.



Fig. 7.6 : Diffuseur pour confusion sexuelle

La pose des diffuseurs (Fig. 7.6) est réalisée pour la zone transfrontalière avant le début du premier vol, au cours de la première **quinzaine d'avril**. La répartition des diffuseurs se fait sur le **tiers supérieur des arbres** pour une efficacité maximale. Selon le type de diffuseurs, une densité allant de 25 à 1000 à l'hectare est nécessaire, en 1 ou 2 poses. Spécifique et durable, la confusion sexuelle exclut un impact sur la faune auxiliaire et l'apparition de résistance. Sa mise en œuvre nécessite une bonne évaluation technique préalable pour garantir son efficacité (Fig. 7.7).

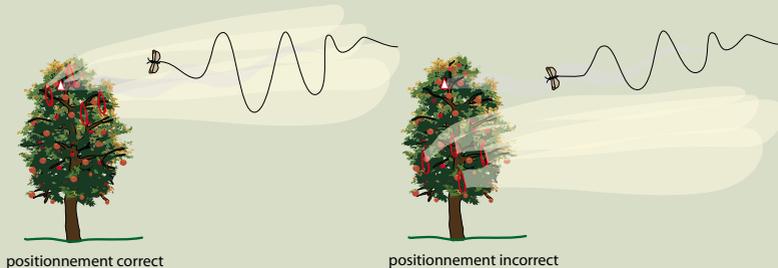
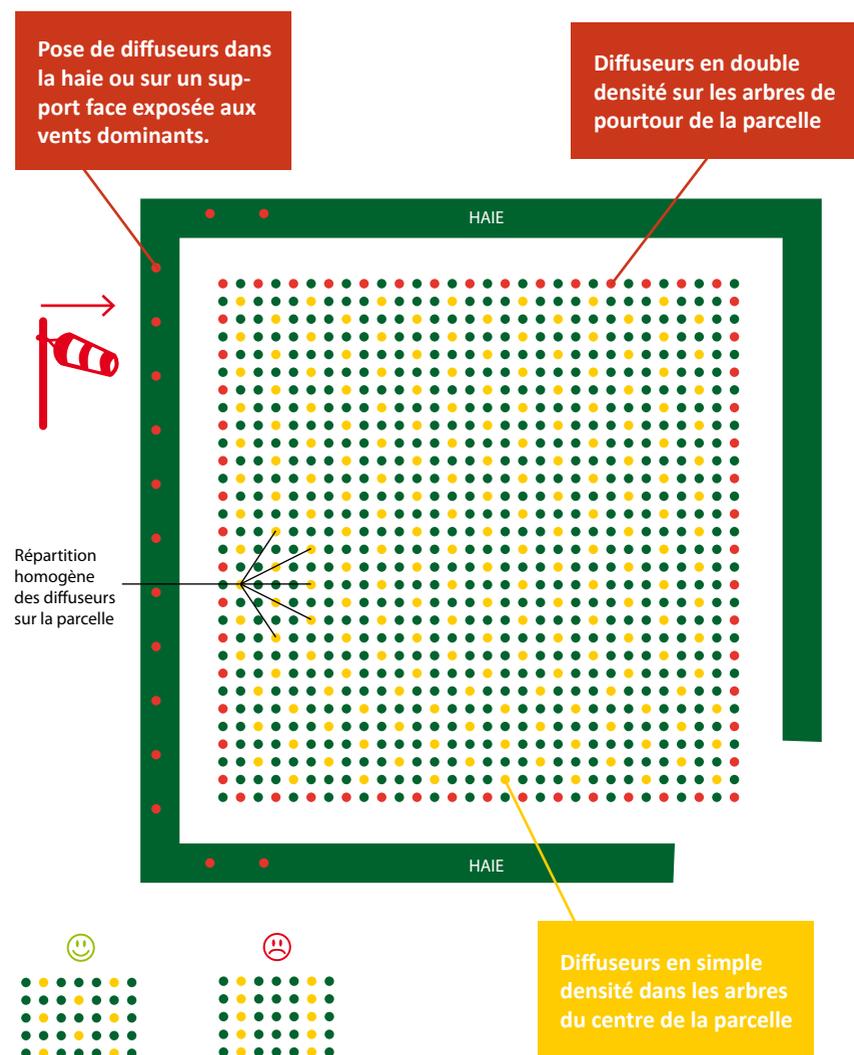


FIG. 7.7 : RECOMMANDATIONS TECHNIQUES ÉLÉMENTAIRES À L'INSTALLATION DE LA CONFUSION SEXUELLE



Conclusion

Un savoir qui n'est pas partagé est perdu... ou du moins ne sert pas à grand chose ! C'est cet esprit qui a conduit l'équipe TransBioFruit à vous proposer cet ouvrage. Diffuser, communiquer les résultats est une étape importante qui fait partie intégrante du travail de recherche car elle suscite de nouveaux échanges, de nouvelles rencontres qui ouvrent de nouvelles perspectives.

L'étape suivante, encore plus valorisante, est l'appropriation et l'application des résultats par les praticiens. Là encore, les partenaires sont présents et peuvent vous apporter leurs compétences lors de formations ou de salons par exemple.

Cet ouvrage est un outil, il peut vous accompagner dans vos réflexions, dans vos choix, dans vos actes. Il vous présente des solutions issues de la collaboration de toute une filière au-delà des frontières.

Notre « grand témoin » s'exclame : « je ne comprends pas que tous les producteurs ne soient pas en bio !... ». Souhaitons, pour le moins, que l'usage que vous ferez de cet ouvrage contribuera à la production de fruits BIOLOGIQUES !

L'équipe TransBioFruit.

Glossaire

Acrotonie : Capacité et tendance à ramifier à l'extrémité des organes (tronc, branches).

Alternance : tendance naturelle de certaines variétés à ne pas pouvoir fleurir ni fructifier tous les ans (généralement un an sur deux).

Anticipé : Se dit d'un rameau se développant la même année que la tige porteuse.

Apode : absence de pattes.

Aptère : dépourvu d'ailes.

Arcure : ployage naturel ou artificiel des branches fruitières en dessous de l'horizontale.

Basitonie : Capacité et tendance à ramifier à la base des organes (tronc, branche).

Biopesticide : organisme, substance ou préparation permettant de lutter contre des organismes nuisibles et dont le principe actif est constitué par des organismes vivants ou des produits de leur métabolisme.

Brindille couronnée : rameau court (max 20 cm) portant un bouton à fleurs à son extrémité.

Carpophage : individu se nourrissant de fruits.

Coursonne : Rameau court dévolu à la fructification.

Crosse : Terme familier pour indiquer que la branche fruitière à mauvais angle continue de grossir en section et prend trop de place dans la canopée (par ex. cime en forme de « parapluie »).

Décoction : méthode d'extraction végétale (principes actifs et/ou arômes) par dissolution dans l'eau bouillante.

DH : degré-heure (voir définition en encart dans le chapitre « tavelure »).

Diapause : suspension du métabolisme au cours de l'évolution de l'œuf, de la larve, de la nymphe ou de l'imago.

Entomofaune : partie de la faune constituée par les insectes.

Extinction : dépérissement naturel ou suppression artificielle de coursonnes ou boutons floraux.

Hibernaculum : cocon dense tissé par la chenille à son complet développement en fin d'été ou en automne, sous l'écorce ou dans le sol, et dans laquelle elle va hiverner.

Nymphose : passage au stade nymphe, intermédiaire entre le stade larvaire et le stade imago.

Phéromones : substances chimiques émises par un grand nombre d'animaux pour provoquer des comportements spécifiques chez ses congénères.

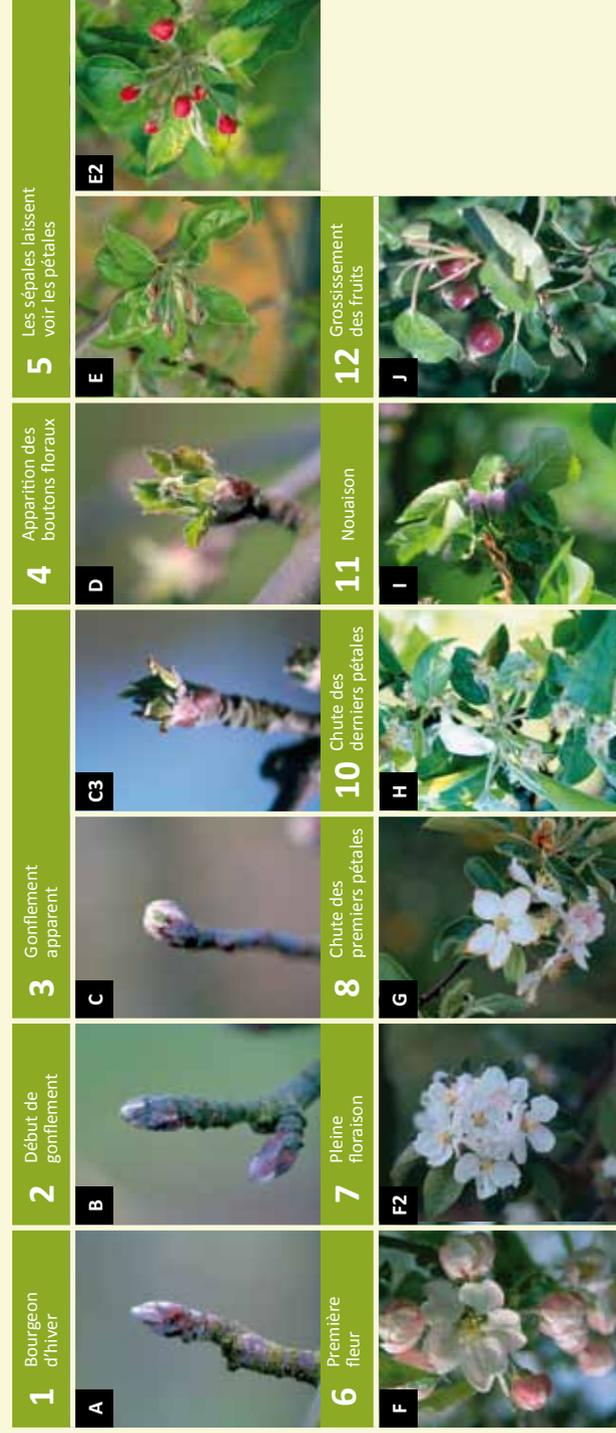
Réitération : pousse ou gourmand vertical en général proche du tronc.

Verticille : Croissance de plusieurs rameaux au même point proche de l'apex.



Document issu de travaux réalisés par la FREDON Nord-Pas de Calais dans le cadre de ses actions propres.

Stades phénologiques du pommier



Crédit photographique FREDON Nord-Pas de Calais

Stades phénologiques du poirier



Crédit photographique FREDON Nord-Pas de Calais

Pour en savoir plus

Alter Agri 110, revue éditée par l'ITAB, Nov-Déc. 2011

BALACHOWSKY A.S., 1963 – *Entomologie appliquée à l'agriculture. Tome I : Coléoptères.* Masson et Cie. 564pages.

BALACHOWSKY A.S., 1966 – *Torticoidea Laspeyresia pomonella Entomologie appliquée à l'agriculture: tome II-lépidoptères. Premier volume.* Masson et Cie. 1057 pages. p 660-685.

BONNEMAISON L., 1962 – *les ennemis animaux des plantes cultivées et des forêts. Volume 2. Ed. sep, Paris, p 200-204.*

CHOUINARD et al., 2000 – *Guide d'identification des ravageurs du pommier et leurs ennemis naturels.*

ITAB-GRAB, *Guide technique « Produire des fruits en agriculture biologique », Deuxième édition 2010*

LESPINASSE J.M. et LETERME E., « *De la taille à la conduite des arbres fruitiers* » Editions du Rouergue, 326 pp

REBOULET J.N., 1999 – *les auxiliaires entomophages. ACTA, 136 pages.*

SITES INTERNET :

- Fredon Nord Pas de Calais
www.fredon-ndpc.com
- CPBio asbl
www.cebio.be
- Gabnor
www.gabnor.org
- FiBL
www.fibl.org/fr
- CRA-W
www.cra.wallonie.be

Editeur responsable :

Yannick Przeslo, GABNOR, Le Paradis, F-59133 Phalempin

Conception, illustration, infographie :

AFD : www.afd-ld.org

Crédit photographique et prise de vue :

CPBio, CRA-W, Fredon NPDC, GABNOR

Impression :

Joh Enschedé/Van Muysenwinkel nv/sa,
Rue du Bon Pasteur, 50.54, 1140 Bruxelles

DÉPÔT LÉGAL JANVIER 2013

Tout droits de traduction, d'adaptation et de reproduction, par tous procédés, y compris la photocopie et le microfilm, réservés pour tous pays.

Vous êtes professionnels de l'arboriculture ?

Ce livre vous est destiné.

Il vous propose une synthèse des références professionnelles utilisables en agriculture biologique. Il est aussi utile pour réduire les intrants et optimiser le rendement. Les amateurs éclairés y trouveront également des conseils pertinents.

Nous sommes dans un bassin pédo-climatique réunissant deux pays, situés entre deux zones de production (Hollande-Flandres et Sud de la Loire) et deux cultures (germaniques et latines). Cet ouvrage vient se placer en référence et en réponse à vos problématiques spécifiques (tavelure, taille, biodiversité, sélection variétale, gestion des sols, ravageurs émergents, carpocapse, ...).

L'équipe TransBioFruit



Les résultats présentés dans le présent livre sont valides en conditions expérimentales et n'ont pas valeur de préconisation.