

# Effets secondaires et conséquences sur la conduite du verger

Site d'enregistrements climatiques.

## Filets paragrêle

*Dans certaines zones de production de pommes, les contraintes climatiques et économiques rendent quasiment indispensable la couverture des vergers par des filets paragrêles. Ce choix technique engendre des effets secondaires sur le verger et la production. Il est nécessaire d'appréhender ces effets afin d'adapter l'itinéraire technique pour maintenir une production de qualité.*

Il est admis que l'utilisation de filets paragrêle modifie l'environnement du verger en général et plus particulièrement au niveau agroclimatiques : une perte de luminosité est souvent observée (diminution de l'intensité de l'éclairement), avec un accroissement de la part de rayonnement diffus. Ce phénomène est susceptible d'affecter l'activité de photosynthèse si l'éclairement du verger est limitant, freinant par la suite l'accumulation des sucres dans les

fruits ou la vitesse de coloration. Le microclimat thermique de la parcelle est souvent modifié par la pose de filets, en raison de la limitation des échanges radiatifs entre le couvert et l'atmosphère environnante. L'effet positif le plus connu est la limitation des risques de gel par rayonnement au printemps (gelée blanche). La limitation de l'évapotranspiration est un effet bénéfique qui résulte notamment de la diminution d'intensité du rayonnement sous les filets, ainsi

que de la limitation de l'effet du vent. Enfin le confinement créé par le filet est susceptible de modifier le comportement des insectes, tant en ce qui concerne les populations de ravageurs (lépidoptères par exemple) que le comportement des agents pollinisateurs. Des essais ont donc été conduits à partir de 1998 au Centre expérimental horticole de Marsillargues (CEHM, Hérault), afin d'évaluer l'intensité des effets agronomiques des filets en situation méditerranéenne, et de





- proposer des éléments d'itinéraire technique pour pallier les effets indésirables. Les résultats exposés ci-après sont une synthèse de ces essais.

## Les effets des filets sur la lumière

Le contexte méridional dans lequel ces essais ont été réalisés bénéficie d'excellentes conditions d'ensoleillement (1 500 à 2 000 microE/m-2 s-1). Dans des zones moins ensoleillées, une réduction de l'intensité lumineuse par des filets peut avoir des conséquences différentes. Il conviendra donc de ne pas extrapoler tous les résultats et observations présentés ici à des vergers plus septentrionaux.

Les tests de transmittance réalisés par le laboratoire de bioclimatologie de l'Inra Avignon ont démontré que les filets utilisés, tant noirs que blancs, réduisent l'intensité lumineuse transmise : environ 10 % pour le filet blanc et environ 20 % pour le noir. Ces mêmes tests ont également montré que le spectre lumineux n'était pas modifié pour autant. Les mesures en verger, sous filet noir au milieu du rang, révèlent une perte de 27 % d'intensité lumineuse à un mètre du sol. Cette différence est explicable par le chevauchement des filets au-dessus de l'entre-rang.

On notera à ce propos que certains travaux (Israël, France) lais-



Vue aérienne du site d'essai 1 et 2.

sent entrevoir des possibilités d'amélioration des paramètres de qualité (teneur en sucres, acidité...) par une filtration sélective de certaines longueurs d'ondes, ou par ré-émission depuis le sol (films réfléchissants).

## Les modifications du microclimat

En 2000 et 2001 des suivis microclimatiques ont été réalisés avec des enregistreurs autonomes (Hobo Temp, RH). En 2001 le laboratoire de bioclimatologie de l'Inra Avignon a réalisé des mesures d'ETP sous filet noir et des évaporomètres de Piche ont été posés sous et hors filets blancs.

Les suivis montrent peu ou pas d'influence du filet sur la température (températures moyennes inférieures de moins de 0,5° C sous filet noir).

L'hygrométrie est davantage influencée, notamment la nuit et sous filet noir, où l'on note des valeurs d'humidité relative supérieures de 2 à 4 % selon les périodes de l'année. Sous filet blanc la tendance est la même, mais atténuée. Les résultats de Marsillargues confortent les mesures réalisées sur d'autres sites.

Pour les mesures d'ETP, les enregistrements de l'Inra sont en cours de dépouillement. Les évaporomètres de Piche montrent d'ores et déjà une nette différence d'évaporation sous et hors filet blanc. Les jours de vent, les différences peuvent atteindre 18 % avec un surcroît de + 10,9 % d'évaporation en moyenne pendant le mois de juillet 2001 en l'absence de filet. La réduction du vent observée sous filet peut atteindre 20 % (Trillot, 1996).

L'effet de protection du filet durant les gels de faible importance au printemps (minimum mesuré - 2,5 °C) peut régulièrement être mis en évidence (effet d'écran s'opposant à la perte radiative du couvert). Malgré des résultats parfois significatifs (épisodes de gel des printemps 1998, 1999, et 2000), la protection contre le gel par les filets doit être considérée comme aléatoire pour des gelées plus importantes. Il convient donc, en secteurs sensibles, d'envisager des techniques plus sûres. L'aspersion sur frondaison classique ou la

## MÉTHODOLOGIE

Les études ont porté sur les variétés Granny Smith, Galaxy C.O.V. et Pink Lady® Cripps Pink C.O.V. selon une méthodologie définie dans le tableau 1.

Pour les essais 1 et 2, le dispositif est constitué de parcelles de 0,5 ha sur 7 rangs. Les filets (filets Benitex tissés, mailles de 3 x 7 mm, système élastique superposé) couvraient la moitié sud de ces parcelles en 1998 et 1999, et la moitié nord en 2000 et 2001.

Les essais 3, 4 et 5 ont été réalisés sur des parcelles de 0,26 ha sur 4 rangs. Les placettes observées ont été positionnées sur les deux rangs centraux (filets et montage identiques à ceux utilisés pour les essais 1 et 2).

Dans chacune des sous parcelles, quatre placettes de trois arbres homogènes en vigueur et en charge ont été récoltées séparément. Les différentes observations et mesures ont été réalisées sur des échantillons de 40 kg de fruits par placette et par passage de récolte.

Tous les fruits de l'échantillon ont été calibrés et notés individuellement pour les différents critères observés. Les mesures de régression de l'amidon, de fermeté, d'acidité et de teneur en sucres des jus ont été réalisées sur un échantillon de 45 fruits dans le calibre dominant.

TABLEAU 1

Variété	1998	1999	2000	2001
Granny Smith	Essai 1 Comparaison filet noir/ absence de filet	Essai 1 . Essai 3 Comparaison noir, blanc et absence de filet	Essai 1	Essai 1
Galaxy COV	Essai 2 Comparaison filet blanc/ absence de filet	Essai 2	Essai 2	Essai 2
Pink Lady®		Essai 4 Comparaison noir, blanc et absence de filet.	Essai 4 Charges hétérogènes, résultats inexploitable.	Essai 5 Comparaison filet noir, blanc, gris et absence de filet

SOURCE : CEHM.

TABLEAU 2

## SYNTHÈSE DES RÉSULTATS D'ANALYSES - MOYENNE DE QUATRE BLOCS

Modalités	Filet blanc/Galaxy C.O.V.			Filet noir/Granny-Smith		
	IR (% brix)	Acidité malique (g/l)	Fermeté (kg/cm <sup>2</sup> )	IR (% brix)	Acidité malique (g/l)	Fermeté (kg/cm <sup>2</sup> )
<b>1998</b> Filet	11,3	4,3	9,5	11,2	9,7	7,4
Témoin	11,7	4,4	10	12,7	11,3	8,2
<b>1999</b> Filet	11,2	3,4	7,5	10,1	7,2	6,9
Témoin	12	3,8	7,7	11,8	7,9	7,4
<b>2000</b> Filet	12,2	6	8,7	7,3	8,1	7,3
Témoin	12,4	5,7	8,7	7,9	9,3	7,9
<b>2001</b> Filet				Résultats fin d'automne 2001		
3 fruits/cm <sup>2</sup>	12,1	3,3	7,7			
Témoin						
3 fruits/cm <sup>2</sup>	11,9	3,2	7,8			
Filet						
6 fruits/cm <sup>2</sup>	11,5	2,7	7,4			
Témoin						
6 fruits/cm <sup>2</sup>	11,6	2,8	7,7			

SOURCE : CEHM, 2001

mini-aspersion sur frondaison, mais sous filets, semble représenter une solution performante s'il est prévu suffisamment d'espace entre le filet et la frondaison et des asperseurs adaptés (cf. les travaux de l'Ardepi à ce sujet).

### Des conséquences sur l'irrigation

En 2000, un suivi tensiométrique, avec deux répétitions par modalité de batteries de sondes Watermark® installées à 30 et 60 cm de profondeur, a permis de diminuer les apports d'eau de 15 % sous filet noir dans les conditions de l'essai, sans générer de stress hydrique.

### Des conséquences sur la croissance

Ces résultats concordent avec les données des évaporomètres de Piche et la modification des facteurs responsables de l'ETP. Cette diminution des besoins hydriques doit être correctement appréhendée pour éviter des irrigations excédentaires risquant d'amplifier des pertes qualitatives (sucres, fermeté).

La croissance végétative des arbres sous filet au CEHM a été notablement augmentée alors que dans des zones plus septentrionales, des limitations de la croissance sont parfois signalées (Belgique, Pays-Bas). Cette observation justifie à elle seule l'alternance des parcelles couvertes et non couvertes par les filets pour des essais de comparaison pluriannuels.

Ces différences de croissance ont parfois des conséquences inattendues. En 2001, les vergers sous filet (noir ou blanc) ont montré une plus grande sensibilité aux acariens rouges.

### Effets sur la pollinisation

La synthèse des trois années d'expérimentation réalisées sur le site par le laboratoire de pollinisation entomophile de l'Inra Avignon a fait l'objet d'une publication <sup>(1)</sup>.

### Les conséquences sur la protection du verger

Pour les maladies cryptogamiques, il convient d'être vigilant sur l'augmentation des durées

d'humectation en verger couvert du fait de la réduction du vent. C'est le cas de la tavelure pour laquelle des aggravations des contaminations secondaires sous filet sont parfois signalées.

En 1999, un développement de black rot (taches noires dues à *Sphaeropsis malorum*) à l'approche de la récolte sur Pink Lady® a mis en évidence un effet négatif marqué des filets (tant blancs que noirs).

Des observations complémentaires sont en cours pour déterminer l'influence des filets sur la sensibilité des arbres à différents ravageurs (carpocapse, zeuzère, puceon cendré, acariens). En 2001 des essais de sensibilité au scald seront également réalisés sur Granny Smith, et des observations sur les maladies de conservation sont prévues pour les années à venir.

Rappelons qu'un certain nombre de travaux ont montré que la qualité de pulvérisation n'était pas perturbée par les filets (La Morinière et le CIREA, 1996).

Malgré des tendances au retard de maturation des fruits provenant



► des arbres sous filets, les mesures de régression de l'amidon ne donnent jamais de résultats statistiquement différents. Le retard de maturité qui est estimé à cinq jours en Val de Loire pour Granny Smith sous filet noir, n'est plus que d'environ trois jours dans le Sud-Ouest, et peut être estimé à deux jours dans le Sud-Est.

Pour Gala sous filets, on note une diminution de la coloration et un retard de maturité se traduisant par un début de récolte plus tardif. Pour cette même variété, on observe d'autant moins de différences entre les modalités que la charge des arbres est modérée.

Pour Pink Lady®, les courbes de progression de la récolte mettent en évidence une coloration plus précoce en l'absence de filets, le filet blanc donnant une réponse intermédiaire entre le filet noir et le témoin non couvert. Les mesures de régression de l'amidon vont, là encore, dans le même sens mais ne sont pas significativement différentes.

## Calibre et rendement

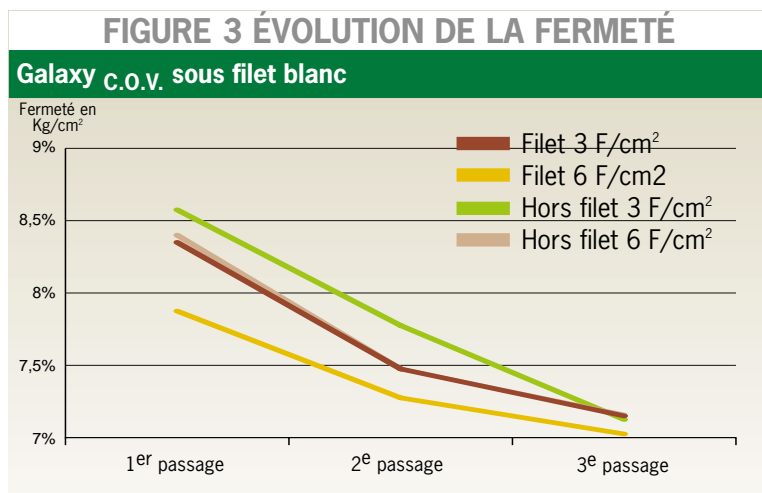
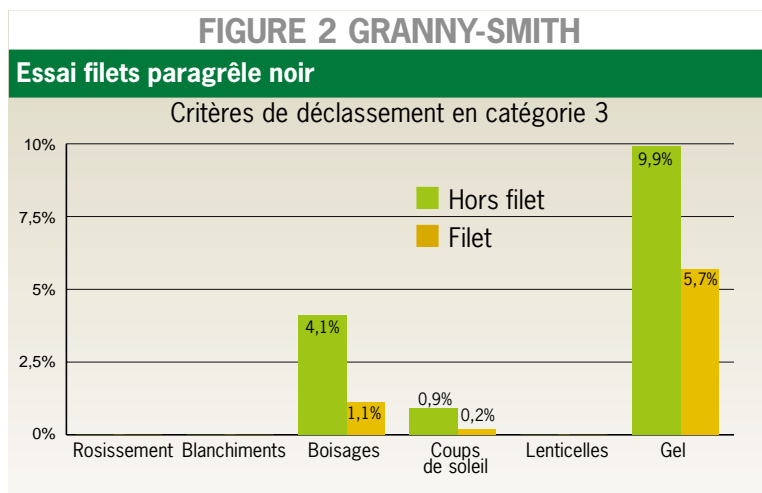
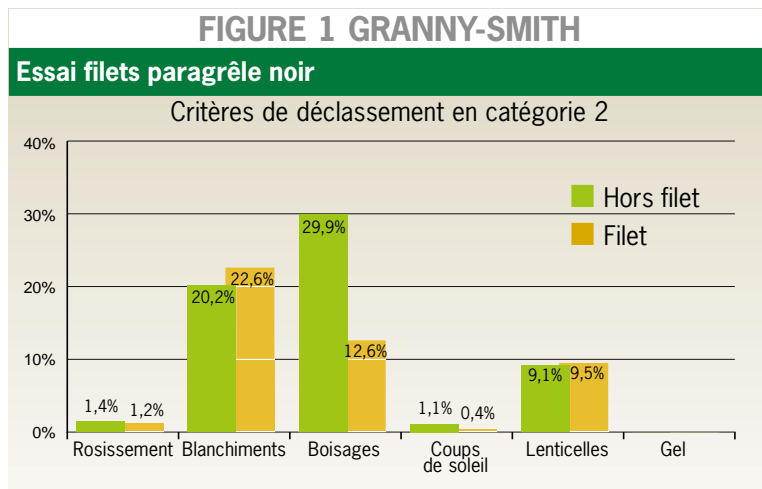
Les effets des filets sur le rendement et le calibre des fruits sont faibles. En effet, les résultats ne sont jamais significatifs et même contradictoires d'une année sur l'autre.

## Globalement, une amélioration de l'épiderme...

Pour presque toutes les années et pour la plupart des critères de qualité d'épiderme (boisage, coups de soleil, rosissement) la pose des filets donne des résultats favorables conformément aux observations régulièrement enregistrées sur les autres sites d'expérimentation ou de production. Les résultats sont en général statistiquement significatifs.

La seule exception est apparue en 1998, pour le boisage des fruits de Granny Smith. Cette année-là, les filets ont été déployés très tard (28 avril pour une F<sub>2</sub> le 30 mars) et aucune différence n'a été observée sur le boisage. Ce résultat est conforme aux données de la bibliographie signalant la précocité d'induction de ce défaut.

Par contre, toujours pour Granny Smith, les fruits cueillis sous les filets sont pourvus de lenticelles moins marquées et sont aus-



si moins verts (blanchiment). En résumé, les fruits de pommiers Granny Smith cultivés sous filets noirs sont indemnes de gros défauts, mais aussi moins "typés".

## Mais des pertes qualitatives...

Depuis 1998, les lots de Granny Smith ont été classés selon une grille d'agrégation conforme aux pratiques des stations de conditionnement pour une approche écono-

mique du problème. L'amélioration de prix engendrée par l'usage des filets atteint régulièrement 20 % (figures 1 & 2).

Les résultats d'analyses ne sont pas toujours significativement différents, mais présentent presque toujours les mêmes tendances (tableau 2) : sous filets blancs, on note pour Gala des pertes moyennes de 0,2 % de brix, de 0,1 g d'acide malique et de 0,2 kg/cm<sup>2</sup> de fermeté. Ces pertes

sont relativement modestes et économiquement compensées par les gains sur la qualité de l'épiderme.

### Les conséquences sur la maturité

En 2000, nous avons constaté une atténuation des différences probablement liée à la faible charge du verger (25 t/ha). Pour vérifier cette hypothèse, le nombre de parcelles élémentaires a été doublé en 2001, la charge de la moitié des arbres étant ajustée à 3 fruits/cm<sup>2</sup> de section de branche fruitière (soit à la récolte 35 t/ha avec un poids moyen des fruits de 175 g), et l'autre moitié à 6 fruits/cm<sup>2</sup> (à la récolte 50 t/ha avec un poids moyen de 158 g). Nos résultats montrent bien l'effet de lissage qualitatif lié à la faible charge (figure 3). Néanmoins, les seuls résultats significatifs concernent la fermeté : pour la pomme Gala cultivée sous filet blanc, la perte de fermeté semble le principal risque à prendre en compte (figure 3), notamment lorsque les rendements sont élevés.

Pour Granny Smith (moyenne de trois ans), les pertes qualitatives imputables au filet noir sont de 1,25 % de brix, de 0,8 g d'acide malique et de 0,6 kg/cm<sup>2</sup> de fermeté. Ces pertes sont préoccupantes et remettent en cause l'utilisation de filets noirs.

Les critères améliorés sont ceux qui permettent d'augmenter le revenu du producteur à court terme (coups de soleil, boisages). Ceux qui sont détériorés (blanchiments, lenticelles, sucre, acidité) ont un faible impact commercial, mais peuvent pénaliser l'image de la variété vis-à-vis du consommateur à moyen terme. Il est donc important d'envisager un itinéraire cultural adapté pour limiter ces pertes qualitatives.

Toujours pour Granny Smith, le choix du filet noir, majoritaire dans le Sud-Est, ne semble pas forcément justifié. L'une des raisons conduisant à ce choix était l'attente d'une coloration plus verte de l'épiderme. Or, on observe davantage de blanchiment sous filet et les fruits sont globalement moins verts et moins lenticellés.

L'autre argument avancé est la meilleure protection des fruits contre les coups de soleil. Le filet noir est en effet très performant sur ce point. Cependant, on peut se demander si la tolérance de la variété à la non-taille, n'a pas accru la part de fruits exposés aux coups de soleil : en étant très peu taillés, les arbres sont devenus de plus en plus imperméables à la lumière, repoussant une proportion croissante de fruits à l'extérieur et en haut de la

frondaison. On peut penser qu'en recréant des conditions plus favorables à la pénétration de la lumière à l'intérieur des arbres, on y favorisera une production de qualité.

Un essai de système de taille, réalisé par ailleurs au CEHM depuis deux ans, montre nettement l'amélioration engendrée par un meilleur entretien de l'intérieur des arbres. Dans un tel contexte, le choix d'un filet blanc hypothétique moins les espoirs commerciaux pour cette variété. Le choix de mutants plus lenticellés comme Challenger® Dalivair C.O.V. permettrait également d'améliorer la typicité du fruit.

D'une manière générale, de nombreux essais ont montré que la charge des arbres influe directement sur la coloration et les paramètres de qualité. Pour les variétés qui valorisent bien la précocité, comme Gala ou Elstar C.O.V. dans le Sud-Est, la maîtrise du rendement sous filet paragrêle est d'autant plus cruciale.

La maîtrise de l'irrigation est complémentaire à la gestion de la charge pour limiter les croissances excessives et favoriser l'accumulation des sucres dans les fruits. On notera au passage que les irrigations doivent être démarrées suffisamment tôt pour éviter que les fruits ne soient pénalisés durant la période de division cellulaire. La fertilisation, également, devra sans doute être suivie plus finement pour une meilleure gestion de la croissance.

Rien de très innovant, donc, en matière d'itinéraire technique, mais sans doute plus de risques à mal gérer la production sous filets.

La complexification des systèmes de culture, ici induite par la diminution des risques financiers, entraîne une obligation de résultats qui se traduit inévitablement par une maîtrise technique accrue, aujourd'hui accessible grâce aux outils d'aide à la décision (équilifruit, tensiomètres, etc.) Au prix de ces améliorations techniques, l'utilisation de filets blancs ou gris peut être une composante intéressante d'un itinéraire de production fruitière intégrée.

**Xavier Crété, CEHM – Jean-Luc Regnard  
Ensam/Inra – Gérard Ferre, CEHM –  
Claude Tronel, CEHM**

### RÉSUMÉ

L'obstacle physique que constitue le filet paragrêle sur verger de pommier engendre une modification du microclimat. Si globalement la température est peu influencée, l'hygrométrie l'est beaucoup plus, notamment sous filet noir, mais c'est surtout la protection contre le vent qui influence les paramètres climatiques. Des essais ont donc été conduits à partir de 1998 au Centre expérimental horticole de Marsillargues (CEHM, Hérault). Objectifs : évaluer l'intensité des effets agronomiques des filets en situation méditerranéenne, et proposer des éléments d'itinéraire technique pour pallier les effets indésirables.

En zone méditerranéenne, les conséquences de ces modifications, sont une augmentation de la croissance, une réduction des besoins hydriques et une amélioration nette des principaux défauts d'épiderme engendrant une meilleure valorisation économique des lots. Par contre les pertes qualitatives peuvent être importantes, notamment sous filet noir.

Pour cette raison, le choix de ce type de filets pour Granny Smith peut être remis en question. À l'inverse, le choix du filet blanc associé à une autre approche de la conduite des arbres devrait permettre de réduire la quantité de coups de soleil tout en limitant les pertes qualitatives.

Enfin, le choix judicieux du couple matériel végétal/filet et une approche plus fine de l'itinéraire technique doivent permettre de maintenir une qualité optimale.

(1) *L'Arboriculture fruitière*, n° 544, décembre 2000, pages 19-25.