

## Importance et aménagement des insectes en fraisières

Charles Vincent<sup>1</sup> et Domingos de Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centre de recherches et de développement en horticulture, Agriculture et Agro-Alimentaire Canada, 430 Boul. Gouin, Saint-Jean-sur-Richelieu, Qc J3B 3E6

<sup>2</sup> Département des Sciences biologiques, Université du Québec à Montréal, C.P. 8888, Succ. Centre-Ville, Montréal, Qc H3C 3P8

### Conférence présentée lors du Colloque du CPVQ sur la pollinisation à St-Hyacinthe le 4 février 1998

Depuis plusieurs années, le Québec est la province canadienne qui produit le plus de fraises au Canada. Pour maintenir cette position dans un contexte concurrentiel, on se doit de produire des fruits de qualité et pratiquer des programmes de protection performants et respectueux de l'environnement. Pour arriver à cet objectif, les activités agronomiques de production (incluant par exemple la pollinisation) doivent être harmonisées avec les programmes de protection. Nous présentons ici des informations issues de travaux portant sur ce thème, en s'inspirant largement d'une présentation que nous avons faite lors du dernier Colloque-CPVQ sur la pollinisation (Vincent et al. 1994).

#### **La pollinisation du fraisier**

Originellement, le fraisier était une espèce dioïque, c'est-à-dire ayant des plants mâles et des plants femelles. Chez les cultivars modernes (*Fragaria x ananassa* Duchesne), le plant porte des fleurs hermaphrodites qui sont auto-fécondes (Darrow 1966). Les stigmates sont généralement réceptifs avant que le pollen d'une même fleur ne soit disponible : en conséquence, ceci favorise la pollinisation croisée (McGregor 1976). Colbert et de Oliveira (1992) ont démontré que le poids moyen des fruits primaires issus d'un croisement Bounty x Glooscap était supérieur à celui d'un croisement témoin par auto-pollinisation. Les cultivars qui portent des étamines courtes bénéficient le plus de l'entomopollinisation (Connor et Martin 1973). Cette caractéristique morphologique explique partiellement la variation observée dans le degré d'auto-pollinisation des cultivars (Connor et Martin 1973 ; Bagnara et Vincent 1988). La stérilité des pistils peut également être une cause d'infertilité des achènes chez certains cultivars (Bagnara et Vincent 1988). Les ovules fécondés (qui deviennent les achènes) sécrètent des auxines (phytohormones) lesquelles causent localement la croissance du réceptacle (Nitsch 1950).

La fraise est un fruit "composé" qui consiste en une collection de petits fruits (les achènes) qui se développent ensemble comme une seule unité. Le réceptacle (la chair rouge) grossit et forme la partie comestible du fruit. Les vrais fruits (dans le sens botanique) sont les achènes. Si un ovule n'est pas fécondé, il reste petit et sera non-fonctionnel. Si un groupe d'ovules n'est pas fécondé, la région immédiate sera sous développée et en conséquence, le fruit sera malformé et plus petit. Il y a une relation significative entre le pourcentage d'achènes fertilisés et le poids moyen des fruits (de Oliveira *et al.* 1983 ; Khanizadeh et Buszard 1987 ; Chagnon *et al.* 1989, Pichette et al. 1993).

#### **Etudes sur la pollinisation**

La pollinisation est tributaire de trois mécanismes différents et complémentaires soient, la gravité, le vent et les insectes pollinisateurs (Tableau 1: Vincent et al. 1991, Vincent et de Oliveira 1994). La gravité est responsable d'environ 72% du poids moyen des fruits chez les cultivars 'Midway' (Connor 1972) et 'Redcoat' (Pion *et al.* 1980). Free (1968) a mesuré une contribution de 80% du poids des fruits chez le cultivar 'Favourite'. En conditions expérimentales, 48% des ovules étaient fécondés (Connor 1972) et 52% des fruits étaient malformés suite à une mauvaise pollinisation (Free 1968 ; Pion *et al.* 1980). Le vent contribue pour environ 8% au poids des fruits (Connor 1972 ; Pion *et al.* 1980). On ne peut contrôler ces deux mécanismes.

Les serres offrent un environnement idéal pour tester des hypothèses concernant la proportion des contributions relatives du vent et des insectes. Comme il y a peu de vent en serres, la contribution relative des pollinisateurs y est vraisemblablement plus élevée qu'en champ. En Italie, on utilise des abeilles domestiques pour augmenter les rendements de des fraisiers cultivés en serre (Sannino et Priore 1979).

### **Les insectes pollinisateurs du fraisier**

Les abeilles domestiques apportent une contribution majeure à la pollinisation du fraisier. Toutefois, la faune indigène peut également jouer un rôle important, particulièrement quand les fraiseuriers ne placent pas de ruches dans leurs plantations.

En 1987, lors d'une étude effectuée à la Ferme expérimentale d'Agriculture Canada à Frelighsburg, on a recensé 32 espèces qui ont visité les fleurs de fraisiers, ce qui est supérieur aux 19 espèces trouvées à ce même site en 1978 et 1979 (Pion 1980)(Tableau 2). Par ordre décroissant d'importance numérique, les groupes d'insectes visitant les fleurs étaient les abeilles, les halictides, et les syrphides. La richesse spécifique des pollinisateurs trouvés à Frelighsburg (45 espèces) est inférieure à celle observée à Logan (Utah) (=65 espèces) par Nye et Anderson (1974). Toutefois, cela pourrait être attribuable à une différence de latitude ou à un effort d'échantillonnage différent à Frelighsburg.

On méconnaît la valeur absolue et relative de toutes les espèces d'insectes pollinisateurs associés au fraisier. Nye et Anderson (1974) ont postulé que l'abondance d'espèces pollinisatrices constitue une faible mesure de leur importance réelle sur la pollinisation. Pour estimer cette contribution, ils ont proposé un système tenant compte du nombre de grains de pollen libres sur le corps des pollinisateurs, de la dimension et de la pilosité des pollinisateurs et du type de contact avec les étamines et les stigmates durant les visites aux fleurs.

Selon ce système, l'abeille domestique, *Apis mellifera*, apporterait une contribution importante à la pollinisation du fraisier (Nye et Anderson 1974). La contribution de l'abeille domestique, telle qu'estimée par des études en cages, variait de 18 à 26% (Free 1968 ; Connor 1972). Dans une étude effectuée avec le cultivar 'Veestar' dans le sud du Québec, l'abeille domestique a demeuré en moyenne 24 secondes lors de la première visite, 9 secondes lors de la deuxième, 4 secondes lors de la troisième et 3 secondes lors de la quatrième (Chagnon *et al.* 1989).

En butinant les fleurs de fraisiers, l'abeille domestique tourne sur le réceptacle pour atteindre les glandes nectarifères situées à la base du réceptacle. Par ailleurs, les syrphides, les andrénides et les halictides sont trop petits pour avoir un contact adéquat avec la plupart des étamines. De plus, on a observé que certaines espèces demeurent sur les pétales et sucent le nectar sans avoir de contact avec les étamines et les stigmates (C. Vincent, données non publiées). Néanmoins, les pollinisateurs de petite taille jouent un rôle dans la pollinisation des ovules situées à la base du réceptacle tandis que ceux de grande taille, telle l'abeille domestique, pollinisent surtout ceux situés dans la partie apicale (Chagnon *et al.* 1993). D'après ces auteurs, ces deux groupes ont un rôle complémentaire dans la pollinisation du fraisier.

Tableau 2. Principaux insectes visiteurs des fleurs de fraisier en Utah, U.S.A. et au Québec, Canada (+ présent ; - absent) (d'après de Oliveira, Savoie et Vincent 1991)

Insectes	Utah, U.S.A.	Québec, Canada	
	1970 et 1972 (Nye et Anderson 1974)	1978 et 1979 (Pion <i>et al.</i> 1980)	1987

### **Hymenoptera**

#### **APIDAE**

<i>Apis mellifera</i> L.	+	+	+
--------------------------	---	---	---

<i>Bombus bifarius</i> Cresson	+	-	-
<i>Bombus centralis</i> Cresson	+	-	-
<i>Bombus huntii</i> Greene	+	-	-
<i>Bombus impatiens</i> Cresson	-	+	-
<i>Bombus rufocinctus</i> Cresson	+	-	-

**ANDRENIDAE**

<i>Andrena andrenoides</i> Cresson	+	-	-
<i>Andrena carlini</i> Ckff	-	+	+
<i>Andrena crataegi</i> Robertson	+	+	-
<i>Andrena cressonii</i> Robertson	+	-	-
<i>Andrena integra</i> Smith	-	-	+
<i>Andrena melanochoa</i> Cockerell	-	-	+
<i>Andrena miserabilis</i> Cresson	+	-	-
<i>Andrena nasonii</i> Robts	-	+	+
<i>Andrena (Biareolina) neglecta</i> Dours	+	-	-
<i>Andrena nivalis</i> Smith	-	+	+
<i>Andrena regularis</i> Malloch	-	-	+
<i>Andrena salicifloris</i> Cockerell	+	-	-
<i>Andrena sp.</i>	+	-	-
<i>Andrena Wheeleri</i> Graen	-	+	-
<i>Nomadopsis scutellaris</i> Fowler	+	-	-

**HALICTIDAE**

<i>Agapostemon texanus</i> Cresson	+	-	-
<i>Agapostemon virescens</i> F.	+	-	-
<i>Augochlora pura</i> Say	-	+	-
<i>Augochlorella striata</i> (Provencher)	-	-	+
<i>Dialictus sp.</i>	+	+	+
<i>Evylaeus sp.</i>	+	+	-
<i>Evylaeus sp. #2</i>	+	-	-
<i>Halictus confusus arapahonum</i> Cock.	+	-	-
<i>Halictus confusus confusus</i> Smith	-	-	+
<i>Halictus ligatus</i> Say	+	-	-
<i>Halictus rubicundus</i> Christ	+	+	-
<i>Halictus tripartitus</i> Cockerell	+	-	-
<i>Sphecodes sp.</i>	+	-	-

**MEGACHILIDAE**

<i>Anthidium sp.</i>	+	-	-
<i>Hoplitis fulgida</i> Cresson	+	-	-
<i>Hoplitis producta interior</i> Michener	+	-	-
<i>Osmia indepressa</i> Sandhouse	+	-	-
<i>Osmia juxta</i> Cresson	+	-	-
<i>Osmia kinkaidi</i> Cockerell	+	-	-
<i>Osmia lignaria</i> Say	+	-	-
<i>Osmia nanula</i> Cockerell	+	-	-
<i>Osmia seclusa</i> Sandhouse	+	-	-
<i>Osmia simillima</i> Smith	+	-	-
<i>Osmia spp.</i>	+	-	-
<i>Osmia trevoris</i> Cockerell	+	-	-
<i>Megachile relativa</i> Cresson	+	-	-
<i>Megachile rotundata</i> F.	-	+	-

## Diptera

**SYRPHIDAE**

<i>Asemosyrphus polygrammus</i> (Loew)	+	-	-
<i>Chrysogaster bellula</i> Williston	+	-	-
<i>Chrysogaster paroa</i> Shannon	+	-	-
<i>Dasysyrphus venustus</i> (Mg.)	-	-	+
<i>Eristalis anthophorinus</i> (Fallen)	+	-	-
<i>Eristalis arbustorum</i> (L.)	-	-	+
<i>Eristalis barda</i> Say	-	+	-
<i>Eristalis bastardii</i> Macq.	-	-	+
<i>Eristalis broussii</i> Williston	+	-	-
<i>Eristalis latifrons</i> Loew	+	-	-
<i>Eristalis obscura</i> Lw.	-	-	+
<i>Eristalis</i> sp.	+	-	-
<i>Eristalis</i> sp. #2	+	-	-
<i>Eristalis stipator</i> OS.	-	-	+
<i>Eristalis tenax</i> (L.)	+	-	+
<i>Eristalis transversa</i> Wd.	-	+	+
<i>Eumerus strigatus</i> (Fallen)	+	-	-
<i>Eupeodes volucris</i> Osten Sacken	+	-	-
<i>Helophilus fasciatus</i> Walk.	-	-	+
<i>Helophilus latifrons</i> Loew	+	-	+
<i>Helophilus lunulatus</i> Meigen	+	-	-
<i>Helophilus</i> sp.	+	-	-
<i>Helophilus stipatus</i> Walker	+	-	-
<i>Lejops hamatus</i> (Lw.)	-	-	+
<i>Merodon equestris</i> (F.)	+	-	-
<i>Metasyrphus</i> sp.	-	-	+
<i>Orthonevra pulchella</i> (Will.)	-	-	+
<i>Platycheirus clypeatus</i> (Mg.)	-	-	+
<i>Sericomyia militaris</i> Walk.	-	-	+
<i>Sphaerophoria</i> sp.	+	+	+
<i>Syritta pipiens</i> (L.)	-	-	+
<i>Syrphus ribesii</i> (L.)	-	-	+
<i>Temnostoma alternans</i> Lw.	-	-	-
<i>Xylota flavitibia</i> Bigot	+	-	-
<i>Xylota (Syritta) pipiens</i> (L.)	+	-	-

**BOMBYLIIDAE**

<i>Bombylius major</i> L.	-	+	-
<i>Bombylius pygmaeus</i> Fab.	-	+	-
<i>Bombylius</i> sp.	+	-	-
<i>Villa</i> sp.	+	-	-
<i>Villa utahensis</i> Maughan	+	-	-

**CALLIPHORIDAE**

<i>Bufolucilia silvarum</i> (Meigen)	+	-	-
<i>Calliphora</i> sp.	+	-	-
<i>Phaenicia sericata</i> (Meigen)	+	-	-
<i>Phormia regina</i> (Meigen)	+	-	-
<i>Pollenia rudis</i> (F.)	+	-	-

**TACHINIDAE**

<i>Gonia spp.</i>	+	-	-
<i>Peleteria iterans</i> (Walker)	+	-	-

Le nombre et la qualité des visites (soit la durée de contact entre le pollinisateur et les pièces florales) influencent le niveau de pollinisation. En Russie, Skrebtsova (1957) a observé une relation positive entre le nombre de visites et le poids moyen des fruits. Ainsi, les fleurs du cultivar 'Mysovka' ayant reçu 1, de 6 à 10 et de 21 à 25 visites par des abeilles domestiques pesaient en moyenne respectivement 3.2, 4.1 et 8.1 g. Skrebtsova (1957) a estimé que de 16 à 19 visites par les abeilles domestiques sont nécessaires pour obtenir 100% de pollinisation. En conditions québécoises, Chagnon *et al.* (1989) ont estimé que quatre visites totalisant 40 secondes de contact avec les fleurs étaient adéquates pour la pollinisation complète chez le cultivar 'Veestar'. Comme le pollen n'est disponible que trois ou quatre jours et que les conditions météorologiques sont imprévisibles durant la période de la floraison du fraisier, le positionnement de ruches d'abeilles domestiques dans les fraisières augmente la probabilité d'une bonne pollinisation.

Certains cultivars de fraisier sont plus attirants que d'autres pour les insectes pollinisateurs. Ainsi, le cultivar 'Elvira' a reçu deux fois plus de visites d'abeilles que le cultivar 'Catskill' (Tableau 3). 'Elvira' a également été plus visité que les autres cultivars par les insectes pollinisateurs (Tableau 3). Quoique qu'il y ait des différences entre les concentrations de glucose, fructose et sucrose du nectar et certains acides aminés libres dans le pollen (Grünfeld *et al.* 1989), on n'a pu trouver un paramètre qui expliquerait à lui seul les disparités entre les fréquences des visites.

Tableau 3. Fréquence des visites d'abeilles et d'autres pollinisateurs sur les fleurs de huit cultivars de fraisiers (D'après Bagnara et Vincent 1988).

Cultivar	Nombre de visites d'abeille par fleur		Nombre de visites par les autres pollinisateurs	
	1984 <sup>a</sup>	1985 <sup>b</sup>	1984 <sup>a</sup>	1985 <sup>b</sup>
'Catskill'	24	42	21	11
'Confitura'	35	57	31	11
'Elvira'	74	100	41	14
'Gorella'	53	68	23	14
'Korona'	51	92	29	11
'Redcoat'	47	43	22	11
'Scott'	35	32	23	11
'Veestar'	55	46	24	12
LSD (0.05)	14	19	12	8

a : Moyenne (x100) pour 21 périodes d'observation (10 minutes/observation) .

b : Moyenne (x100) pour 8 périodes d'observation (10 minutes/observation).

**Les ravageurs du fraisier**

Les informations concernant les insectes ravageurs associés au fraisier ont été traitées par Schaefers (1981) pour l'Est de l'Amérique du Nord, et par Vincent et Lachance (1987) et Vincent *et al.* (1990) pour le Québec. Quoique plusieurs espèces d'insectes, notamment des tordeuses (Vincent *et al.*

1985, 1989) attaquent les fraisières, les fraisculteurs traitent essentiellement contre les ravageurs les plus importants soient les adultes de l'anthonome du fraisier, *Anthonomus signatus* Say (Coleoptera : Curculionidae), et les nymphes de la punaise terne, *Lygus lineolaris* P. de B. (Hemiptera : Miridae).

Ces deux insectes sont attaqués par peu d'ennemis naturels (Vincent et Bostanian 1985 ; Vincent *et al.* 1990). Les candidats potentiels sont peu efficaces en fraisières traitées ou non-traitées (Van Driesche et Hauschild 1987). Dans les conditions actuelles, il est impensable de concevoir à moyen terme un programme de lutte biologique contre ces deux insectes. Cela signifie que l'on ne peut produire de la fraise au Québec sans effectuer un ou plusieurs traitements insecticides par année. Cette situation, qui comporte des désavantages environnementaux et économiques, est indésirable dans l'optique d'un objectif de production biologique'. Récemment, des travaux de recherches ont démontré qu'il serait possible de contrôler les dommages causés par l'anthonome du fraisier en ne traitant que les bordures infestées par ce ravageur (Charbonneau *et al.* 1995, 1996a et b). Cette opportunité doit être déterminée par dépistage rigoureux de la plantation.

Par ailleurs, la philosophie de la lutte intégrée préconise l'utilisation conjointe de toutes les méthodes disponibles pour maintenir le seuil des insectes ravageurs en deçà d'un seuil de nuisibilité. Pour la punaise terne, nous disposons, suite aux travaux de Lachance *et al.* (1985) et de Mailloux et Bostanian (1989), de seuils d'action éprouvés en conditions québécoises.

### **Intégration des méthodes de lutte et de la régie des ravageurs**

La plupart des études publiées à ce jour traitent de la question de la pollinisation et de la régie des ravageurs du fraisier de façon indépendante. Vincent *et al.* (1990) ont traité du problème de l'intégration des programmes et nous reprenons ici les principaux éléments, de même que d'autres arguments trouvés depuis.

Toutes les études effectuées sous cage sur la pollinisation du fraisier étaient faites sans insecticides. Toutefois, dans la plupart des exploitations commerciales, on utilise fréquemment les insecticides. Actuellement, la décision de traiter contre un insecte ravageur est basée sur un seuil d'intervention dans le cas de l'anthonome de la fleur du fraisier et de la punaise terne. La question est donc : devons nous maximiser les rendements en favorisant l'action des insectes pollinisateurs ou devons nous éduire les dommages causés par les ravageurs tel l'anthonome de la fleur du fraisier et la punaise terne. On discutera d'abord de la régie des pollinisateurs, puis de l'intégration de cette régie avec celle des ravageurs.

### **Régie des insectes pollinisateurs**

Il y a des limites à l'utilisation des abeilles pour la pollinisation du fraisier. D'abord les abeilles ne butinent pas si la température est inférieure à 12°C ou si la vitesse du vent est élevée (Seeley 1985). Toutefois, en présence de vents forts, la contribution relative du vent par rapport aux insectes pollinisateurs sera élevée. Deuxièmement, quoique l'on connaisse l'apport positif des abeilles pour certains cultivars, les recommandations d'un certain nombre de ruches à l'hectare sont imprécises. Ainsi Jaycox (1970) recommande une colonie forte par hectare, alors que Kevan (1988) recommande de 0 à 20 colonies par hectare dépendant du cultivar. Le nombre de ruches à l'hectare dépendrait des dimensions du champ et du cultivar en cause (McGregor 1976) et l'aire de butinage des abeilles indigènes est relativement petite par rapport aux dimensions des parcelles commerciales. Plusieurs espèces de plantes ayant du nectar en abondance et se situant à proximité des fraisières peuvent attirer des pollinisateurs hors des fraisières. Parce que les besoins en pollinisation diffèrent d'un cultivar à l'autre (Bagnara et Vincent 1988), il est difficile d'avoir une recommandation générale. Free (1968) est d'avis que l'ajout de ruches ne peut être profitable qu'en fraisières de grandes dimensions. Toutefois, il n'existe pas d'études coût-bénéfices concernant la valeur économique de placer un certain nombre de ruches (par ha). Troisièmement, les pesticides pulvérisés sur les fraisières peuvent interférer avec l'activité des pollinisateurs indigènes ou domestiques. Les pyréthrinoides de synthèse repoussent certaines espèces. En raison des dangers d'intoxication des abeilles, les apiculteurs devraient être prudents lorsqu'ils louent leurs ruches à des fraisculteurs qui traitent exclusivement en fonction de l'abondance des ravageurs.

D'autre part, le type de végétation avoisinante aux fraisiers peut modifier la diversité des insectes pollinisateurs, comme l'indique les travaux de Payette et de Oliveira (1989). Faute de plus d'informations, on ne peut toutefois pas faire de recommandations précises concernant cette possibilité.

Tableau 4. Diversité spécifique ( $H'$ ), richesse et régularité de l'ensemble des apoï des et des abeilles sauvages dans les cinq biotopes étudiés à Saint-Hyacinthe en 1984. (D'après Payette et de Oliveira (1989)).

	Biotopes				
	Non cultivés		Cultivés		
	H	F	P	L1	L2
<b>Apoï des</b>					
Diversité	2.67	2.44	0.49	0.20	0
Richesse	54	30	5	4	1
Régularité	0.46	0.50	0.21	0.10	0
<b>Abeilles sauvages</b>					
Diversité	4.72	3.92	1.87	1.46	-
Richesse	53	29	4	3	0
Régularité	0.82	0.81	0.94	0.92	0

H: haie; F: friche; L1 luzernière, L2 luzernière

### Intégration avec les méthodes de lutte

Nous suggérons le respect d'une période d'absence de traitements insecticides, depuis le stade de 5% de floraison jusqu'à la chute des pétales des fleurs secondaires. Cette stratégie est compatible avec le seuil proposé par Schaefers (1980) et Mailloux et Bostanian (1988). Une telle période est présentement respectée chez les cultures fruitières ayant pollinisation croisée obligatoire, telles la pomme, la poire et la pêche. Les stigmates étant réceptifs au pollen pendant environ 2-3 jours, une période de sept jours serait donc acceptable pour permettre une pollinisation des fleurs primaires et secondaires. De plus, les pollinisateurs des fleurs de fraisiers étant surtout actifs de 10h00 à 15h00 (Petkov 1965 ; Pion 1980), il est préférable de traiter avant ou après cette période.

D'autres pratiques de phytoprotection peuvent interférer avec la pollinisation. Ainsi, les fongicides comme le captane et le thiophanate de méthyle, utilisés contre la moisissure grise, *Botrytis cinerea* Fr., peuvent affecter la germination des grains de pollen (Eaton et Chen 1969a ; Khanizadeh et Buszard 1987). Ces auteurs ont trouvé que les fongicides peuvent augmenter le pourcentage de fruits malformés, mais qu'elles ne causent pas une réduction significative des rendements. Des traitements au captane peu avant ou peu après la pollinisation causent une baisse de fécondité des achènes (Eaton et Chen 1969b). On connaît peu de choses sur les effets des fongicides sur l'activité des pollinisateurs.

La rémanence des pesticides en champs est une information importante pour une meilleure régie des ravageurs et des pollinisateurs (Johansen 1977 ; Haynes 1988). D'une part, on peut expliquer la durée effective d'un traitement insecticide contre les insectes ravageurs. D'autre part, on peut éviter d'exposer les pollinisateurs à de fortes doses d'insecticides. Peu d'informations ont été publiées sur ce sujet. Goodwin *et al.* (1985) ont étudié la dégradation du diméthoate en fraisières australiennes. Au Québec, Bélanger *et al.* (1990) ont étudié la dégradation du malathion, du diméthoate, de la perméthrine et de la cyperméthrine (Tableau 5). Les pyréthrinoides se dégradent plus lentement que les insecticides organophosphorés. Parmi tous ces insecticides de synthèse, le malathion se dégrade le plus rapidement. Généralement, les concentrations retrouvées 3-4 jours après les traitements sont de loin inférieures à celles trouvées immédiatement après les traitements.

La mise au point d'un appareil géant d'aspiration des insectes par la firme californienne Driscoll (Show 1989) a ouvert de nouveaux horizons en lutte intégrée en fraisière. Les espoirs sont d'autant plus prometteurs qu'au Québec, l'importance des insectes ravageurs serait inférieure à celle observée en Californie (Pierre Lachance, obs. pers.). On a publié de nombreux articles de vulgarisation dans différents magazines scientifiques (par exemple Glynn 1989, Westerlund *et al.* 1989), souvent agrémenté de photos aguichantes. Toutefois, une seule étude publiée rapporte les résultats quantitatifs sur l'efficacité de cette méthode de lutte. Vincent et Lachance (1993) ont quantifié les effets en champs d'un prototype de Biovac (Premier Tech Inc., Rivière-du-Loup, Qué.) contre les adultes et les nymphes de la punaise terne. On traitait certaines zones du champ avec Biovac lorsque les populations de punaise terne excédait un seuil de 12 (nymphes+adultes) par 100 frappes, telles qu'estimées par la méthode de frappe. Dans ces conditions, on a passé le Biovac 6 fois en 1991 et 9 fois en 1992. On a observé une réduction importante des populations de punaise terne 10 fois sur 15. Par ailleurs, d'autres études ont démontré que la méthode de battage est fiable à toute heure du jour ou de la nuit, car la punaise terne passe la majorité de son temps sur les inflorescences du fraisier (Rancourt *et al.* 1993, Rancourt 1997). En conséquence on peut passer le Biovac à toute heure de la journée en ce qui concerne la punaise terne. Toutefois, il convient de savoir l'effet du Biovac sur la pollinisation et les insectes pollinisateurs.



Tableau 5. Moyennes des résidus (ppm) d'insecticides pulvérisés sur des fraisiers à Frelighsburg, Qué.. Les concentrations moyennes et erreurs standards (entre parenthèses) sont évaluées d'après quatre échantillons. (D'après Bélanger, Vincent et de Oliveira 1990).

<b>A) 1986</b>					
Jours après traitement	Résidus (ppm)		Jours après traitement	Résidus (ppm)	
	Malathion	Diméthoate		Perméthrine	Cyperméthrine
0	4.630 (0.566)	38.100 (11.690)	0	0.637 (0.136)	1.144 (0.271)
2	0.125 (0.032)	4.045 (1.290)	1	0.463 (0.052)	0.587 (0.161)
4	0.022 (0.006)	0.606 (0.401)	3	0.142 (0.021)	0.251 (0.044)
7	0.015 (0.004)	0.298 (0.174)	6	0.071 (0.013)	0.161 (0.088)
11	0.009 (0.002)	0.115 (0.065)	10	0.039 (0.010)	0.049 (0.012)
18	0.001 (0.000)	0.041 (0.006)	17	0.015 (0.001)	0.010 (0.010)

**B) 1987**

Résidus (ppm)				
Jours après traitement	Malathion	Diméthoate	Perméthrine A	Perméthrine B
0	1.272 (0.511)	36.186 (12.929)	2.180 (0.489)	2.820 (0.640)
3	0.012 (0.005)	1.575 (0.215)	0.090 (0.023)	0.205 (0.032)
4	0.009 (0.006)	0.351 (0.064)	0.143 (0.018)	0.084 (0.016)
7	0.007 (0.003)	0.299 (0.148)	0.083 (0.017)	0.088 (0.042)
11	0.001 (0.001)	0.021 (0.003)	0.089 (0.066)	0.030 (0.006)

17	0.001 (0.000)	0.019 (0.009)	0.027 (0.003)	0.042 (0.009)
----	------------------	------------------	------------------	------------------

La plupart des insectes pollinisateurs visitent les fleurs de fraisiers de 10h00 à 15h00 (Pion 1980 ; Chiasson *et al.* non publié). On peut donc recommander de passer le Biovac avant 10h00 ou après 15h00 afin d'éviter des effets réfastes sur les pollinisateurs. La majorité (63%) des abeilles domestiques se trouvant sur les fleurs de fraisiers lors du passage du Biovac ont été aspirée (et donc tuée) (Tableau 6; Chiasson *et al.*, non publié).

Tableau 6. Comportement des insectes pollinisateurs à l'approche et au passage du Biovac, Ste-Anne de la Pérade, Qué. . (D'après Chiasson, Vincent et de Oliveira, 1997)

Insecte	S'envole lorsque le Biovac est		Reste là et	
	à > 1 m	à < 1 m	est aspiré	n'est pas aspiré
A) 11 juin 1992 à 14h00, n=15 observations				
Abeille domestique	1	4	37	16
Syrphide	1	1	1	0
Andrénide/ Halictide	1	6	8	0
B) 13 juin 1992 à 15h00, n=6 observations				
Abeille domestique	1	3	12	8
Andrénide/ Halictide	0	1	0	0

Le Biovac a également un effet sur le processus de pollinisation. Le pollen aspiré et projeté hors de la turbine est ensuite redistribué dans la fraisière (Chiasson *et al.*, 1995). Toutefois, en passant par la turbine, la viabilité du pollen est réduite de 50%. En conséquence, le Biovac ne peut remplacer l'action des insectes pollinisateurs.

### Conclusion

La contribution des insectes pollinisateurs à la production du fraisier est de 20 à 25% au poids des fruits. Cet apport se doit d'être bien compris, car ses effets sont assujettis aux conditions météorologiques (ex. vitesse de vents limitée, température > 12°C). Autrement dit, on ne peut garantir l'effet automatique des abeilles sur le rendement des fruits, mais, si les conditions le permettent, elles feront un bon travail de valeur ajoutée.

Par ailleurs, la lutte contre les principaux insectes ravageurs du fraisier est également importante. Les connaissances accumulées permettent actuellement de contrôler les insectes ravageurs avec des programmes ayant un impact minimal sur l'abeille domestique et les insectes pollinisateurs. Il s'agit d'introduire les abeilles domestiques durant la floraison. Durant cette période, la lutte contre les ravageurs,

par exemple à l'aide du Biovac, devrait se faire lorsque nécessaire avant ou après la période intensive de butinage afin d'épargner les pollinisateurs des méfaits de l'aspirateur. Il reste toutefois des travaux à faire avant que le Biovac puisse donner des niveaux de contrôle acceptables pour des conditions commerciales. Lorsque les densités de ravageurs dépassent le seuil économique, le Biovac pourra être passé ou on pourrait effectuer des traitements insecticides avant la floraison avec des insecticides à rémanence courte (les organophosphorés) ou après la floraison avec des insecticides ayant une rémanence plus longue (les pyréthrinoides), tout en respectant la période requise avant la récolte.

Au Québec, plusieurs fraiseiculteurs ont recours aux services des apiculteurs, ce qui a donné lieu à des échanges intéressants de services et de points de vue. Cette pratique, qui a pendant plusieurs années fait figure de pionnière, devient de plus en plus adoptée en Amérique du Nord (J. Kovach, Cornell U., comm. pers.). Quoique cette pratique ait été pratiquée sur une base empirique, elle a assuré une bonne production de fraises, sur les plans quantitatifs et qualitatifs. En intégrant davantage l'aménagement des insectes pollinisateurs et la régulation des insectes ravageurs du fraisier, et surtout en finançant adéquatement les recherches dans ce secteur, nous nous assurerons d'une bonne production répondant à la demande et nous demeurerons en tête de lice des régions productrices de fraises.

### Références

- Bagnara, D. et C. Vincent 1988. Role of insect pollination and plant genotype in strawberry fruit set and fertility. *J. Hortic. Sci.* **63**: 69-75.
- Bélanger, A., C. Vincent et D. de Oliveira 1990. A field study on residues of insecticides used in strawberry protection. *J. Environ. Sci. Health. B.* **5**:615-625.
- Chagnon, M., J. Gingras and D. de Oliveira 1989. Impact of honey bee visits on the pollination rate of strawberries. *J. Econ. Entomol.* **82**:1350-1353.
- Chagnon, M., J. Gingras et D. de Oliveira 1993. Complementary aspects of strawberry pollination by honey and indigenous bees (Hymenoptera). *J. Econ. Entomol.* **86**:416-420.
- Charbonneau, F. et C. Vincent 1995. Cartographie de l'anthonome de la fleur du fraisier, Résumé des recherches (vol 24), Centre de Recherche et de Développement en horticulture, Agriculture et Agro-Alimentaire Canada (Saint-Jean-sur-Richelieu, Qué.) **24**:15-16.
- Charbonneau, F. et C. Vincent 1996a. Insecticides vs anthonome. *Le Producteur Plus* **5**(2):15.
- Charbonneau, F., C. Vincent & M. Beauregard 1996b. L'anthonome de la fleur du fraisier peut dévaster un champ en 48 heures. *Le Producteur Plus* **5**(1):39.
- Chiasson, H. C., D. de Oliveira et C. Vincent 1995. Effects of an insect vacuum device on strawberry pollination. *Can. J. Plant Sci.* **75**:917-921.
- Chiasson, H., C. Vincent et D. de Oliveira 1997. Effect of an insect vacuum device on strawberry pollinators. *Acta Horticulturae* **437**:373-377.
- Colbert, S et D. de Oliveira 1992. Pollinisation croisée et production de quatre cultivars de fraisier, *Fragaria x ananassa*. *Can. J. Plant Sci.* **72**:857-861.
- Connor, L. J. 1972. Components of strawberry pollination. Ph.D. Thesis. Michigan State Univ., East Lansing, Mich., 84 p.
- Connor, L.J. et E.C. Martin 1973. Components of pollination of commercial strawberries in Michigan. *HortScience* **8**:304-306.
- Darrow, G. M. 1966. *The strawberry*, Holt, Rinehart and Winston, New York, 447 p.
- de Oliveira, D. S. Pion et R. O. Paradis 1983. Entomogamie et production du fraisier 'Redcoat', *Fragaria x ananassa* Duch., au Québec. *Bull. Soc. Entomol. Fr.* **88**:356-359.
- de Oliveira, D., L. Savoie et C. Vincent 1991. Pollinators of cultivated strawberry in Quebec. *Acta Hort.* **288**: 420-424.

- Eaton, G. W. et L. J. Chen 1969a. Effect of captan on strawberry pollen germination. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 94:558-60.
- Eaton, G. W. et L. J. Chen 1969b. Strawberry achene set and berry development as affected by captan sprays. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 94:565-68.
- Free, J.B. 1968. The pollination of strawberries by honeybees. *J. Hortic. Sci.* 43: 107-111.
- Glynn, M. 1989. Battling the bugs. *California strawberry* (April 16), 18.
- Goodwin, S., N. Ahmad et G. Newell 1985. Dimethoate spray residues in strawberries. *Pestic. Sci.* 16:143-46.
- Grünfeld, E., C. Vincent et D. Bagnara 1989. Chemical analysis of nectar and pollen of strawberry flowers by HPLC. *J. Agric. Food Chem.* 37:290-294.
- Haynes, K. F. 1988. Sublethal effects of neurotoxic insecticides on insect behavior. *Annu. Rev. Entomol.* 33:149-168.
- Jaycox, E. R. 1970. Pollination of strawberries. *Am. Bee J.* 110:176-177.
- Johansen, C. A. 1977. Pesticides and pollinators. *Annu. Rev. Entomol.* 22 : 177-92.
- Kevan, P. G. 1988. Pollination crops and bees. Ontario Ministry of Agriculture and Food Publication 172.
- Khanizadeh, S. et D. Buszard 1987. Effects of the Fungicides Captan and Easout on Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) Fruit Development. *Adv. Strawberry Prod.* 6 :27-31.
- Lachance, P., J. Fortin et G. Gilbert 1985. Services de dépistage écologique en Mauricie, pp. 153-168 in C.P.V.Q. 1985. Symposium sur la culture de la fraise, Conseil des Productions Végétales du Québec, Québec, Agdex 230/20, 328 pp.
- Mailloux, G. et N. J. Bostanian 1988. Economic injury level model for Tarnished Plant Bug, *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois)(Hemiptera :Miridae), in Strawberry Fields. *Environ. Entomol.* 17: 581-586.
- McGregor, S. E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. Washington, D.C., USDA/ARS Handbook 496, 411 p.
- Nitsch, J. P. 1950. Growth and morphogenesis of the strawberry as related to auxin. *Am. J. Bot.* 37:211-215.
- Nye, W.P. et J. L. Anderson 1974. Insect pollinators frequenting strawberry blossoms and the effect of honey bees on yield and fruit quality. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99: 40-44.
- Petkov, V. G. 1965. Proutchavane za utchastieto na ptchelite pri oprachvaneto na iagodata. [Studies on the participation of bees in strawberry pollination]. *Gradinar. i Lozar. Nauka* 2: 421-431. (en bulgare).
- Payette, A. et D. de Oliveira 1989. Diversité et abondance des apoï des (Hymenoptera:Apoidea) dans l'agroécosystème de Saint-Hyacinthe, Québec. *Naturaliste Can.* 116:155-165.
- Pichette, J., D. de Oliveira et C. Vincent 1993. Comparisons of methods to evaluate pollination rate in strawberry. *Adv. Strawberry Prod.* 12:26-29.
- Pion, S. 1980. La pollinisation du fraisier (*Fragaria x ananassa* Duch.), du pommier (*Malus pumila* Mill.) et du framboisier (*Rubus strigosus* Michx) par les insectes. Thèse M.Sc., Université du Québec à Montréal, Montréal.
- Pion, S., D. de Oliveira et R. O. Paradis 1980. Agents pollinisateurs et productivité du fraisier "Redcoat", *Fragaria x ananassa* Duch. *Phytoprotection* 61: 72-78.
- Rancourt, B. 1997. Comportement et activité de *Lygus lineolaris* en fraisière: conséquences sur l'efficacité de son dépistage et du contrôle par un aspirateur à insectes autotracté. Mémoire de Maîtrise, Département des Sciences Biologiques, Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec, 53 p.

- Rancourt, B., C. Vincent et D. de Oliveira 1993. Efficacité du dépistage de la punaise terne en fraisière. Résumé des recherches de la Station d'Agriculture Canada de Saint-Jean-sur-Richelieu 22: 16-18.
- Sannino, G. et R. Priore 1979. Le rôle des abeilles (*Apis mellifera* L.) dans la culture du fraisier. Fruits 34 :503-506.
- Schaefers, G. A. 1980. Yield Effects of Tarnished Plant Bug Feeding on June-Bearing Strawberry Varieties in New York State. J. Econ. Entomol. 73 :721-725.
- Schaefers, G. A. 1981. Pest Management systems for strawberry insects. pp. 377-393 in D. Pimentel (Ed.), CRC Handbook of Pest Management in Agriculture, Vol. III, CRC Press, Boca Raton, Fla., 656 p.
- Seeley, T. D. 1985. Honeybee Ecology, A Study of Adaption in Social Life. Monographs in Behavior and Ecology, Princeton Univ. Press, Princeton, N.J., 201 p.
- Skrebtsova, N. D. 1957. The role of honey bees in strawberry pollination. Pchelovodstvo 34 :334-37. (en russe)
- Van Driesche, R. G. et K. Hauschild 1987. Potential for Increased Use of Biological Control Agents in Small Fruit Crops in Massachusetts, pp. 22-32 in R. G. Van Driesche and E. Carey (Eds.) Opportunities For Increased Use of Biological Control in Massachusetts. Univ. Mass. Res. Bull 718, 140 p.
- Vincent, C. et D. de Oliveira 1994. Pollinisation et insectes pollinisateurs dans les fraisières du Québec, pp. 2-8 in N. J. Bostanian (ed.) La punaise terne et la production de fraises. Bull. Technique 1994-1F, Agriculture Canada, Ottawa, 29 p. [Pollination and insect pollinators of Quebec strawberry plantations in N. J. Bostanian (ed.), The tarnished plant bug and strawberry production, Technical Bulletin 1994-1E, 29 p.].
- Vincent, C. et N. J. Bostanian 1985. Lutte contre les insectes des fraisières au Québec. pp. 143-151 in C.P.V.Q. 1985. Symposium sur la culture de la fraise, C.P.V.Q., Quebec, Agdex 230/20, 328 pp.
- Vincent, C. et P. Lachance 1987. Le guide des ravageurs du fraisier au Québec. L'Horticulteur 2(7) : 8 p.
- Vincent, C. et P. Lachance 1993. Evaluation of a tractor-propelled vacuum device for the management of tarnished plant bug populations in strawberry plantations. Environ. Entomol. 22 :1103-1107.
- Vincent, C., D. D. de Oliveira et A. Bélanger. 1990. The Management of Insect Pollinators and Pests in Quebec Strawberry Plantations. in pp. 177-192 'Monitoring and Integrated Management of Arthropod Pests of Small Fruit Crops. Intercept Ltd., Andover, Hampshire, UK.
- Vincent, C., D. de Oliveira, A. Bélanger et H. Chiasson 1994. Aménagement des insectes pollinisateurs et régie des insectes ravageurs du fraisier. p. 81-92 in Colloque sur la pollinisation (CPVQ Inc.). Saint-Alphonse-de-Granby, Qué., 17 novembre 1994.
- Vincent, C., L.-G. Simard et R. O. Paradis 1985. *Olethreutes olivaceanum* (Lepidoptera: Tortricidae), ravageur des fraisières dans le sud-ouest du Québec. Rev. Entomol. Qué. 30: 28-34.
- Vincent, C., L.-G. Simard et R.O. Paradis 1989. Abondance relative des tordeuses du fraisier dans le sud-ouest du Québec. Rev. Entomol. Qué. 34:1-8.
- Westerlund, F., E. Show et T. Sjulín. 1989. IPM-Driscoll-BUGVAC™. Mimeo, Unpublished. Driscoll Strawberry Associates, Ca., mimeo, 10 p.

•••

Tableau 1. Pollinisation chez le fraisier: contribution de la gravité, du vent et des insectes pollinisateurs (D'après Vincer al. 1990).

'Cultivar'	Qué CANADA (Pion <i>et al.</i> 1980) 'Redcoat'			Angleterre (Free 1968) 'Favourite'			Mic (Cc
	Pd. moyen fruit (g)	% pd. fruit <sup>a</sup>	% fruit mauv. pollinisation	Pd. moyen fruit (g)	% pd. fruit <sup>a</sup>	% fruit mauv. pollinisation	Pd. moyen fruit (g)
Gravité + Vent (50% <sup>b</sup> )	6.1	69	56	6.7	80	48.6	5.4
Gravité + Vent (80% <sup>c</sup> )	6.8	77	53	-	-	-	5.9
Gravité + Vent (70% <sup>d</sup> ) + Abeilles sous cage	-	-	-	8.3	98	20.7	7.7
Gravité + Vent (100%)+ (en champ ouvert)	8.8	100	7	8.4	100	15.4	7.4

a: % du poids moyen des fruits par rapport au poids des fruits en champs ouverts.

b, c, d: la vitesse du vent a été réduite respectivement de 50, 20 et 30% par les cages recouvrant les plants.