

→ 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>), laiteron 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	Hémérobes	
					
<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.

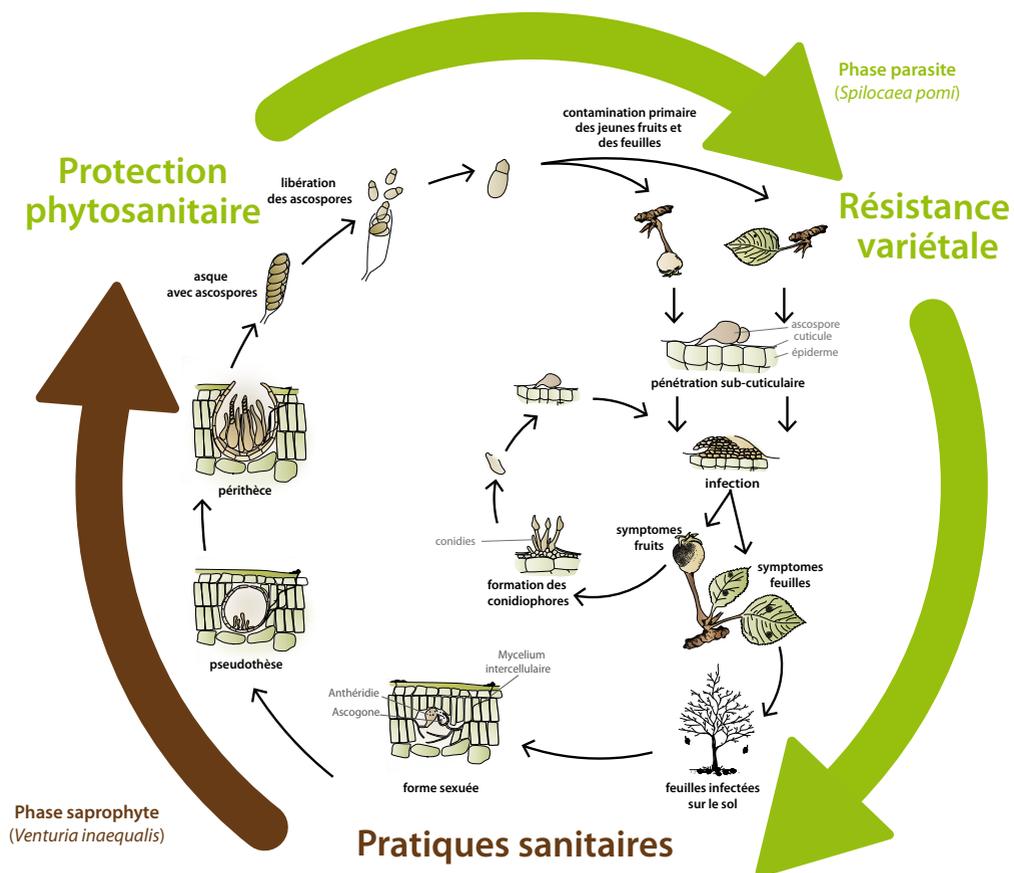


Fig. 5.1 : Le cycle de vie de la tavelure est strictement lié au cycle de vie du pommier. Les trois approches possibles de rupture de ce cycle sont (1) l'utilisation de variétés moins sensibles, (2) les pratiques sanitaires visant à réduire en automne l'inoculum primaire présent au verger dans la litière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

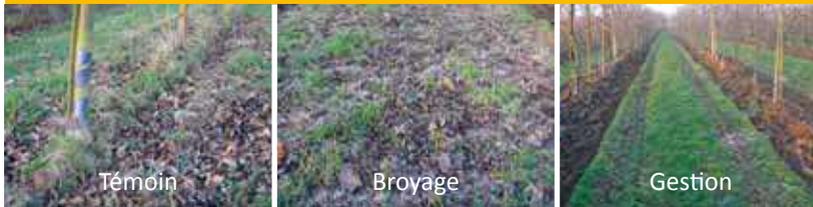


Fig. 5.2 : Les 3 modalités de gestion des feuilles au sol



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).

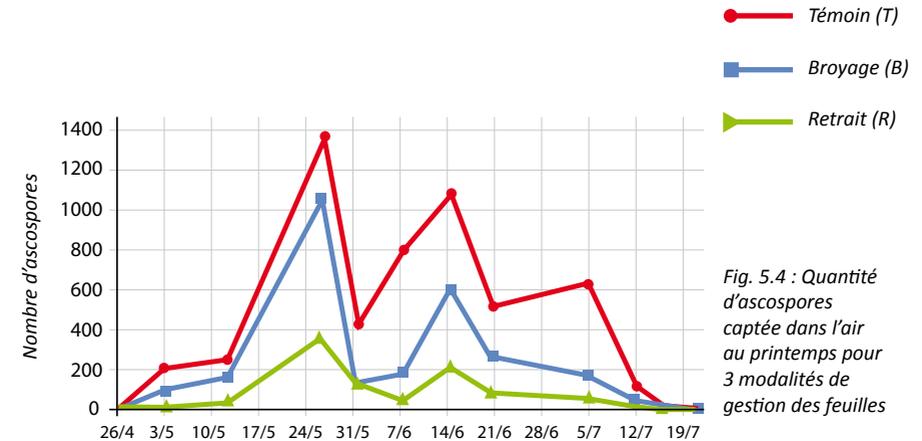


Fig. 5.4 : Quantité d'ascospores captée dans l'air au printemps pour 3 modalités de gestion des feuilles

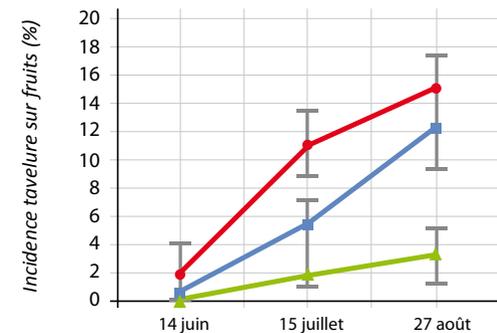


Fig. 5.5 : Incidence de la tavelure sur les fruits (cv. 'Initial') pour 3 modalités de gestion des feuilles

→ 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.

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

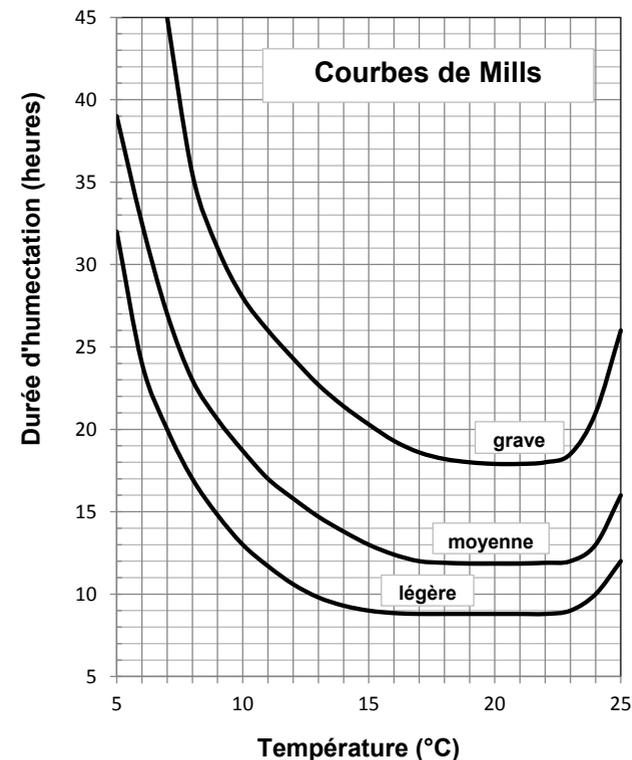


Fig. 5.7 : Les courbes de Mills expriment la durée d'humectation minimale nécessaire et requise pour provoquer une infection légère, moyenne ou forte par les ascospores de tavelure, dans le cas de variétés sensibles soumises à une forte pression d'infection.

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.



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.

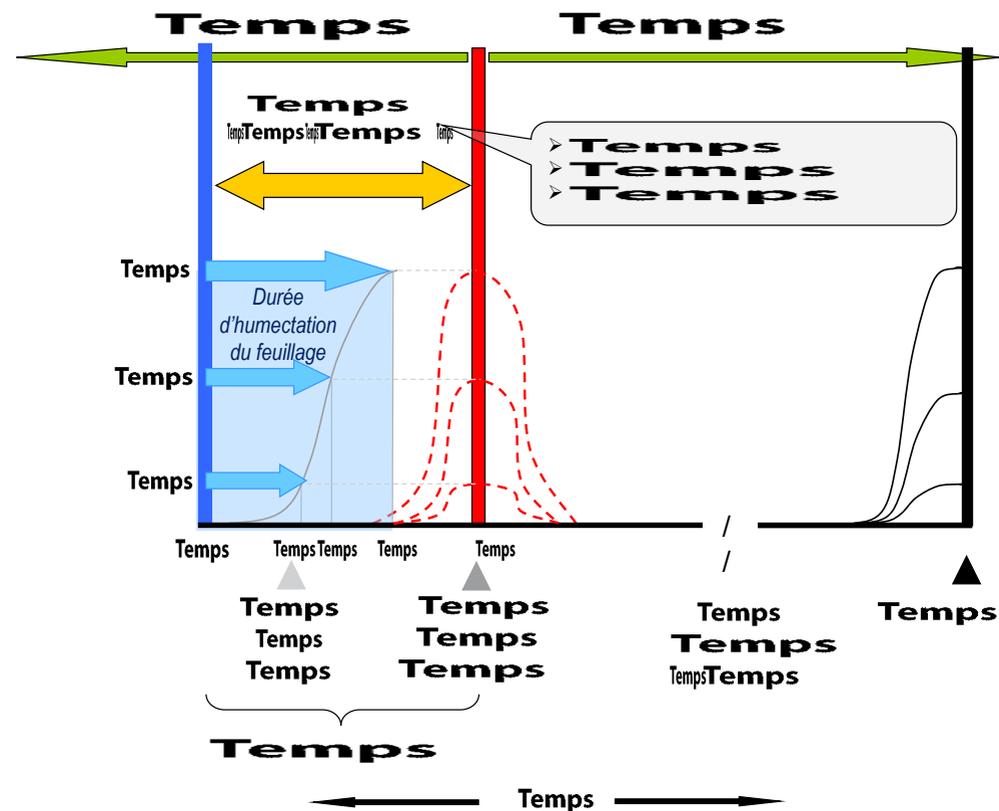


Fig. 5.8 : Représentation schématique de la stratégie durant-germination qui définit le positionnement optimum des traitements (de 125 à 320 DH après pluie infectieuse) et précisément adapté à l'AB. Elle met en relation les durées minimum d'humectation du feuillage (conditions de Mills), le démarrage 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.

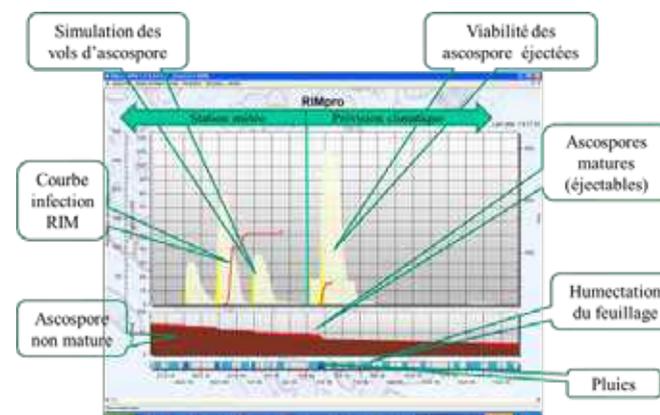


Fig. 5.9 : Présentation de l'interface RIMpro, comme exemple de modèle de simulation des infections tavelure pouvant être utilisé comme outil d'aide à la décision.

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).

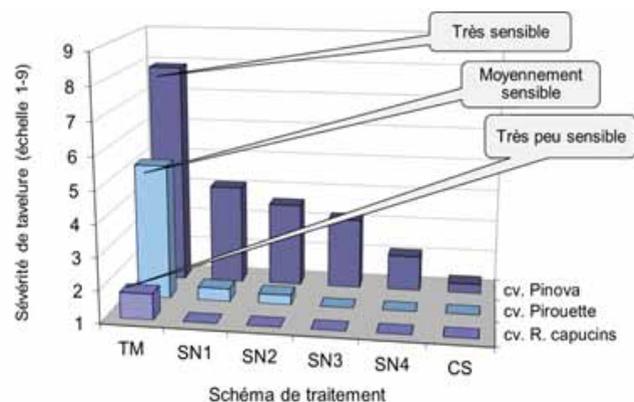


Fig. 5.10 : Impact de la sensibilité variétale sur l'efficacité des schémas de traitement vis-à-vis de la tavelure en 2009 à Gembloux. Dix traitements ont été appliqués en stratégie « durant-germination ». Les schémas à base de substances alternatives d'origine naturelle (SN1, SN2, SN3, SN4) sont efficaces 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

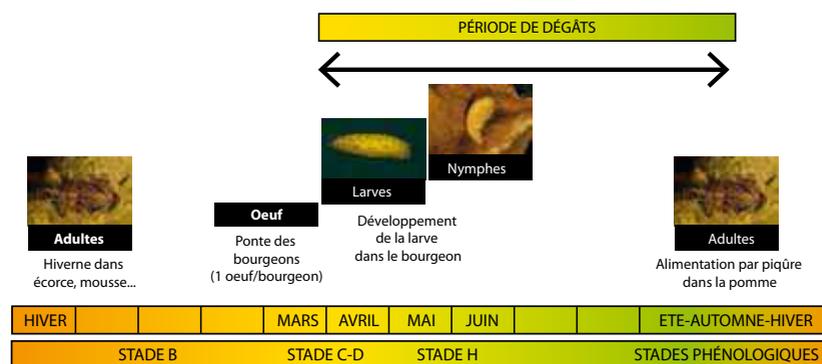
La diminution du spectre d'action des produits phytosanitaires dans la région transfrontalière favorise la faune auxiliaire mais également l'émergence de certains ravageurs tels que l'anthonome et l'hoplocampe, devenant préoccupants pour les producteurs en agriculture biologique, n'ayant aucun produit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

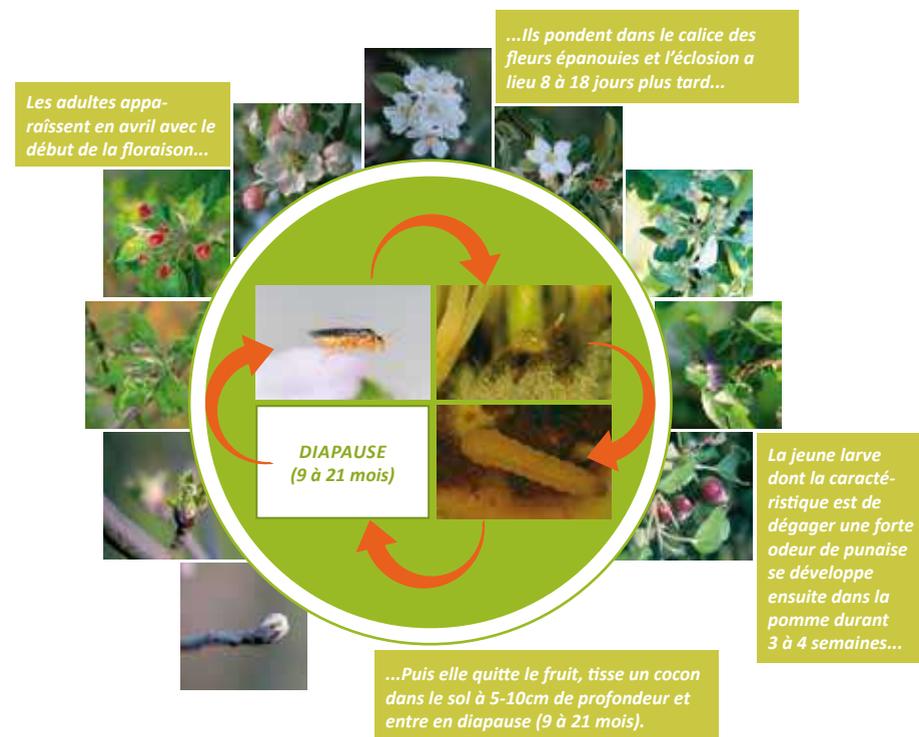


L'hoplocampe du pommier (*Hoplocampa testudinea*)

→ 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.

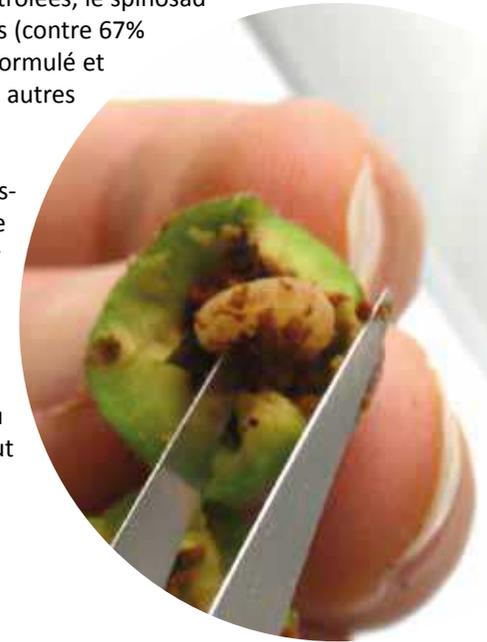
→ Recherche de stratégies de lutte en vergers de production biologique

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.



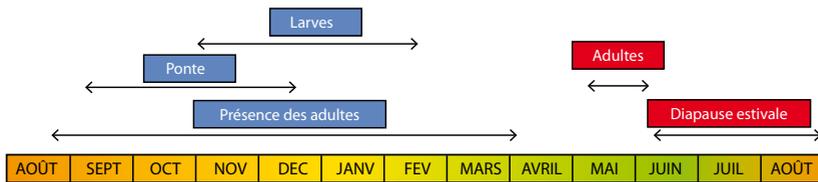
L'anthonome du poirier (*Anthonomus pyri*)

→ 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.

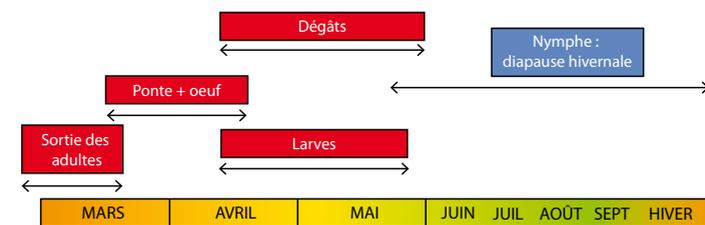
L'hoplocampe du poirier (*Hoplocampa brevis*)

→ 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

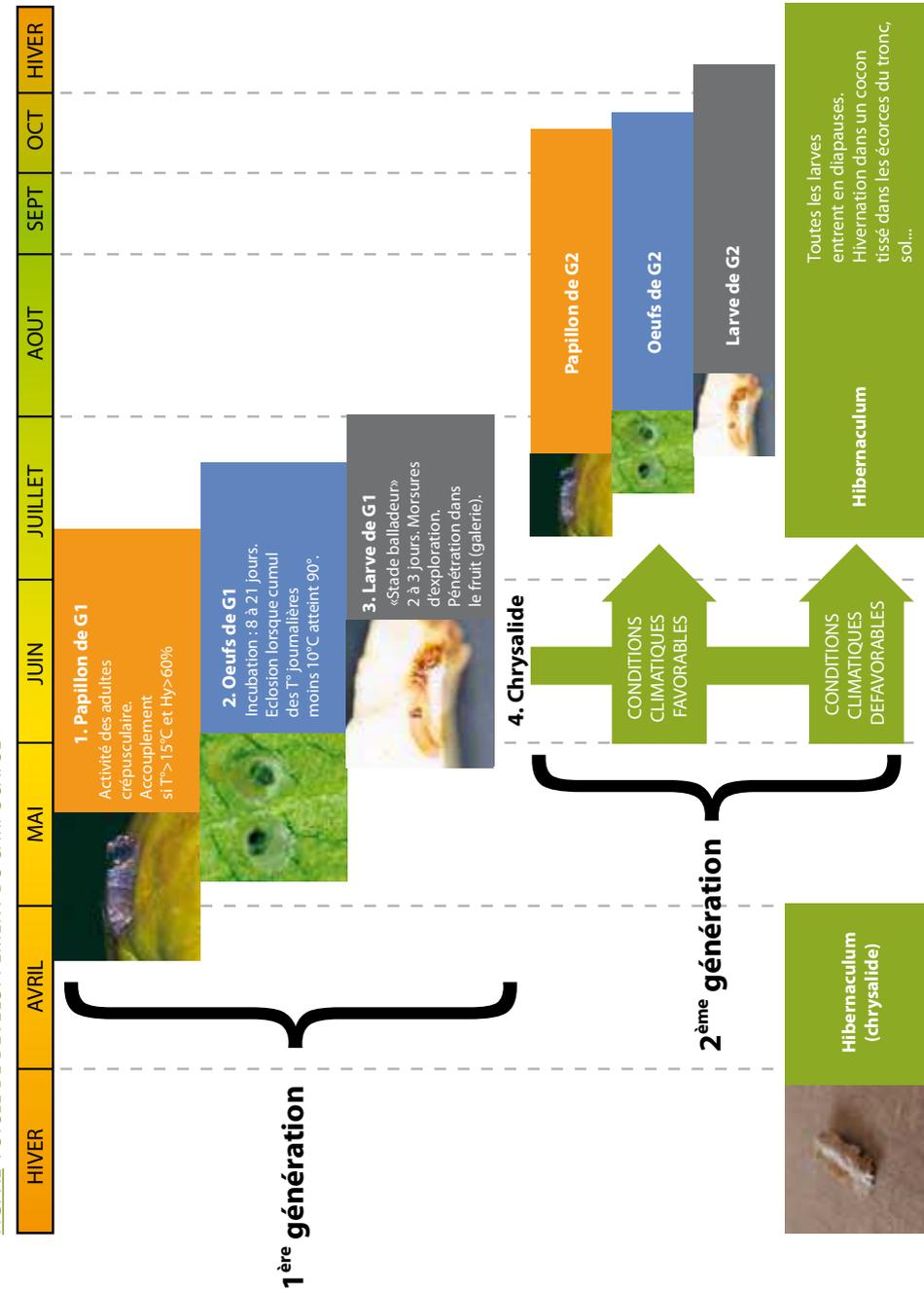
Le carpocapse des pommes et des poires (*Cydia pomonella*) est le principal ravageur des vergers. Chaque année, il est responsable de pertes importantes de fruits pouvant aller de 50 à 90% dans les situations les plus préoccupantes, notamment dans le sud de la France. Le bassin transfrontalier n'est 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).

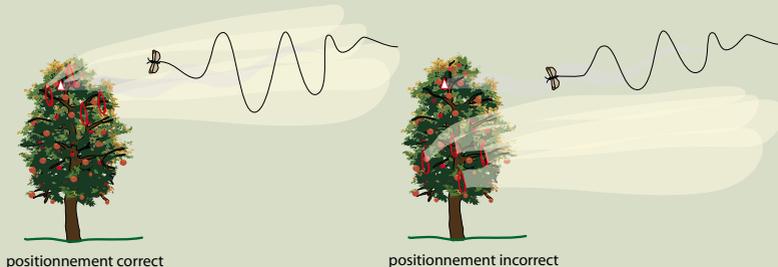
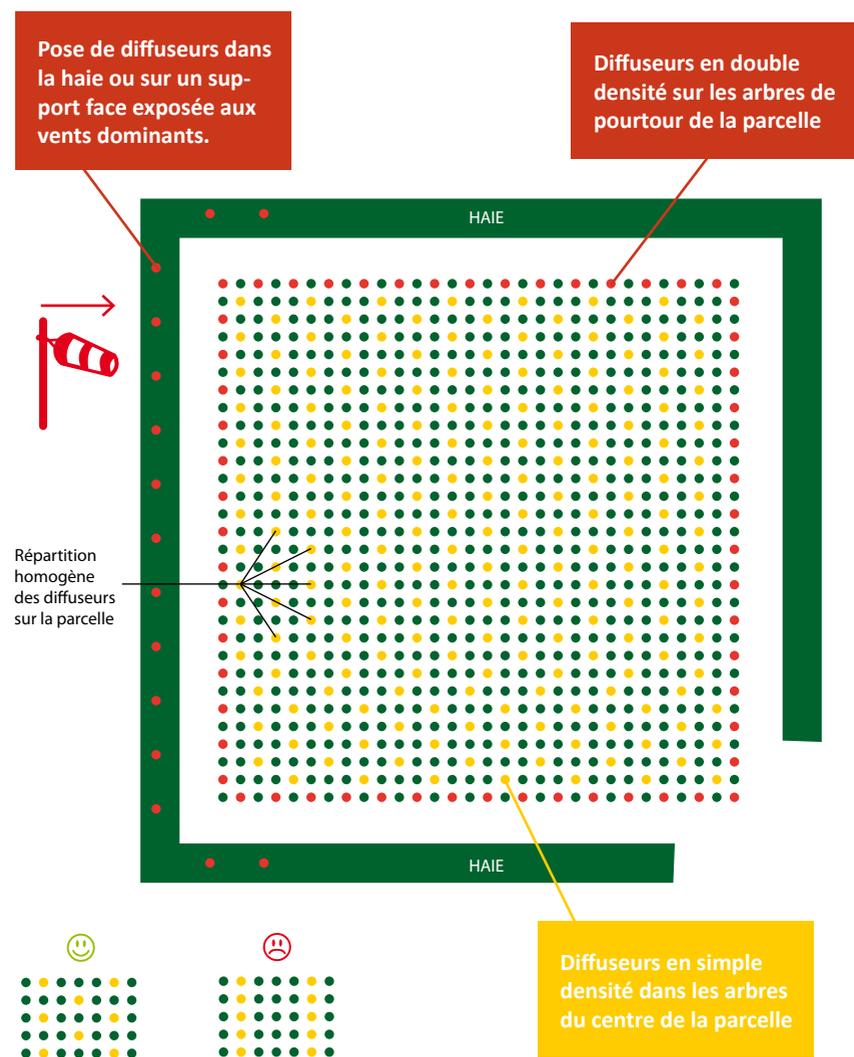


FIG. 7.7 : RECOMMANDATIONS TECHNIQUES ÉLÉMENTAIRES À L'INSTALLATION DE LA CONFUSION SEXUELLE



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

1 A	2 B	3 C	4 D	5 E
Bourgeon d'hiver	Début de gonflement	Gonflement apparent	Apparition des boutons floraux	Les sépales laissent voir les pétales
6 F	7 F2	8 G	10 H	11 I
Première fleur	Pleine floraison	Chute des premiers pétales	Chute des derniers pétales	Nouaison
12 J				
				Grossissement des fruits

Crédit photographique FREDON Nord-Pas de Calais

Stades phénologiques du poirier

1 A	2 B	3 C	4 D	5 E
Bourgeon d'hiver	Début de gonflement	Gonflement apparent	Apparition des boutons floraux	Les sépales laissent voir les pétales
6 F	7 F2	8 G	10 H	11 I
Première fleur	Pleine floraison	Chute des premiers pétales	Chute des derniers pétales	Nouaison
12 J				
				Grossissement des fruits

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.