

Expérimentation

Incidence des filets paragrêle sur les abeilles et la pollinisation des pommiers

© N. MORISON, INRA MONTFAVET.

Les filets souples constituent des structures légères de plus en plus utilisées pour protéger les vergers de pommiers des dégâts de la grêle. Mais quel est leur impact sur la pollinisation et sur la faune pollinisatrice lorsqu'ils sont déployés avant ou pendant la floraison, en particulier sur les colonies d'abeilles introduites pour polliniser les vergers ?

Les filets paragrêle recouvrent une surface de vergers de plus en plus étendue à travers toute la France. Les raisons ? D'une part la protection qu'ils assurent contre les dommages causés par la grêle, d'autre part, leur effet favorable sur certains paramètres de la qualité des fruits.

Ces filets souples peuvent être étendus sur les vergers ou repliés en bordure des rangs lorsque nécessaire. Leur déploiement n'était prévu à l'origine que pendant la

période de grossissement des fruits, une fois la floraison achevée. Mais, pour assurer une protection des vergers dès l'éclosion des bourgeons ou limiter les coûts de main-d'œuvre, il apparaît que de plus en plus d'arboriculteurs les déploient maintenant avant ou pendant la floraison.

Le pommier est, comme toutes les rosacées fruitières, une espèce entomophile, l'abeille domestique assurant l'essentiel de la pollinisation dans les vergers commer- ▶



► ciaux. L'effet de la présence des filets paragrêle sur l'activité des abeilles et la pollinisation des pommiers est très mal connu. Cependant les observations d'apiculteurs dans différentes régions de production suggèrent que ces filets étendus pendant la floraison peuvent affecter le butinage de la faune floricole, entraînant ainsi un effet négatif sur les colonies d'abeilles domestiques apportées pour polliniser les vergers.

Il était donc urgent de vérifier l'action éventuelle de ces filets sur la pollinisation et sur les abeilles dans des conditions expérimentales précises afin de pouvoir, le cas échéant, comprendre les mécanismes de cette action et proposer des solutions pour y remédier.

Deux paires de parcelles avec filet cristal et filet noir

L'étude a été réalisée au CEHM en 1999 et 2000 dans un verger de pommiers de 5,6 ha planté en 1994. Ce verger n'a reçu aucun traitement insecticide pendant toute la durée de l'essai. Un dispositif de parcelles expérimentales en paires a été utilisé, chaque parcelle au sein d'une paire étant similaire sur le plan variétal et conduite culturale ; seule différence, l'une des parcelles a été recouverte d'un filet paragrêle et l'autre non. Par ailleurs, l'emplacement des filets a été randomisé au sein de chaque paire de sorte que la parcelle - recouverte la première année - ne l'a pas été l'année suivante et vice-versa.

Une fois déployés, les filets paragrêle ont été laissés en place pendant toute la floraison et jusqu'à la récolte. Chaque parcelle couvrait sept rangs de 41 arbres, soit 0,23 ha, la distance de plantation étant de 2 m entre arbres au sein d'un rang et de 4 m entre rangs (soit 1 250 arbres/ha). Les paires de parcelles étaient différentes au niveau variétal (Granny Smith et Galaxy_{COV}), mais également au niveau de la couleur des filets (filet noir sur Granny Smith et filet cristal sur Galaxy_{COV}), ceci afin de pouvoir étendre la portée des résultats obtenus.

Pour éviter les effets de bordure, tous les relevés ont été effectués à l'intérieur d'une zone égale au moins à un interrang. L'effet des



© N. MORISON, INRA, MONTAVET

Étiquetage des fleurs avec des bagues de couleurs différentes afin de suivre l'évolution de la floraison et de pouvoir déterminer le taux de fructification à la récolte en fonction de la date de floraison.

filets paragrêle déployés pendant la floraison a été évalué par comparaison des résultats obtenus dans les mêmes conditions dans les deux parcelles d'une même paire.

Deux années pour tester l'effet du calendrier de pose des filets

Pour déterminer l'incidence des filets paragrêles sur l'activité de butinage et le développement des colonies d'abeilles, un lot de huit colonies divisé de façon aléatoire entre parcelles a été apporté en début de floraison de chaque variété ; de cette façon, une moitié des ruches a été placée au milieu de la parcelle recouverte de filet paragrêle, l'autre étant positionnée au milieu de la parcelle témoin. Cet effectif total de 16 colonies pour l'ensemble du verger a été choisi pour obtenir une charge totale de 2,8 colonies/ha, c'est-à-dire comprise entre 2 et 3 colonies/ha de vergers selon les pratiques usuelles. La date de mise en place des colonies d'abeilles et des filets paragrêle a été légèrement décalée entre les variétés afin d'intervenir à un stade de floraison similaire chez les deux variétés.

En 1999, les ruches ont été d'abord mises en place dans le verger et ce n'est qu'au soir du 2^e jour après leur introduction que les filets ont été déployés dans les parcelles traitées le soir alors que tout butinage avait cessé (Figure 1).

En 2000, les filets ont été déployés avant la floraison et les ruches ont été installées sous les filets. Nous avons choisi le premier scénario car, même s'il est certainement peu fréquent, la pose des filets alors que les ruches sont déjà en place constituait la situation la plus risquée pour les abeilles aux dires des fournisseurs de filet paragrêle. Le deuxième scénario constitue une situation de plus en plus courante, en particulier dans le Sud-Ouest.

Des mesures sur les plantes...

Les ressources disponibles pour les insectes floricoles ont été quantifiées quotidiennement dans chaque parcelle en termes de masse florale (fleurs épanouies par arbre et par jour) et de production nectarifère (volume et qualité de nectar produit par fleur). Par ailleurs, dans chaque parcelle, les

données climatiques (température et humidité relative) ont été enregistrées tout au long de l'essai au moyen de capteurs autonomes avec un pas d'enregistrement de 15 minutes.

La masse florale a été mesurée sur quatre arbres représentatifs dans chaque parcelle. Sur chacun de ces arbres, on a dénombré et marqué chaque jour les fleurs épanouies en plaçant une étiquette de couleur caractéristique sur leur pédoncule (pour ensuite identifier leur date de floraison à la récolte). Le premier jour de suivi, toutes les fleurs épanouies ont été marquées sur chaque arbre ; les jours suivants, seules les fleurs au premier jour d'anthèse l'étaient. Le dernier jour de mesure, tous les boutons restants ont également été étiquetés, de façon à pouvoir évaluer la floribondité totale de chaque arbre. Il n'y a pas eu de traitement d'éclaircissage pour ne pas risquer d'interférer avec l'effet des filets sur la nouaison et la fructification. Environ dix jours avant la récolte commerciale, tous les arbres suivis pendant la floraison ont été examinés, ceci afin de dénombrer leur effectif de pommes.

Pour chaque pomme, on a aussi noté la présence ou non d'une étiquette sur le pédoncule et, le cas échéant, sa couleur pour déterminer le taux de fructification correspondant à chaque date de floraison sur chaque arbre. À cette occasion, on a aussi prélevé au hasard un dixième des pommes de chaque arbre examiné, pour les peser individuellement et déterminer leur contenu en graines pleines. Ces arbres ont ensuite été récoltés et leur production totale en poids et en nombre de pommes mesurée. La proportion de pommes avec une étiquette a varié entre 80 % et 93 % (moyenne 86 %), cette valeur étant similaire pour les arbres des deux variétés sous filet ou non.

Et des mesures sur les abeilles...

Les densités de butineuses ont été mesurées quotidiennement par un même observateur dans chaque paire de parcelles à 10 h, 12 h, 14 h et 16 h. Pour cela, on a noté l'effectif d'insectes présents dans un total de 600 fleurs épanouies par parcelle ; ces observa-

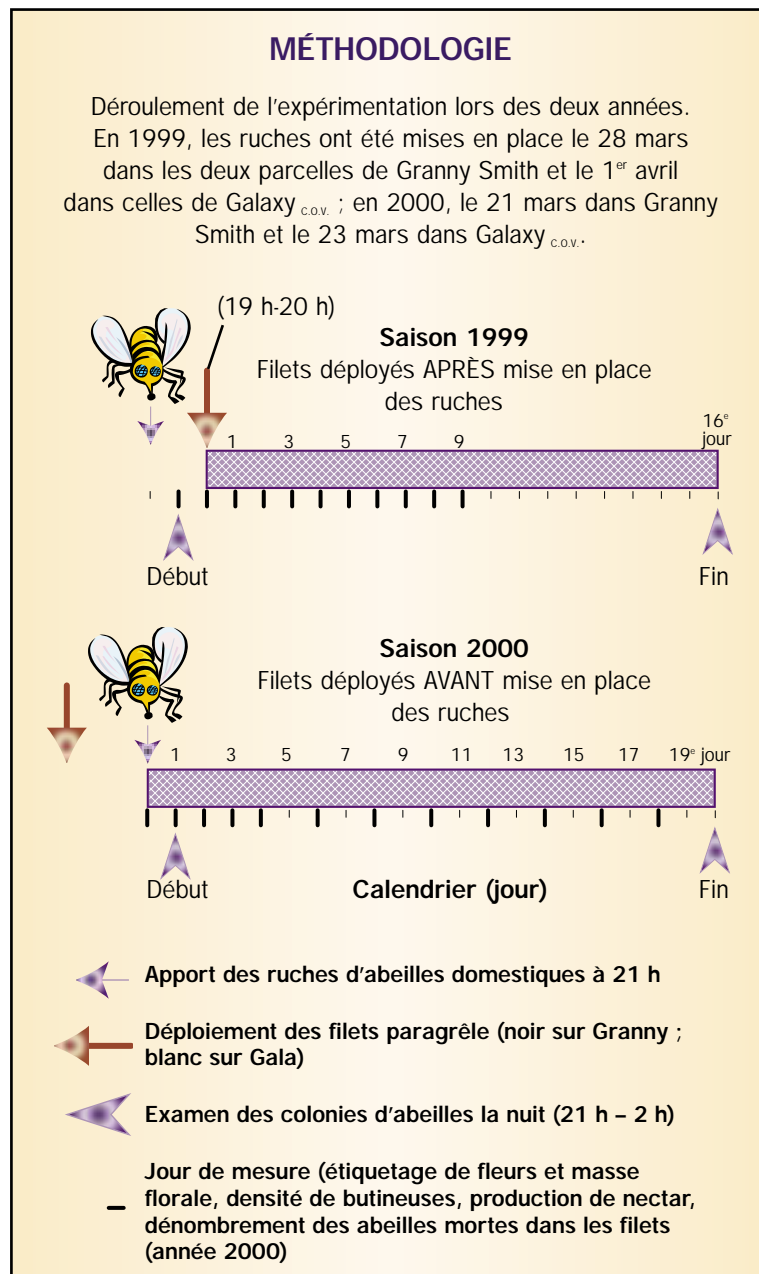
tions ont été effectuées sur 6 plaquettes de 100 fleurs réparties dans chaque parcelle, pour prendre en compte les différences d'orientation des rameaux florifères. Pour chaque insecte floricole, on a noté l'espèce (abeille domestique, bourdon, autre apoïde ou mouche) et, pour les abeilles domestiques, la présence ou l'absence de pollen dans les corbicules.

Les colonies ont été inspectées le lendemain de leur mise en place et à nouveau en fin de floraison pour déterminer leur taille et l'état de leurs réserves de nourriture (figure 1). Pour cela, à la nuit tombée, tous les cadres de chaque ruche ont été secoués dans une boîte à essaim ; afin de mesurer le poids total d'abeilles de chaque colonie. Un

échantillon d'une centaine d'abeilles était aussi prélevé afin de déterminer le poids moyen d'un individu et calculer ainsi la population totale. Par ailleurs, pour chaque rayon on a relevé la surface totale de couvain sur une plaque de plexiglas et les surfaces correspondantes ont ensuite été mesurées avec une table à digitaliser. Les mesures effectuées ont montré que les ruches étaient comparables en début d'essai dans les 4 parcelles.

Pas d'effet sur la pollinisation et un effet positif sur la fructification

La saison 1999 s'est caractérisée par un temps ensoleillé et chaud sans précipitation pendant toute la





► floraison, alors que les conditions météorologiques ont été beaucoup plus instables en 2000 (températures plus fraîches et des précipitations fréquentes). Les filets parasol ont eu un effet peu important mais significatif sur les températures et surtout sur l'humidité relative plus élevée de 1 % à 4 % sous les filets par rapport aux parcelles témoins.

Lors des deux années, la floribondité des arbres était similaire pour les deux variétés et les différentes parcelles avec une moyenne de 3 900 fleurs/arbre (extrêmes de 2 700 à 5 300 fleurs). La floraison a progressé de façon similaire dans chaque paire de parcelles sans interaction entre la présence de filet et l'évolution de la floraison, ni d'effet du filet. Il est intéressant de noter que pour les deux variétés, l'effet arbre n'était pas significatif dans les parcelles sous filet ($P \geq 0,192$) alors qu'il était très significatif dans les parcelles non recouvertes ($P < 0,001$). Ce résultat suggère que le filet a un effet régulateur sur le microclimat et l'évolution de la floraison des arbres.

L'effectif moyen de fleurs au premier jour d'anthèse a atteint 380 fleurs/arbre pour Galaxy_{COV} et 590 fleurs/arbre pour Granny Smith avec des extrêmes de plus de 1 000 fleurs sur un arbre pour les deux variétés.

La floraison étant asynchrone chez les deux variétés, les proportions de fleurs de chaque arbre ayant donné une pomme lors des différentes dates de floraison ont été analysées séparément pour chaque variété. En 1999, avant la mise en place des filets, le taux de fructification était similaire dans les deux parcelles pour Galaxy_{COV} (quatre dates) comme pour Granny Smith (deux dates), confirmant *a posteriori* la similarité des parcelles de chaque paire. Une fois les filets déployés, le taux de fructification a été plus élevé dans la parcelle couverte que dans la parcelle témoin pour Granny Smith ($P = 0,012$) et aussi, de façon presque significative, pour Galaxy_{C.O.V.} ($P = 0,089$; figure 2).

Le nombre de pommes produites par arbre a varié de 140 à 452 (moyenne 263) pour une récolte de 30,1 à 74,2 kg/arbre (moyenne 46,3 kg/arbre) ; pour



chaque variété, une corrélation négative entre le nombre de pommes produites et leur poids moyen ($r \leq -0,781$; $n = 8$; $P \leq 0,022$) a été relevée. La réponse des deux variétés à la présence des filets a été similaire (interaction non significative) et ni la variété ni la présence de filet n'ont eu d'effet significatif sur le nombre de pommes produites par arbre ou le rendement ($P \geq 0,272$).

Le poids individuel des pommes à la récolte et leur contenu en graines ont varié de façon similaire avec ou sans filet parasol chez les deux variétés (interaction traitement x variété non significative). La présence des filets n'a pas affecté ni le poids individuel des pommes ni leur contenu en pépins ($P \geq 0,08$), et l'ensemble de ces résultats démontre que les filets n'ont pas eu d'incidence négative sur la pollinisation.

Les densités de butineuses étaient similaires dans les par-

celles avec ou sans filet, et de même les filets n'ont pas eu d'incidence significative sur la production nectarifère des fleurs.

Mais un effet négatif marqué sur les ruches

Aucune mortalité anormale n'a été notée devant les ruches, ni en 1999 ni en 2000, mais en fin d'essai les ruches disposées sous filet n'étaient plus similaires à celles situées dans les parcelles témoin ni en poids total, ni en taille des colonies (figures 3 et 4). Il est remarquable qu'aussi bien en 1999 qu'en 2000, il n'y ait pas eu d'interaction significative entre le type de filet (noir ou cristal) et le traitement de couverture, ni d'effet du type de filet sur l'évolution des colonies - calculée comme la différence entre les valeurs mesurées en fin et en début d'essai - (figure 3). Ce résultat indique que les colonies ont évolué de façon similaire sous le filet cristal qui re-

Rucher de quatre colonies en place au milieu de la parcelle de Granny Smith sous filet noir lors de la floraison.



INRA

couvrait la parcelle de Galaxy C.O.V. et sous le filet noir qui recouvrait la parcelle de Granny Smith. La présence des filets a eu un effet significatif sur l'évolution du poids des ruches, des populations d'abeilles et des surfaces de couvain ($P \leq 04$; figure 4).

En 1999, la présence des filets a entraîné pour les ruches qui se trouvaient dessous une perte de poids de 4,5 kg, ainsi qu'une perte au niveau des colonies de 7 200 abeilles et 360 cm² de couvain en moyenne.

En 2000, les ruches sous filet ont perdu 2,8 kg alors que celles dans les parcelles ouvertes ont gagné 2,2 kg. La population des colonies sous filet a gagné 6 300 abeilles et perdu 470 cm² de couvain alors que celle des colonies dans les parcelles ouvertes ont gagné 9 100 abeilles et 1 870 cm² de couvain (Figure 4).

De nombreux apiculteurs ont constaté un effet négatif important ▶

PROPORTION DE POMMES PRODUITES PAR FLEUR

Effet des filets paragrêles déployés en début de floraison sur le taux de fructification chez deux variétés de pommier en 1999. Valeurs basées sur un effectif total de 7 890 (Galaxy C.O.V. ouvert) à 13 260 (Granny Smith sous filet) fleurs étiquetées pour chaque variété et chaque traitement.

% ; MOYENNE/JOUR+ERREUR STANDARD

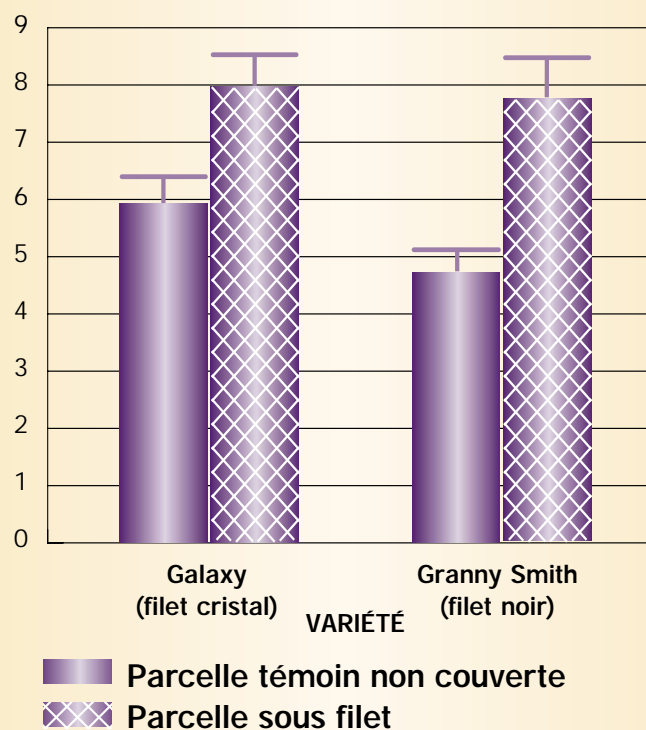


FIGURE 2



► pour les ruches apportées en pollinisation dans les vergers sous filet, non seulement en termes de populations de colonies, mais aussi en termes de développement ultérieur de ces colonies (même si ces effets ne se traduisent généralement pas par des pertes immédiates de cheptel). Nos résultats confortent ces observations, les colonies sous filets ayant perdu non seulement en population mais aussi surface en couvain. En 2000, nous avons utilisé le scénario le plus fréquent avec des ruches installées sous les filets, mais l'effet a été tout aussi significatif qu'en 1999.

Il est donc clair que l'effet sur les ruches n'est pas fonction du calendrier de pose des filets. Les filets induisent des différences climatiques faibles dans les vergers et le relevé

des nombreuses abeilles mortes dans les filets suggère que l'action de ces filets s'effectue non pas au niveau de la ruche mais au niveau des abeilles sortant de la ruche, et plus particulièrement des butineuses, comme en témoignent les nombreuses abeilles mortes retrouvées tous les jours dans les mailles des filets.

Paradoxalement, ces abeilles mortes étaient beaucoup plus nombreuses dans le filet noir que dans le filet cristal ; au final pourtant, leur action négative sur les ruches a été de même ampleur. Il est probable que les butineuses de nectar - et/ou de pollen - sont également affectées par les filets car nous avons retrouvé des abeilles mortes au niveau des filets qui portaient des pelotes de pollen.

La période de 19 jours pendant laquelle nous avons laissé en place les colonies peut paraître excessive dans la mesure où elle excède largement la durée de la floraison intéressante dans une optique de production. Cependant cette durée a été retenue car le verger contenait plusieurs variétés de pommiers dont la floraison s'est échelonnée sur ces 19 jours : la variété Granny Smith est une variété à floraison précoce, et cette situation d'un verger avec plusieurs variétés est assez fréquente.

Par ailleurs, compte tenu de la faible taille des parcelles expérimentales de notre essai (0,23 ha), au regard des vergers de production recouverts de filet - couvrant souvent un à plusieurs hectares d'un seul tenant -, nous avons volontairement laissé les ruches en place pendant toute la période de floraison des vergers.

Des pistes pour réduire l'effet néfaste sur les ruches

Le placement des ruches en bordure des parcelles recouvertes de filet pourrait constituer une alternative pour réduire l'effet sur les ruches tout en maintenant une activité pollinisatrice satisfaisante des colonies.

Cependant, la présence d'abeilles mortes dans les filets paragrêles (aussi bien cristal que noir) en début d'essai en 2000 avant même que des ruches ne soient installées en dessous suggère deux points importants : d'une part, ces structures peuvent aussi affecter les butineuses des colonies environnantes ; d'autre part, les abeilles observées dans les filets ne provenaient pas exclusivement des ruches placées sous ces structures.

De fait, nos résultats ont peut-être été minimisés car il est possible que nos colonies témoins aient aussi perdu quelques butineuses dans ces structures puisque les ruches les plus proches étaient situées à 40 m seulement d'une surface recouverte.

Cependant, la surface totale sous filet n'était que de 0,5 ha, soit une faible proportion de la surface de pommiers en fleurs à l'échelle du verger de l'exploitation (5,6 ha). La faible taille des

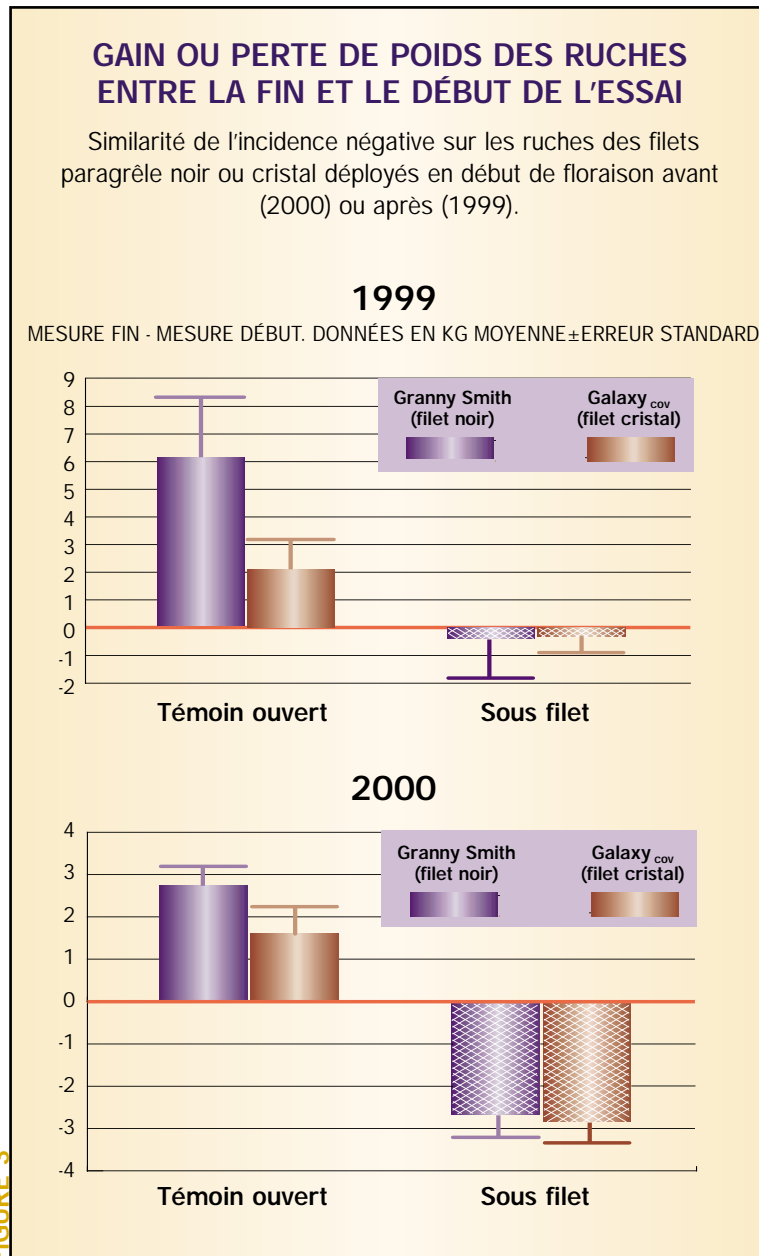


FIGURE 3

RÉSUMÉ

Les filets souples constituent des structures légères de plus en plus utilisées pour protéger les vergers de la grêle ; cependant, leur impact sur la pollinisation et la faune pollinisatrice n'est pas connu lorsqu'ils sont déployés avant ou pendant la floraison. Nous avons étudié ces effets sur deux années dans deux paires de parcelles de pommiers adjacentes de 0,23 ha chacune. Dans chaque paire, une parcelle était recouverte, l'autre servant de témoin. Une paire de parcelle était plantée avec Granny Smith et l'autre avec Galaxy *C.O.V.*, et leur parcelle traitée a été respectivement recouverte de filet noir et de filet cristal. En 1999, dans chaque paire quatre ruches ont été introduites simultanément au milieu de chaque parcelle ; les filets ont ensuite été déployés dans la parcelle traitée deux jours après l'apport des ruches. En 2000, les filets ont été déployés avant la floraison et les quatre ruches par parcelles installées dans chaque paire à l'anthèse des premières fleurs.

Les filets n'ont pas eu d'effet sur la densité d'abeilles butinant les fleurs et les taux de fructification étaient plus élevés sous filet (+2 %) par rapport au témoin et ce chez les deux variétés. Le contenu en graine des pommes était similaire avec et sans filet, ces résultats suggérant que les filets n'ont pas réduit la pollinisation. Mais ils ont cependant eu une action négative sur le développement des colonies au cours de deux années et avec une amplitude similaire sous filet cristal et filet noir.

La présence des filets s'est traduite par une perte de poids des ruches de près de 5 kg en 1999 et 2000, liée à une perte de population de 7 000 abeilles (1999) et de 3 000 abeilles (2000), accompagnée d'une réduction des surfaces de couvain de 350 cm² (1999), et de 2 300 cm² (2000).

parcelles de notre dispositif expérimental ne permet pas d'étudier l'incidence des filets paragrêles sur des ruches placées en bordure d'un verger sous filet de plusieurs hectares. Mais cet aspect sera abordé en verger de production en 2001.

Une autre alternative consisterait à laisser une zone ouverte sans filet juste au-dessus des ruches afin d'aider les butineuses qui partent ou qui reviennent à la ruche à effectuer ce trajet sans encombre. C'est ce dispositif qui sera étudié au CEHM en 2001.

Bernard Vaissière & Nicolas Morison¹,
Xavier Créte & Gérard Ferré², Myriam
Matti & Joëlle Vilain³

1 - UMR INRA/UAPV Écologie des Invertébrés, Site Agroparc, 84914 Avignon Cedex 9.

2 - CEHM, Mas de Carrière, 34590 Marsillargues.

3 - ADAPI & GRAPP Méditerranée, Maison des Agriculteurs, 22 avenue Henri-Pontier, 13626 Aix-en-Provence.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier ici Marc Sislian (GRAPP Méditerranée) et Jean-Paul Vermandere (Inra Avignon) pour la fourniture des ruches en 1999 et 2000, respectivement. Cette étude a été réalisée avec le soutien financier du programme CEE/FEOGA d'Aide à l'Apiculture.

EFFET DES FILETS PARAGRÊLE SUR LE DÉVELOPPEMENT DES COLONIES D'ABEILLES DOMESTIQUES PLACÉES SOUS FILET

VARIATION DE LA POPULATION D'ABEILLES

DIFFÉRENCE DE POPULATION : MESURE FIN - MESURE DÉBUT.
DONNÉES EN KG MOYENNE ± ERREUR STANDARD

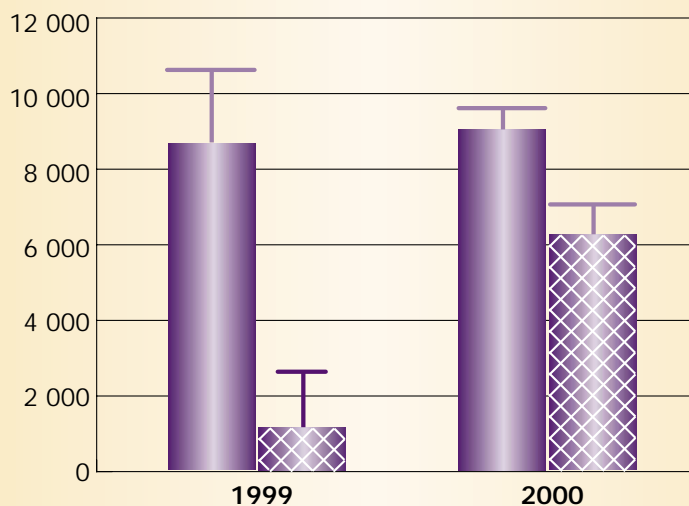
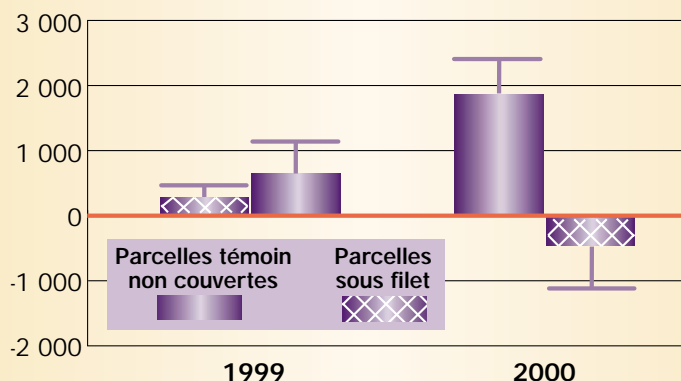
VARIATION DE LA SURFACE DE COUVAIN (CM²)

FIGURE 4