

**UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL**

**MÉMOIRE  
PRÉSENTÉ  
COMME EXIGENCE PARTIELLE  
DE LA MAÎTRISE EN BIOLOGIE**

**DENSITÉ DE POLLINISATEURS ET PRODUCTION DU CANOLA**

**PAR  
RACHID SABBABI  
AOÛT 2003**

## ***AVANT-PROPOS***

La réalisation de ce projet était rendue possible grâce à la subvention du conseil pour le développement de l'agriculture de Québec. Le mémoire était rédigé par moi-même sous la supervision de Monsieur Domingos de Oliveira, directeur de recherche. L'étude expérimentale réalisée sur le terrain était sous ma responsabilité et avec le soutien d'un aide de terrain pour effectuer les observations et l'échantillonnage. Deux articles à soumettre:

- Réduction de la durée de la floraison du canola (Crucifera: Brassicaceae) par l'abeille domestique (Hymenoptera: Apidae)

R. Sabbahi, D. de Oliveira et J. Marceau

- Influence de la densité d'abeilles domestiques (Hymenoptera: Apidae) sur la production du canola (Crucifera: Brassicaceae)

R. Sabbahi, D. de Oliveira et J. Marceau

Je tiens à remercier toutes les personnes qui, placées sur mon chemin, ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce mémoire.

Merci sincèrement donc à Monsieur Domingos de Oliveira, mon directeur de recherche pour son encouragement, sa patience et son enthousiasme communicateur. Je remercie aussi Monsieur Jocelyn Marceau, mon codirecteur pour son constant soutien.

J'adresse aussi mes remerciements à Marie-Lyne Pelletier pour l'aide précieuse qu'elle a su m'apporter lors de la collecte de données sur le terrain. Je remercie également mes collègues de l'ERPI pour leur encouragement.

Je remercie le CDAQ pour l'encadrement et le financement de ce projet. Merci à toutes les personnes du MAPAQ et de la station de sciences animales de Deschambault que j'ai été amené à rencontrer durant mon séjour au Québec pour leur contribution indirecte à ma recherche.

Enfin, une pensée va à mes parents Mustapha et Souad Sabbahi, mes sœurs: Asmaa et Salma, mes frères: Souhail, Imad, Anas et Jalal et toute la famille qui, malgré l'éloignement, m'ont toujours soutenu et encouragé de façon indéfectible durant ma scolarité. Ce mémoire est l'achèvement d'un long périple commencé à Montréal en 2001 que j'aimerais leur dédicacer.

## **RÉSUMÉ**

La pollinisation est une étape essentielle pour la production grainière du canola, *Brassica napus*. Elle est réalisée par l'intervention de divers vecteurs polliniques dont particulièrement l'abeille domestique, *Apis mellifera*. Bien que l'importance de la pollinisation soit démontrée pour la production de graines de semence, le besoin d'introduire des ruches d'abeilles dans les champs de canola pendant la floraison, leurs effets sur la durée de floraison et sur le rendement tant grainier et qu'apicole ne sont pas encore prouvés. Pour réaliser ce travail, des ruches ont été regroupées et installées dans différents champs de canola, dans les régions: Chaudières-Appalaches (2 réplicats) et Portneuf (1 réplicat), afin d'en obtenir un gradient de densité de 0 à 3 ruches à l'hectare. Pour calculer la durée de floraison dans ces conditions, 10 plants étiquetés ont été mis sous cage, hors de la portée des pollinisateurs et 10 autres à l'extérieur, exposés aux butineurs; les fleurs ont été dénombrées par plant chaque jour. Après la récolte, des analyses de rendement ont été faites tels que la mise en silique, le nombre de graines par plant, le gain en miel etc. Les résultats montrent qu'il y a une augmentation du rendement grainier de 44 %, une diminution de la durée de floraison d'environ 4 jours en présence de ruches et un gain de miel de l'ordre de 19 et de 13 kg par ruche pour les traitements 1.5 et 3 ruches à l'hectare respectivement. Les densités d'abeilles domestiques contribuent à la production et conséquemment, elles constituent un vecteur pollinique bénéfique et important pour diminuer la durée de floraison en canola, évitant ainsi les pertes dues à la présence des siliques trop mures et immatures lors de la récolte, et optimiser les rendements de canola.

## ***TABLE DES MATIÈRES***

<b>REMERCIEMENT</b> .....	ii
<b>RÉSUMÉ</b> .....	iii
<b>TABLE DES MATIÈRES</b> .....	iv
<b>LISTES DES FIGURES</b> .....	vi
<b>INTRODUCTION GÉNÉRALE</b> .....	1
<b>CHAPITRE I. Réduction de la durée de la floraison du canola (Crucifera: Brassicaceae) par l'abeille domestique (Hymenoptera: Apidae)</b> .....	9
1. Introduction.....	10
2. Matériel et méthode.....	11
3. Résultats et discussion.....	13
4. Conclusion.....	15
5. Liste de références.....	
<b>CHAPITRE II. Influence de la densité d'abeilles domestiques (Hymenoptera: Apidae) sur la production du canola (Crucifera: Brassicaceae)</b> .....	19
1. Introduction.....	20
2. Matériel et méthode.....	22
3. Résultats et discussion.....	24
4. Conclusion.....	27
5. Liste de références.....	

<b>CHAPITRE III. Effet du canola (Crucifera: Brassicaceae) Sur et la production apicole de l'abeille domestique (Hymenoptera: Apidae)</b> .....	34
1. Introduction.....	35
2. Matériel et méthode.....	36
3. Résultats et discussion.....	37
4. Conclusion.....	39
5. Liste de références.....	
<b>CONCLUSION GÉNÉRALE</b> .....	43
<b>LISTE DES RÉFÉRENCES</b> .....	45

## **LISTE DES FIGURES**

	Page
Fig. 1. a. Diminution de la durée de floraison en fonction de densités de ruches d'abeilles à l'hectare.....	16
Fig. 1. b. Diminution de la durée de floraison en fonction du nombre d' <i>Apis mellifera</i> de 40 observations, Québec, 2002.....	16
Fig. 2. Relation entre la densité de ruches à l'hectare et le nombre d'abeilles observées.....	16
Fig. 3. Régression entre le potentiel floral et le nombre de fleurs coupées par plant.....	17
Fig. 4. Relation entre le nombre de siliques / plant et le nombre de fleurs coupées / plant.....	17
Fig. 5. Régression entre la mise en silique et le nombre de fleurs coupées par plant.....	18
Fig. 6. Régression entre le nombre d'abeilles domestiques observées et les densités de ruches d'abeilles domestiques appliquées / ha.....	28
Fig. 7. Mise en silique du canola en fonction de la densité de ruches d'abeilles domestiques / ha, Québec, 2002.....	29
Fig. 8. Nombre de siliques par plant en fonction du nombre de ruches d'abeilles domestiques / ha.....	30
Fig. 9. Nombre de graines par silique en fonction du gradient de densité d'abeilles domestiques.....	30
Fig. 10. Relation entre le poids de graines par silique et le nombre de ruches d'abeilles domestiques / ha.....	31
Fig. 11. Régression entre le poids d'une graine en fonction du nombre de graines par silique.....	32
Fig. 12. Relation entre le poids au 1000 graines et le nombre de ruches d'abeilles domestiques / ha.....	32
Fig. 13. Poids total par plant en fonction du nombre de ruches d'abeilles domestiques / ha.....	33

Fig. 14. Nombre total de graines par plant en fonction du nombre de ruches d'abeilles domestiques / ha.....	33
Fig. 15. Production de miel en fonction du nombre de ruches à l'hectare, Québec, 2002.....	41
Fig. 16. Variation du nombre de cellules du couvain non operculé en fonction du gradient de densité d'abeilles domestiques.....	41
Fig. 17. Variation du nombre de cellules du couvain operculé en fonction du nombre de ruches à l'hectare.....	42
Fig. 18. Variation du couvain total en fonction du nombre de ruches introduites à l'hectare.....	42

## ***LISTE DE PHOTOS***

	Page
Photo. 1. Inflorescence en grappes de canola.....	2
Photo. 2. Butinage d'une fleur du canola par l'abeille domestique.....	7
Photo. 3. L'emplacement des ruches d'abeilles domestiques dans le champ du canola .....	12
Photo. 4. Le transect d'observation et la cage en plein champ.....	13



## ***INTRODUCTION GÉNÉRALE***

### **1) Particularité de la plante:**

Le colza résulte du croisement naturel du chou, *Brassica oleracea* L. et de la navette, *B. rapa* L. Le colza et le canola sont deux variétés appartenant à une même espèce végétale, *B. napus* L. Ils font partie de la famille des crucifères, Brassicaceae, qui comprend entre autres deux espèces oléagineuses, *B. napus* et *B. rapa* (connue aussi sous le nom de *B. campestris*). La pollinisation s'effectue par le transport du pollen à partir des étamines vers le stigmate d'où il y aura acheminement du pollen vers l'ovaire pour réaliser la fécondation au niveau des deux carpelles où se trouvent les ovules. Williams (1978) montre que la déhiscence des anthères facilite d'avantage l'autopollinisation, mais d'autres auteurs comme Free and Ferguson (1970) ont montré que la pollinisation croisée améliorerait le rendement grainier de 14 %.

Le vent comme agent pollinisateur a une action pollinisatrice non négligeable sur *B. napus* (Mesquida et Renard, 1979), mais avec l'introduction des insectes pollinisateurs on aura un rendement grainier plus élevé (Olsson, 1955). Les butineuses du canola sont pour la plupart des abeilles domestiques (Belozeroва, 1960); ces insectes sont très attirés par cette plante dont elles retirent beaucoup de nectar et de pollen. Elles représentent environ 90 % des apoïdes butinant cette culture (Belozeroва, 1960). Les abeilles sauvages ne sont pas en nombre négligeable. Le colza, *B. napus*, attire efficacement les insectes pollinisateurs grâce à son nectar et son pollen (Hammer, 1952).

Le canola a été développé au Canada vers la fin des années 1960, début des années 1970 (Canola Council of Canada, 1995). Il se distingue des autres variétés, comme le colza, par son huile qui contient moins de 2% d'acide erucique et les graines contiennent moins de 30 micromoles de glucosilates par gramme (Canola Council of Canada, 1995). De plus, le canola est parmi les plus importantes plantes cultivées au Canada, la production grainière ayant doublé entre 1990 et 1999 pour atteindre environ 8.8 millions de tonnes (Statistics Canada, 2000). Les prairies des provinces d'Alberta, de

Saskatchewan et du Manitoba produisent 85 – 90 % de la récolte de canola canadien (Statistics Canada, 2000).

Cette plante annuelle a une racine pivotante, avec une tige principale plus ou moins ramifiée selon la densité de la plantation. Il existe des variétés d'hiver et des variétés du printemps; ces dernières sont beaucoup moins productives. La fleur du canola, typique de la famille des crucifères, comporte une corolle à quatre pétales d'une belle couleur jaune, avec quatre sépales alternes; hermaphrodite, la fleur héberge six étamines, quatre grandes et deux petites, entourant un ovaire à deux carpelles; le style allongé porte le stigmate au niveau des étamines longues (Barbier, 1978), Photo. 1. Le fruit est une silique renfermant de nombreuses graines. Le fond de la corolle abrite quatre nectaires, glandes globuleuses d'un vert vif situées à la base des étamines.



Photo. 1: Inflorescence en grappes de canola

Une fleur sécrète beaucoup de nectar par jour, de 0.6 à 1.9 mg; ce dernier est constitué principalement de monosaccharides comme le glucose et le fructose et de disaccharides comme le saccharose avec d'autres sucres en faible quantité. Cela fait du canola, une plante mellifère de premier ordre (Baker and Baker, 1983). Le pollen se caractérise par des grains de forme subcirculaire de 24 à 26  $\mu\text{m}$  de diamètre, présentant trois sillons germinatifs et une exine réticulée; il est largement produit par les fleurs du canola et il contient beaucoup de lipides (Williams, 1985). Les fleurs sont en grappes allongées. Au début de la floraison se développe une inflorescence verticale, la hampe primaire, puis apparaissent des ramifications secondaires voir même tertiaires. Les anthères des quatre étamines longues s'ouvrent au niveau du stigmate mais libèrent le pollen vers l'extérieur tandis que les anthères des deux étamines courtes s'ouvrent vers l'intérieur mais se situent au-dessous du stigmate.

## **2) Plante hybride:**

La production d'hybride F1 donne des rendements supérieurs de 20 % par rapport aux lignées parentales; la production commerciale de semences hybrides s'effectue dans des champs où l'on a semé de façon alternée une lignée mâle pollinisatrice possédant des fleurs hermaphrodites et une lignée femelle dont les fleurs sont autostériles et pauvres en nectar: elles sécrètent 10 à 14 fois moins de nectar que les lignées mâles (Mesquida et Renard, 1979). Les lignées femelles ont des nectaires plus petites que celles des lignées mâles; la culture alternée de bandes de plantes mâles, larges de 5 m et de bandes de plantes femelles, larges de 50 m a été recommandée. Donc dans ces conditions, l'application de l'abeille domestique est justifiée et recommandée pour faciliter et augmenter le rendement grainier. Free et Nuttal (1968) détectaient un gradient de pollinisation dans les hybrides du colza avec une grande concentration des pollinisateurs dans les bandes mâles hybrides et dans les sites des bandes femelles situées à côté des premières; ce gradient diminue rapidement avec l'augmentation de la distance entre les bandes femelles et les mâles. D'autres auteurs, comme Mackenzie *et al.* (1997) ont

travaillé sur la durée et le nombre de visites des abeilles dans les fleurs du canola; ils ont montré que:

- les abeilles butinant le pollen des lignées mâles passent environ quatre secondes par fleur tandis que celles qui récoltent le nectar des lignées femelles passent environ trois secondes par fleur.
- le pollen transporté par les abeilles qui est croisé à des fleurs femelles au rythme d'environ 1,5 secondes par fleur.

### 3) Abeilles domestiques et colza:

L'abeille domestique est reconnue depuis longtemps par la production de miel et autres dérivés de la ruche. La domestication et l'utilisation de cet insecte ont ainsi suscité de nombreuses études. L'abeille domestique joue toutefois un rôle encore plus important au niveau de la pollinisation qui consiste à transférer du pollen des anthères au stigmate, phénomène indispensable à la fécondation et à la formation des graines. Mohr et Jay (1988) montraient que *A. mellifera* passe beaucoup plus de temps et effectue plus de visites sur les fleurs du *B. napus* que chez les fleurs du *B. rapa*. Downey *et al.* (1970) constataient que le colza est largement autofécond et il a un bon rendement grainier sans présence d'abeilles domestiques, mais d'autres auteurs comme Fugita (1939) annoncent que *B. napus* avec l'intervention des abeilles domestiques produisait 25 % plus de graines que les plants exclus des abeilles. Latif *et al.* (1960) montraient que le rendement du colza avec l'intervention des abeilles comme agents pollinisateurs, était presque le double de celui sans abeilles. Plusieurs chercheurs à leur tour montraient une certaine augmentation du rendement grainier du *B. napus* par la présence de l'abeille.

De tous ces tests montrés, Mc Gregor (1976) indique qu'il y a un bénéfice à partir de la pollinisation par les abeilles qui varie de 13 à 64 % de graines par silique. De plus, l'abeille domestique demeure pour le moment le seul insecte pollinisateur disponible en grande quantité et à un coût abordable pour les producteurs; en absence complète de ressources, il peut se déplacer jusqu'à 13.5 km pour obtenir de la nourriture (Eckert,

1933). Toutefois, en présence d'une seule espèce florale apte à fournir le nectar et / ou le pollen comme le *B. napus*, les abeilles domestiques auront plutôt tendance à butiner les ressources disponibles les plus proches et les densités de ces insectes décroissent généralement en fonction de l'éloignement des ruches, particulièrement après 2.5 km (Aras et *al.*, 1992). La température et les précipitations sont les principaux facteurs météorologiques influençant l'activité des abeilles domestiques. Ces insectes arrêtent leurs activités de butinage à 14°C (Comm. personnelle, D. de Oliveira). De plus, il a été montré qu'il y a un fort impact des abeilles sur la qualité du colza car Singh and Singh (1992) ont montré que la pollinisation par les abeilles augmente la concentration de lipides dans les graines. Koutensky (1959) a montré qu'il y a une augmentation au niveau de la qualité et du rendement des graines.

De plus, les siliques se développent plus vite (Ewert, 1929) et aussi on a une diminution de la durée moyenne de floraison (Mesquida et Renard, 1988). Williams (1985) a conclu que l'ensemble de ces facteurs précités contribue à une grande qualité du rendement grainier du colza. Selon le même auteur, la densité des abeilles est plus grande dans les champs du *B. napus* pendant la période de pleine floraison.

Sur la variété colza, une autre recherche montrait que dans des cages, en présence notamment d'abeilles et par rapport aux cages sans insectes que:

- les plantes ont tendance à produire un peu moins de ramifications secondaires et surtout tertiaires; les fleurs ont une durée de vie plus courte, la période de floraison est réduite et les taux de nouaison de la plante sont plus faibles.
- les siliques renferment plus de graines plus grosses ou de même taille et les rendements sont plus élevés.
- par contre, hors cage et en plein champ, les siliques renferment plus de graines et elles sont généralement plus petites et les rendements sont nettement supérieurs à ceux des cages sans ou avec abeilles.

Ces différences parfois hautement significatives par rapport aux cages avec des insectes s'expliquent par l'existence d'un effet «cage» important sur le comportement de vol des abeilles (Mesquida et Renard, 1988).

Aussi Mesquida et Renard (1983) montraient précisément que le nombre de graines produites par silique semble dépendant des quantités de pollen qu'il y avait sur le stigmate. Si le nombre de grains de pollen viable est inférieur au nombre d'ovules, la pollinisation est déficiente. Ces auteurs montraient très bien le rôle important de l'abeille comme vecteur pollinique en assurant l'apport d'une quantité suffisante de pollen. De plus, ces mêmes auteurs constataient que le pollen du colza n'est pas tout à fait anémophile, car ce pollen adhère aux anthères et aux fleurs à cause de sa composition lipidique.

Eisikowitch (1981) a montré qu'il faut une vitesse supérieure à 5 m / sec pour que le pollen soit dispersé des anthères des fleurs du *B. napus*. De plus, il a été montré que les variétés d'hiver de *B. napus* sont plus productives et dépendantes des insectes que les variétés d'été qui sont moins productives mais aussi dépendantes des insectes (Neuendorf, 1991). Plusieurs études ont été réalisées pour estimer le nombre exact de ruches nécessaires à l'obtention d'un maximum de rendements. En Australie avec la sous variété Kareo, il faut trois ruches /ha pour augmenter le rendement grainier. La même étude a montré qu'un grand rendement du colza est obtenu quand les colonies d'abeilles sont très proches des champs (Manning cité par Harman, 1999). L'auteur Manning est d'accord avec d'autres chercheurs qui ont montré aussi que si on diminue la distance entre les ruches et le champ, on aura une grande densité d'abeilles et aussi un grand rendement grainier. Chez *B. rapa*, Koutensky (1959) suggérait deux fortes colonies par hectare pour avoir une densité adéquate d'abeilles dans les fleurs d'un champ de colza.

Hammer (1963) recommandait trois colonies/ ha comme densité d'abeilles pour la culture de *B. napus*. Vesely (1962) suggérait trois à quatre colonies/ ha pour les fleurs du colza; par contre Radchenko (1964) suggérait uniquement deux ruches/ ha. Kubisova *et al.* (1980) recommandait qu'il faut utiliser quatre ruches/ ha pour réaliser une bonne pollinisation chez la variété colza.

#### 4) Abeilles domestiques et canola:

Si l'abeille domestique a acquis ses lettres de noblesse par la qualité de ses services en tant que pollinisateur pour de nombreuses cultures végétales, il demeure toutefois une certaine controverse quant à son efficacité pour la pollinisation des fleurs du canola. Bien que ces fleurs soient hermaphrodites, leurs caractéristiques morphologiques et physiologiques les rendent presque entièrement dépendantes des insectes pour assurer le transfert du pollen des anthères aux stigmates, condition essentielle à la fécondation des ovules et à la formation subséquente des siliques (Free et Nuttal, 1968), Photo. 2.



Photo. 2: Butinage de la fleur du canola par l'abeille domestique

Naturellement, cette pollinisation est assurée par des insectes indigènes qui exploitent les récompenses, nectar et pollen, offertes par les inflorescences. Il apparaît toutefois qu'ils ne sont pas présents en quantité suffisante pour assurer la pollinisation du

très grand nombre de fleurs qui sont présentes dans les exploitations commerciales de grande surface. De plus, l'établissement de monocultures engendre une diminution importante de la diversité et de l'abondance des pollinisateurs indigènes (Payette et de Oliveira, 1989). C'est ainsi que depuis quelques années, les producteurs de certaines contrées tentent de compenser cette carence de vecteurs polliniques par l'introduction de colonies d'abeilles domestiques durant la floraison de canola.

En effet, le canola (*B. napus*) contient de grandes quantités de nectar et de pollen (Williams, 1985). Le canola est très attractif pour les insectes notamment l'abeille domestique (Free et Nuttal, 1968) et tant qu'on aura une densité de 20 fleurs par m<sup>2</sup> pendant la période de la floraison, les abeilles seront dispersées dans le champ (Tasei, 1978); c'est une culture à longue période de floraison (25 à 30 jours) par rapport à d'autres plantes (e.g arbres à fruits).

Dans la ruche, le miel est toujours stocké au-dessus et autour du secteur de ponte du nid. Les abeilles adultes se nourrissent de miel, et le mélangent au pollen pour nourrir les ouvrières plus âgées et les larves. La plupart des colonies produisent plus de miel que nécessaire pendant les productions de miel abondantes. Cet excédent de miel peut être récolté. Si l'abeille domestique a servi en tant que pollinisateur pour les cultures de canola, il demeure toutefois une certaine controverse quant à l'efficacité de cette oléagineuse pour le développement de ruches et ainsi sur le rendement apicole. D'ailleurs, la santé d'une colonie d'abeilles se manifeste par l'état de son couvain et la production de miel pendant que les ouvrières butinent dans les fleurs de canola lors de la période de floraison.

Finalement, aucune étude n'a été réalisée sauf une superficielle faite en Australie (Manning, 1998), à ma connaissance, sur la relation entre le gradient de densité d'abeilles domestiques et le rendement du canola.



## CHAPITRE I

### **Réduction de la durée de la floraison du canola (Crucifera: Brassicaceae) par l'abeille domestique (Hymenoptera: Apidae)**

#### **Résumé**

Cette étude a pour objectif principal de mettre en évidence la relation entre la densité d'insectes pollinisateurs notamment l'abeille domestique, *Apis mellifera* et la durée moyenne de floraison du canola, *Brassica napus*. Pour réaliser ce travail, des ruches d'abeilles ont été installées dans différents champs du canola des régions Chaudière-Appalaches et Portneuf, afin de créer le gradient de densité de 0 à 3 ruches à l'hectare. Pour calculer la durée de floraison dans ces différentes conditions, 10 plants étiquetés ont été mis sous cage, hors de la portée des pollinisateurs et 10 autres à l'extérieur, exposés aux butineurs; les fleurs ont été dénombrées par plant à chaque jour et de façon régulière. Nous visons aussi démontrer que le plant tant qu'il n'atteint pas sa charge optimale, émet de nouvelles fleurs prolongeant ainsi la durée de floraison. À cette fin, 20 plants sélectionnés au hasard dans l'un de replicats ont subi la coupure d'un nombre pré-établi de fleurs ouvertes à chaque jour. Les résultats montrent que le plant dès qu'il atteint sa charge optimale, arrête de produire des nouvelles fleurs et qu'en présence de 3 ruches à l'hectare, la durée de floraison est réduite d'environ 4 jours, soit de 16.33 % de la durée totale. Par un transport adéquat de pollen aux stigmates, non seulement l'abeille domestique diminue la durée de vie d'une fleur, mais aussi le nombre de fleurs émis par le plant et ainsi la durée de floraison.

## 1. Introduction

Le canola, *Brassica napus* L., provient de l'amélioration génétique du colza et appartient à la famille des crucifères (Brassicaceae). Cette espèce résulte du croisement naturel du chou (*Brassica oleracea*) et de la navette (*B. rapa*). Chez les plantes à fleurs, la formation des graines provient de la fécondation des ovules, par des grains de pollen. Ces derniers, sont déposés sur la partie supérieure du pistil, le stigmate, pour rejoindre les ovules non fécondés de la fleur. Ce phénomène de la pollinisation est un processus essentiel aboutissant au développement des siliques (Williams, 1978). Naturellement, la pollinisation est assurée par des insectes indigènes qui exploitent les récompenses, nectar et pollen, offertes par les inflorescences notamment chez les plantes entomophiles. Il apparaît toutefois qu'ils ne sont pas présents en quantité suffisante pour assurer la pollinisation du très grand nombre de fleurs qui sont présentes dans les exploitations commerciales de grande surface comme celles des plantes oléagineuses.

L'abeille domestique, *Apis mellifera* L., possède des qualités remarquables pour effectuer la pollinisation de la fleur. Premièrement, elle est dotée d'un grand pouvoir d'adaptation à différentes espèces végétales. Ainsi elle peut butiner et polliniser plusieurs variétés différentes au cours d'une même saison. Par contre lorsqu'elle identifie une plante intéressante, elle en développe une grande fidélité et cette espèce végétale peut bénéficier d'une bonne pollinisation. Le canola, plante mellifère, est très attractif pour les insectes pollinisateurs notamment l'abeille domestique (Free et Nuttal, 1968). D'après Tasei (1978), tant qu'on aura une densité de 20 fleurs / m<sup>2</sup> pendant la période de la floraison, les abeilles seront dispersées dans le champ. C'est une culture à longue période de floraison (20 à 25 jours) par rapport à d'autres plantes (e.g arbres à fruit) et qui débute entre 40 et 50 jours après l'ensemencement. Les fleurs apparaissent à partir des bourgeons inférieurs de la tige principale et accompagnent son développement. Tôt et suite à la pollinisation, les premières siliques se forment. Chez le colza (*B. napus*), une fleur qui n'est pas pollinisée vit beaucoup plus longtemps qu'une fleur pollinisée et fécondée (Lecomte, 1968; Barbier, 1978; Louveau, 1980). En plus, des études démontraient que la durée moyenne de floraison diminue de façon significative en

présence de colonies d'abeilles domestiques (Mesquida *et al.* 1988; Williams *et al.* 1987), mais ces auteurs ne précisait pas de combien elle est raccourcie et comment cela se produit. Le fait de réduire cette période, permet la nouaison des siliques sur une plus courte période de temps, ce qui aboutirait à des graines qui mûrent plus vite, réduisant ainsi à la récolte, les pertes dues à la présence de siliques trop mûres et d'autres encore immatures.

D'après Williams (1978), il paraît bien que la durée de floraison du colza ne peut diminuer que lorsque le plant est parfaitement pollinisé et donc sa charge maximale (nombre optimal de siliques nouées) est atteinte. Par contre, en absence d'un apport pollinique adéquat, le plant produit sans cesse de nouvelles fleurs, par compensation avantageuse jusqu'à l'atteinte de sa charge maximale, ce qui devrait prolonger la période de floraison à son maximum. Cependant chez le canola, à ma connaissance, le besoin d'introduire des ruches d'abeilles domestiques dans les champs pendant la floraison et de déterminer leurs effets sur la durée de floraison ne sont pas encore mis en évidence.

## **2. Matériel et méthodes**

L'expérience a été réalisée dans deux régions où l'on pratique la culture du canola, c.à.d., dans la région Chaudière-Appalaches (rive sud) avec 2 réplicats et dans la région de Portneuf (rive nord) avec 1 réplicats près de la ville de Québec en été 2002. L'évaluation a été réalisée en grands champs de canola sous des conditions spécifiques de régie telles que, la période de semis, l'utilisation d'herbicides, la fertilisation du sol, la maturité à l'andainage et le battage...

Par chaque région, avec des sous variétés différentes du canola (Hyola 357RR, LG3235RR et Invigor 2473LL), trois traitements de 0, 1.5 et 3 ruches d'abeilles domestiques à l'hectare ont été réalisés en 3 réplicats en milieu naturel puisque cet insecte ne tolère pas bien d'être confiné en cages et nécessite de grands espaces pour sa récolte de nectar, Photo. 3.



Photo. 3: L'emplacement des ruches d'abeilles domestiques dans le champ du canola.

Pour savoir si les trois densités choisies correspondaient à la densité de ruches dans les différentes régions, chaque jour on a dénombré les abeilles et les autres butineurs sur un transect d'observation de 50m de longueur x 2m de largeur, délimitée à l'aide de ruban rouge, en y marchant 5 minutes. À un bout de ce transect d'observation, une cage de 2m de hauteur x 1m<sup>2</sup> de base était installée dans chacun des répliquats. Elle était recouverte de voile en mousseline qui permettait le passage du vent mais qui empêchait les insectes d'y pénétrer.

Dans l'un des répliquats, 20 plants ont été sélectionnés au hasard à l'extérieur des cages et identifiés où, à chaque jour, nous avons coupé les fleurs ouvertes jusqu'à l'atteinte d'un nombre déterminé par plant. À la fin de la floraison, le potentiel floral, le nombre de siliques pour chacun des 20 plants et le pourcentage de la mise en silique ont été évalués.



Photo. 4: Le transect d'observation et la cage en plein champ

Pour calculer la durée de la floraison dans ces conditions, dix plants ont été étiquetés et mis sous cage, hors de la portée des pollinisateurs et dix autres à l'extérieur, exposés aux insectes pollinisateurs; les fleurs ont été dénombrées par plant à tous les jours, du début à la fin de floraison; le nombre des siliques nouées a été compté dans les deux conditions expérimentales (cage et extérieur). L'évolution florale de chacun des plants marqués a été suivie et dès que cinq plants parmi les dix portaient des fleurs, cette date a été fixée comme début de la floraison. Le même principe a été utilisé pour déterminer la fin de floraison. Après la prise de données brutes, des calculs ont été réalisés afin de déduire la réduction de la durée de floraison en fonction du nombre d'abeilles domestiques observées par 40 observations en calculant la différence en jours entre la durée de la floraison dans la cage et celle de l'extérieur pour chaque traitement. Les analyses statistiques étaient faites à l'aide du progiciel JMPIN. Ainsi, des analyses de corrélation

de Pearson (Legendre and Legendre, 1998) et de régression simple mettent en évidence les relations, d'une part, le potentiel floral, le nombre de siliques, la mise en silique avec le nombre de fleurs coupées par plant et, d'autre part, la réduction de la durée de floraison avec le gradient d'abeilles domestiques. La non normalité des résidus et l'hétéroscédasticité, ont été corrigées par des transformations des variables étudiées (Scherrer, 1984).

### 3. Résultats et discussion

Au Québec, la période de floraison du canola commence vers la fin du mois juin et se termine à la fin du mois prochain (28 juin - 31 juillet, d'après nos données, 2002). Les résultats montrent que la durée de floraison en jours est réduite significativement en fonction du gradient de densités de ruches à l'hectare ( $N = 7$ ,  $P = 0.026$  et  $R^2 = 0.66$ ), Fig. 1. a. D'ailleurs, la diminution de la période de floraison est fonction de la moyenne d'abeilles domestiques butineuses, à partir de 40 observations ( $N = 8$ ,  $P = 0.004$  et  $R^2 = 0.76$ ), Fig. 1. b. La régression montre que 76 % de la diminution de la durée de floraison est expliquée par le nombre d'abeilles domestiques présentes correspondant à des densités de 1.5 et 3 ruches à l'hectare avec un indice de régression de 0.62, Fig. 2.

Cette expérience sur le canola montre bien un raccourcissement d'environ 4 jours de la durée de floraison en présence de 3 ruches à l'hectare d'*Apis mellifera*, équivalent de 19 abeilles / m<sup>2</sup> par observation. Sur le colza, Mesquida *et al.* (1988) et Williams *et al.* (1987) avaient mentionné qu'en présence d'abeilles sous cage, il y avait une diminution du nombre de branches latérales, une production faible de fleurs, une courte vie des fleurs et une durée raccourcie de la floraison chez le colza. Plutôt, Barbier (1978) montrait quantitativement que la durée de vie de la corolle du colza diminuait d'environ 2.5 jours en présence d'abeilles sous cage car après la fécondation, le flétrissement des pétales survient rapidement.

**Commentaire [JM1] :** Pourquoi n=8 alors qu'on a n=7 dans matériel et méthode

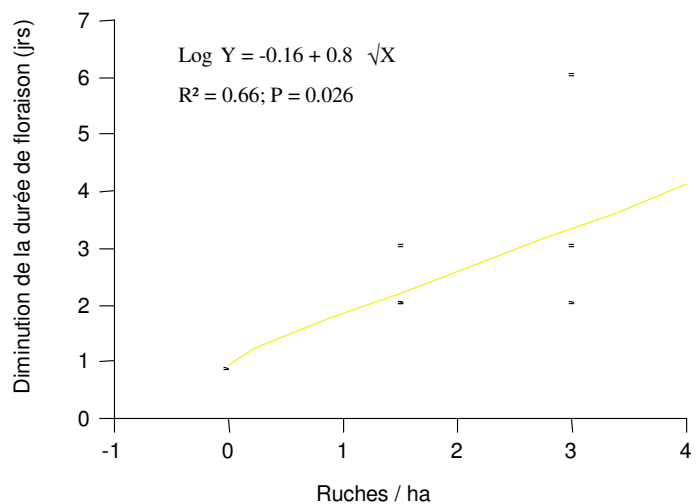


Fig. 1. a: Diminution de la durée de floraison en fonction des densités de ruches d'abeilles à l'hectare.

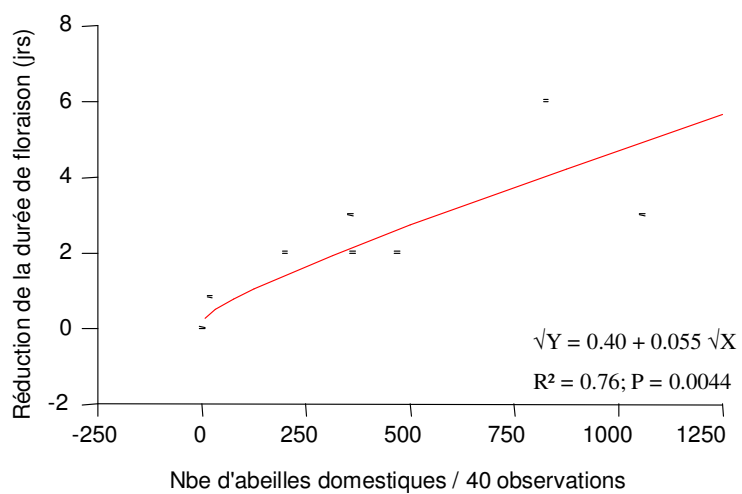


Figure 1. b: Diminution de la durée de floraison en fonction du nombre d'*Apis mellifera* de 40 observations

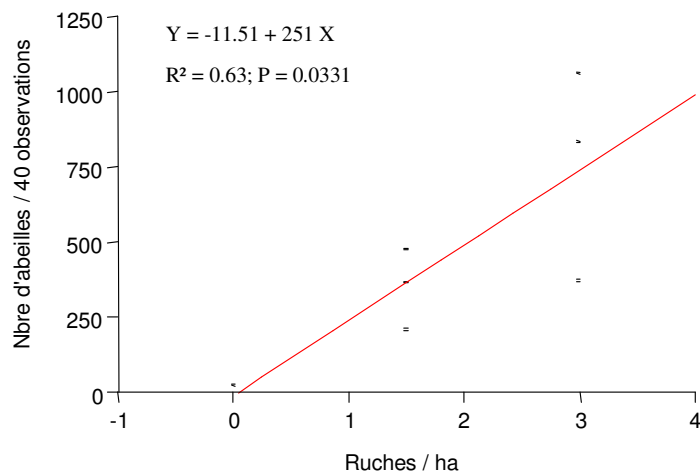


Figure 2: Relation entre la densité de ruches à l'hectare et le nombre d'abeilles observées

Même si *Brassica napus* est autofécond, cette plante n'atteint pas sa charge maximale rapidement en absence de pollinisateurs, à cause d'une pollinisation insuffisante d'où le besoin d'introduire des ruches d'abeilles domestiques dans cette culture. Nous pensons qu'en présence de pollinisateurs actifs non seulement la durée de la fleur est raccourcie, mais le plant en produit moins dès l'atteinte d'une charge optimale. En contrepartie, en absence de pollinisateurs, les vieilles fleurs non fécondées tomberaient et le plant continuerait à en produire de nouvelles en vue d'atteindre sa charge maximale. À cette fin, nous avons simulé la chute des fleurs par manque de fécondation en coupant des fleurs ouvertes. Les résultats indiquent que le potentiel floral par plant augmente remarquablement en fonction du nombre de fleurs coupées par plant (N = 20, P = 0.0004 et R<sup>2</sup> = 0.51). Le modèle de régression montre que 51 % de la variation du potentiel floral est expliquée par la variation du nombre de fleurs coupées par plant, Fig. 3. Cela indique que si on coupe des fleurs ouvertes, le phénomène de la pollinisation n'aura pas lieu et donc par réaction physiologique, le plant continuera à produire une grande quantité de nouvelles fleurs jusqu'à l'atteinte probable d'un certain



nombre d'ovules fécondés. Cela nous permet de conclure que le plant continuera toujours de fleurir si ses objectifs primordiaux qui sont la pollinisation suivie de la fécondation d'ovules et la production fructifère (grainière) ne sont pas atteints. D'ailleurs, chez le colza, la floraison se prolonge. Cela se traduit par l'allongement de la durée de vie florale lorsque la nouaison est déficiente (Pesson et Loveaux, 1984). Dans ce travail, chez le canola, il y a prolongement de la floraison par la production de nouvelles fleurs. Cela est démontré par l'augmentation du potentiel floral chez les plantes où les premières fleurs ont été coupées.

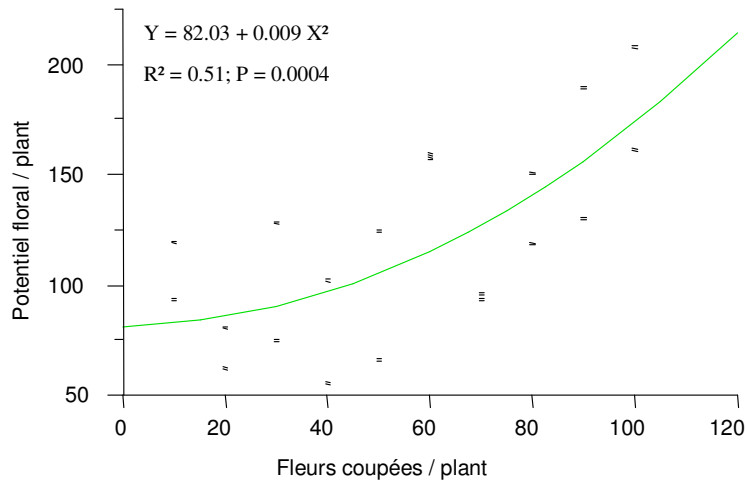


Figure 3: Régression entre le potentiel floral et le nombre de fleurs coupées par plant

Malgré un coefficient de corrélation égal à 0.30, la relation entre le nombre de siliques formées par plant et le nombre de fleurs coupées ne montre pas de tendance et en effet, elle n'est pas significative (N = 20, P = 0.1982), Fig. 4. Il y a une compensation avantageuse du plant à produire de nouvelles fleurs en abondance pour atteindre sa

charge maximale. En réalité, l'abondance de fleurs ne génère pas nécessairement un nombre aussi grand de siliques. Il a été établi, chez le colza, que 40 à 50 % des fleurs produiront des siliques matures pour la récolte (Williams, 1978). La régression négative entre la mise en silique en pourcentage et le nombre de fleurs produites par plant est hautement significative ( $N = 20$ ,  $P < 0.0001$  et  $R^2 = 0.68$ ).

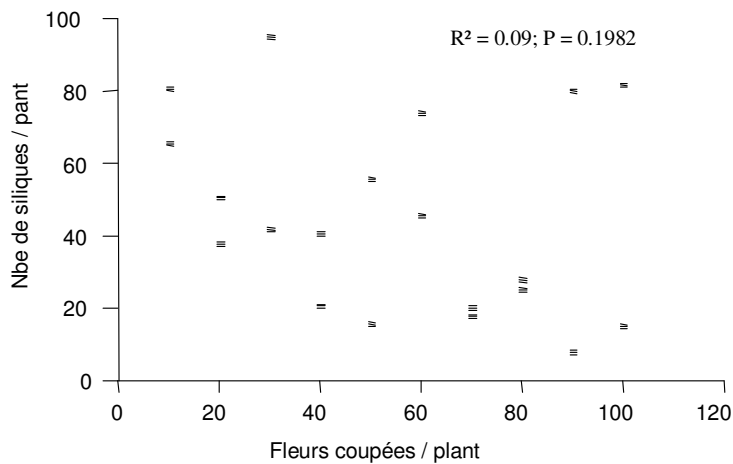


Figure 4: Relation entre le nombre de siliques / plant et le nombre de fleurs coupées / plant

La mise en silique est dépendante et expliquée par la variation du nombre de fleurs coupées par plant, Fig. 5. D'après ces résultats, la mise à fruit (nombre de siliques formées sur le potentiel floral multiplié par cent) dépend essentiellement du potentiel floral et aussi de la pollinisation adéquate de fleurs pour former des fruits matures. Ainsi le plant atteint sa charge maximale suite à la pollinisation en formant un nombre suffisant de siliques et par la suite il tend à cesser de produire de nouvelles fleurs, annonçant ainsi la fin de la floraison.

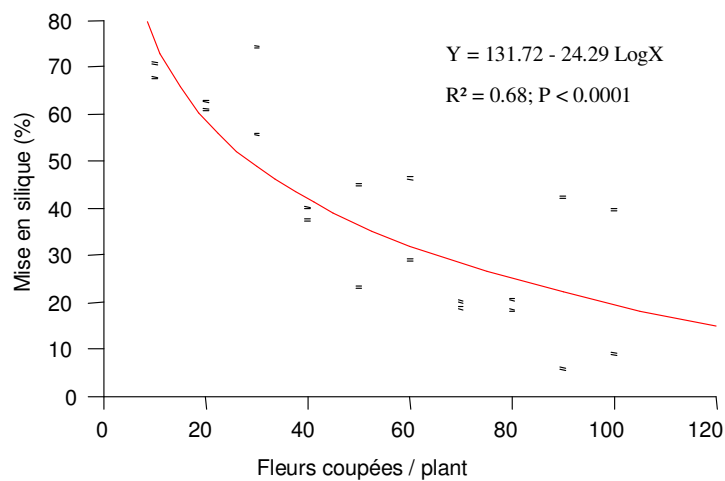


Figure 5: Régression entre la mise en silique et le nombre de fleurs coupées par plant

#### 4. Conclusion

Lorsque le besoin en pollinisation est satisfait chez cette plante grâce à l'ajout de colonies d'abeilles, la charge maximale sera atteinte plus rapidement et en conséquence, le plant cesse de fleurir ce qui raccourcit sa période de floraison. En effet, la durée moyenne de floraison du canola diminue d'environ 4 jours, soit de 16.33 %, en présence de 3 ruches à l'hectare d'*A. mellifera*, équivalent d'environ 19 abeilles / 100 m<sup>2</sup> par observation, ce qui assure la nouaison des siliques sur une plus courte période de temps, évitant ainsi leur éclatement prématuré et la présence de siliques tardives, encore vertes, lors de la récolte mécanique. L'introduction des ruches d'abeilles domestiques contribue à l'optimisation de la production commerciale de cette plante oléagineuse par la diminution de la durée moyenne de floraison.

## 5. Liste de références

- Barbier, E. (1978). Pollinisation du colza par les abeilles. Rev. Fr. Apic, Vol. 365, pp : 288-291.
- Free, J.B.; Nuttal, P.M. (1968). The pollination of oil seed rape (*Brassica napus*) and the behaviour of bees on the crop. Journal of Agricultural Science, Cambridge, Vol. 71: 91-94.
- Lecomte, J., 1968. La pollinisation in Traité de biologie de l'abeille, Chauvin, T. 4, 238-277, Masson.
- Legendre, Pierre & Louis Legendre. 1998. Numerical ecology. 2nd English edition. Elsevier Science BV, Amsterdam. xv + 853 pages.
- Louveau, J., 1980. Les abeilles et leur élevage. Hachette.
- Mesquida, J., Renard, M. and Pierre, J. S. (1988). Rapeseed (*Brassica napus* L.) productivity: the effect of honey bees (*Apis mellifera* L.) and different pollination conditions in cage and field tests. Apidologie, Vol. 19: 51-72.
- Pesson, P. et Louveaux, J., 1984. Pollinisation et productions végétales. INRA, Paris, France. 663 p.
- Scherrer, B. (1984). Biostatistique. Gaetan Morin éditeur. Chicoutimi, québec. 850 p.
- Tasei, J.N. (1978). Rapeseed flowering and bee foraging. Inf. Tech. Serv. Vet. Vol. 60:11-20 (In French, English summary).
- Williams, I. H., (1978). The pollination requirements of swede rape (*Brassica napus*) and of turnip rape (*Brassica campestris*). J. Agric. Sci. Camb. Vol. 91, pp: 343-348.
- Williams, I. H.; Martin, A. P. and White, R. P., 1987. The effect of insect pollination on plant development and seed production in winter oil-seed rape (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci. Camb. V. 109, 135-139.

## CHAPITRE II

### **Influence de la densité d'abeilles domestiques (Hymenoptera: Apidae) sur la production du canola (Crucifera: Brassicaceae)**

#### **Résumé**

La pollinisation est une étape essentielle pour la production grainière du canola, *Brassica napus*. Elle est réalisée par l'intervention de divers vecteurs polliniques dont particulièrement l'abeille domestique, *Apis mellifera*. Bien que l'importance de la pollinisation ait été démontrée pour la production de graines de semence, le besoin d'introduire des ruches d'abeilles dans les champs de canola pendant la période de floraison pour augmenter le rendement grainier n'est pas encore prouvé. Pour réaliser ce travail, des ruches d'*A. mellifera* ont été regroupées et installées dans différents champs de canola, dans les régions Chaudière-Appalaches et Portneuf (9 champs: 3 blocs de 3 traitements: 0, 1,5 et 3 ruches à l'hectare). Une cage (sans pollinisateurs) et un transect d'observation ont été installés dans chaque champ. Après la récolte, des analyses de rendement ont été faites en fonction du gradient de densité créé telles que la mise en silique, le nombre de graines par plant, le poids de 1000 graines etc. Les résultats montrent qu'il y a une augmentation du rendement grainier d'au moins 44 % en présence de 3 ruches d'abeilles domestiques introduites à l'hectare par rapport à l'absence. L'introduction d'abeilles domestiques contribue à la production et conséquemment, ces pollinisateurs constituent un vecteur pollinique bénéfique et important pour optimiser le rendement de canola.

## 1. Introduction

Le canola est une plante oléagineuse, résultant du croisement naturel du chou (*Brassica oleracea* L.) et de la navette (*B. rapa*). Le colza et le canola sont deux variétés appartenant à la même espèce végétale, *Brassica napus* L. Ils font partie de la famille des crucifères (Brassicaceae). Le canola est une culture de climat frais contenant moins de 2 % d'acide érucique et moins de 30 micromoles par gramme de glucosinolates dans ses graines (Canola Council of Canada, 1995).

La pollinisation entomophile est un facteur clé dans la reproduction sexuée d'un très grand nombre d'espèces végétales. Dans les agrosystèmes, c'est un facteur de production intervenant dans des secteurs aussi variés que l'arboriculture fruitière, les productions de semences et les cultures sous abris. Son importance sur les rendements et sur la qualité des productions de grandes cultures, tant fruitière que grainière, est aujourd'hui de plus en plus reconnue. Cependant, sa mise en œuvre demeure souvent aléatoire car on sait peu de choses sur les mécanismes réels qui sont mis en jeu dans la diversité des espèces cultivées et des pratiques agricoles. Ce projet vise la conception d'une véritable pollinisation raisonnée utilisant des techniques nouvelles ainsi que des dispositifs et des insectes pollinisateurs appropriés (abeilles domestiques) afin de mieux comprendre les mécanismes de la pollinisation et d'en améliorer la conduite chez la production grainière du canola. L'efficacité des pratiques de pollinisation appliquées aux cultures de *B. napus*, doit alors être précisée, en particulier l'apport de colonies d'abeilles domestiques. En connaissant les facteurs qui définissent cette efficacité, il est possible de modifier ces pratiques pour les rendre plus performantes (conduite des colonies; densité de butineuses nécessaires à l'hectare, comportement de butinage...)

Le colza a plus fait l'objet de recherches que le canola puisqu'il a été parmi les premières variétés identifiées de l'espèce *B. napus*, développée et cultivée surtout en Europe. Néanmoins il y a un manque de précisions concernant l'efficacité de densités appliquées d'abeilles domestiques sur les champs du colza. Les auteurs n'arrivent pas à démontrer avec justification et exactitude le nombre réel de ruches qu'il faut introduire

dans les champs. Downey (1964) a montré un niveau élevé d'autopollinisation de cette plante puisqu'elle est autoféconde et ne requiert pas nécessairement la pollinisation croisée pour la formation de siliques. Cependant plusieurs autres chercheurs comme Free et Nuttal (1968), Tasei (1978) et Williams (1985) indiquent qu'un ajout de colonies d'abeilles augmente significativement les rendements et la qualité du colza, soit par la pollinisation croisée soit par une autopollinisation plus élevée. D'ailleurs, plusieurs études faites sur le colza suggéraient des densités d'abeilles domestiques qu'il faudrait appliquer dans cette culture, comme par exemple: Koutensky (1959) recommandait deux fortes ruches par hectare; Hammer (1963) suggérait trois colonies par hectare; Vesely (1962) suggérait trois à quatre colonies par hectare.

La variété canola a été développée au Canada dès le début des années 1970 et depuis plusieurs hectares de *B. napus* sont cultivés. D'ailleurs, les surfaces qui lui sont consacrées devraient progresser dans le temps.

Comme toute autre plante oléagineuse, la production du canola est déterminée en bonne partie par sa pollinisation. Cette dernière peut être réalisée par l'intervention de vecteurs polliniques comme le vent, la gravité et les insectes pollinisateurs dont particulièrement l'abeille domestique. Jusqu'à maintenant, les études réalisées sur le colza, ont montré principalement que les insectes pollinisateurs avaient de façon générale des effets bénéfiques sur la production. Or à ma connaissance, sur le canola, il n'y a pas d'études faites à ce propos si ce n'est qu'une préliminaire réalisée en Australie (Manning, 1998). C'est pourquoi ce projet vise à approfondir les connaissances en matière de la pollinisation chez cette plante oléagineuse d'une grande importance commerciale et à déterminer la densité nécessaire pour optimiser le rendement du canola en étudiant certaines variables comme la mise en silique, le nombre de graines par silique, le poids de 1000 graines...

De façon générale, l'ensemble des études faites sur le canola, ne présentent pas beaucoup de détails à propos de l'apport de la pollinisation par les insectes à sa production, quoique cette plante me semble entomophile et nécessiterait d'une forte présence d'insectes pollinisateurs pour optimiser la formation des siliques et des graines.

Bien qu'il ait été démontré l'importance de la pollinisation pour la production de graines de semence (Pesson et Louveaux, 1984), le besoin d'introduire des ruches d'*A. mellifera* dans les champs du canola pendant la période de floraison et de déterminer leurs effets sur le rendement grainier ne sont pas encore mis en évidence.

## 2. Matériel et méthode

Afin de réaliser notre projet, plusieurs conditions et méthodes ont été appliquées dans les régions où l'on pratique la culture du canola, c.à.d., dans la grande région Chaudière - Appalaches (Rive sud) avec 6 champs (2 blocs) et dans la région de Portneuf (rive nord) avec 3 champs (1 bloc) près de la ville de Québec à l'été 2002.

À la fin de la récolte, les données ont été prises et les analyses ont été réalisées dans le laboratoire d'entomologie, à l'UQÀM.

Pour montrer l'effet de plusieurs densités de ruches sur le rendement et la qualité du canola produit, la recherche appliquée, tout d'abord, a été réalisée chez des agriculteurs de chacune des deux régions importantes pour la culture du canola. Dans chaque région, les trois traitements ont été appliqués chez des producteurs distincts et suffisamment distants (> 2 km) pour éviter l'interaction entre les traitements. Les sous variétés utilisées sont: Hyola 357RR, LG3235RR et Invigor 2473LL.

L'évaluation de la densité de ruches sur le rendement grainier du canola a été réalisée en grands champs des régions mentionnées avec 9 réplicats; les champs choisis ont, autant que possible, les mêmes conditions de régie: date de semis, microclimat, fertilisation et nature du sol, andainage et battage...

Pour chaque région, trois traitements de 0, 1.5 et 3 ruches d'abeilles domestiques à l'hectare ont été introduites en milieu naturel puisque cet insecte ne tolère pas bien d'être confiné en cages et nécessite de grandes surfaces pour sa récolte de nectar et de pollen. Pour vérifier si les trois densités choisies correspondaient à la densité de ruches dans les différentes régions, chaque jour on a dénombré les abeilles domestiques et les autres pollinisateurs sur une bande d'observation de 50 m de longueur x 2 m de largeur,



délimitée à l'aide de ruban et de poteaux, en marchant pendant 5 minutes. Au bout de ce transect d'observation, une cage de 3 m de hauteur x 1 m<sup>2</sup> de base a été installée dans tous les réplicats. Elle a été recouverte de voile en mousseline pour laisser passer le vent mais empêcher tout insecte d'y pénétrer. Il y a eu des données qui ont été prises tels que le nombre de plants / m<sup>2</sup> trois semaines après semis et juste avant l'andainage afin de connaître la densité de la plantation dans les neuf champs étudiés. Pour des besoins d'analyses au laboratoire (tels que le dénombrement de siliques par plant, le nombre de graines par silique, le poids de 1000 graines, etc.), nous avons fait un échantillonnage de 60 plants au hasard par champ expérimental et 60 autres dans la cage. Le nombre de siliques par plant a été déterminé et aussi le pourcentage de la mise en siliques ( $100 \times \text{nombre de siliques formées} \div [\text{le nombre de siliques formées} + \text{le nombre total de cicatrices de fleurs tombées}]$ ) a été calculé. Pour chaque plant, choisi au hasard, nous avons dénombré les siliques formées et nous avons déterminé le potentiel floral (nombre de siliques formées + le nombre de cicatrices de fleurs tombées). Aussi, le dénombrement des graines par silique ainsi que la prise de leur poids ont été calculés à partir de 20 siliques par plant choisies aléatoirement. Les mesures ont été réalisées sur un ensemble de 20 plants échantillonnés.

La densité la plus rentable du point de vue économique pour optimiser le rendement du canola, a été vérifiée par des analyses de variance en utilisant les variables recueillies (tels que le nombre total de graines par plant et le poids total de graines par plant).

À la fin de la réalisation de ces expériences, nous avons calculé les moyennes soit par plant (ex: nombre de graines / silique), soit par échantillon et condition expérimentale.

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du progiciel JMPIN telles que des Anovas à un seul critère de classification (densités d'abeilles domestiques à l'hectare) pour vérifier s'il y a une différence entre les variances calculées des 3 traitements. Les variables analysées pour cette expérience ont été le poids de 1000 graines, la mise en silique, le poids de graines par silique... Aussi des analyses de corrélation selon les méthodes de Pearson et de régression simple mettant en évidence les relations, d'une part,

**Commentaire [JM2] :** Il me semblait lors de notre dernière rencontre qu'on devait effectuer une analyse à 2 critères : bloc et traitement 2 blocs Chaudières-Appalaches et 1 bloc Portneuf. Pour être plus sur de cela il faudrait peut-être en discuter avec Vickery ?

le poids par graine avec le nombre de graines par silique et, d'autre part, le nombre d'abeilles domestiques observées avec le gradient de densités d'abeilles domestiques à l'hectare. La non normalité des résidus et l'hétéroscédasticité, ont été corrigées par des transformations des variables étudiées (Scherrer, 1984).

### 3. Résultats et discussion

Le premier résultat montre bien une régression positive et significative entre le nombre d'*A. mellifera* de 40 observations et le nombre de ruches installées à l'hectare ( $n = 9$ ,  $R^2 = 0.66$  et  $P < 0.0073$ ), Fig. 6. Cela signifie que le nombre réel de butineuses pollinisant les fleurs dans les champs étudiés du canola correspond bien aux densités de ruches d'abeilles installées au début de la floraison. Il est essentiel de faire cette vérification dans les études de densité de ruches car cet insecte en carence de ressources, se déplace ailleurs et il peut parcourir jusqu'à 13.5 km pour en obtenir (Eckert, 1933).

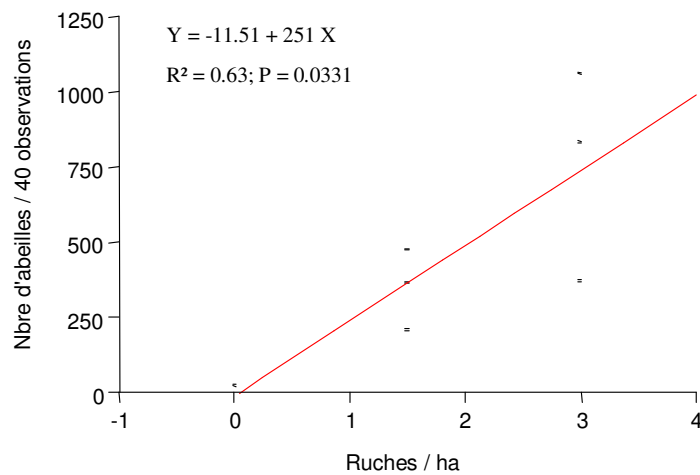


Figure 6: Relation entre la densité de ruches à l'hectare et le nombre d'abeilles observées

Toutefois, en présence d'une seule espèce florale apte à fournir le nectar et / ou le pollen comme le *B. napus*, il a plutôt tendance à butiner les ressources disponibles les plus proches et les densités de ces insectes décroissent généralement en fonction de l'éloignement des ruches, ne dépassant que rarement 2.5 km (Aras *et al.*, 1992). La température et les précipitations sont les principaux facteurs météorologiques influençant l'activité des abeilles domestiques. Ces insectes arrêtent leurs activités de butinage vers 14°C et moins (Comm. personnelle, D. de Oliveira).

La mise en silique (%) en fonction du nombre de ruches appliqué à l'hectare augmente significativement ( $n = 240$ ,  $R^2 = 0.34$  et  $P < 0.0001$ ) et 34 % de sa variation est expliquée par le gradient de densités d'abeilles domestiques à l'hectare, Fig. 7.

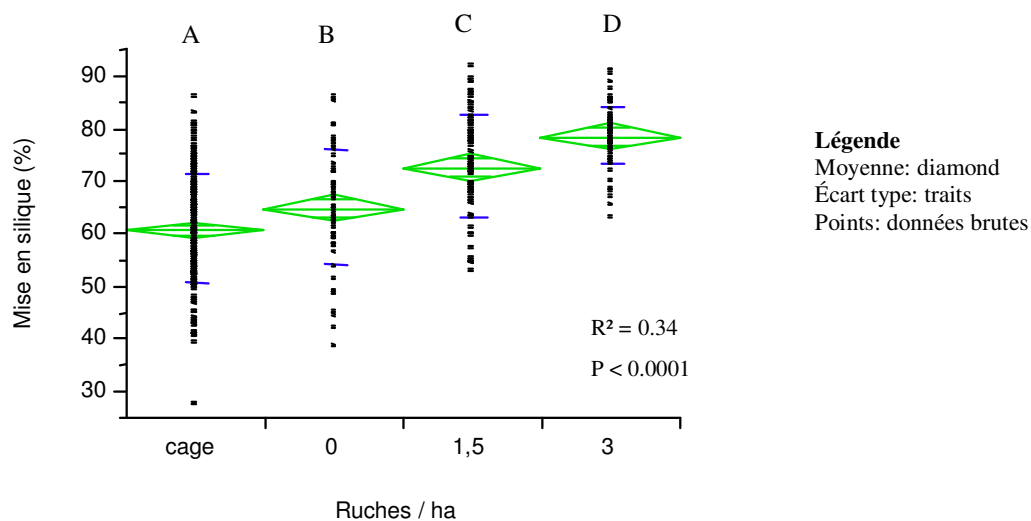


Fig. 7: Mise en silique du canola en fonction de la densité de ruches d'abeilles domestiques / ha, Québec, 2002.

En absence de tout pollinisateur, la mise en silique n'est que de 61 % tandis qu'en présence des pollinisateurs indigènes, elle monte à 65 %. Si l'on introduit l'abeille

domestique, elle est de 73 % et de 77 % respectivement pour 1.5 et 3 ruches à l'hectare. Le fait que le plant produit de fleurs en abondance pendant toute la période de floraison et la présence d'une quantité importante de butineurs, assurent une pollinisation adéquate puisque le plant forme beaucoup de siliques et arrive à atteindre sa charge maximale relativement tôt. En contrepartie, en absence de pollinisateurs, le plant continue à produire de nouvelles fleurs par compensation avantageuse pour combler le manque de siliques développées jusqu'à la fin de la période de floraison. D'ailleurs, Williams (1978) a montré que la mise en silique, chez le colza, est supérieure en cas de pollinisation libre à l'extérieur qu'à l'intérieur de la cage où il y a recourt seulement à l'autopollinisation et la pollinisation par le vent. Par contre, Mesquida *et al.* (1988) ont démontré qu'en présence d'abeilles engagées la mise en siliques diminue par rapport à celle obtenue sans insectes pollinisateurs. Cela semble indiquer que le comportement de butinage de l'abeille est perturbé à l'intérieur de la cage puisque cet insecte ne tolère pas d'y être confiné. Il serait préférable d'effectuer ce type de recherches en pleins champs.

Si l'on regarde le nombre de siliques par plant, on constate une augmentation significative de 22 % entre le traitement sous cage ou absence complète de pollinisateurs et la moyenne des 3 autres traitements à savoir 0, 1.5 et 3 ruches à l'hectare ( $n = 240$ ,  $R^2 = 0.17$  et  $P < 0.0001$ ) et pas de différence significative entre ces 3 traitements, Fig. 8. À l'intérieur de la cage le canola, quoiqu'autofécond, ne parvient pas à produire un nombre élevé de siliques matures en absence d'insectes pollinisateurs. Ainsi, le manque de la pollinisation croisée, effectuée par le transfert du pollen provenant de génotypes différents entre les fleurs et de la contribution des insectes pollinisateurs à l'autopollinisation, sont responsables de la faible production de nouvelles siliques bien formées. D'ailleurs, Barbier (1978) a montré, chez le colza, que la croissance et la longueur de siliques sont plus élevées dans le lot où il y a les abeilles. D'après Williams *et al.* 1987, le nombre de siliques augmente en présence d'abeilles. Meyerhoff (1954) a conclu, suite à 3 années d'études, que *A. mellifera* augmente le nombre de siliques par plant d'environ 53.2 %.

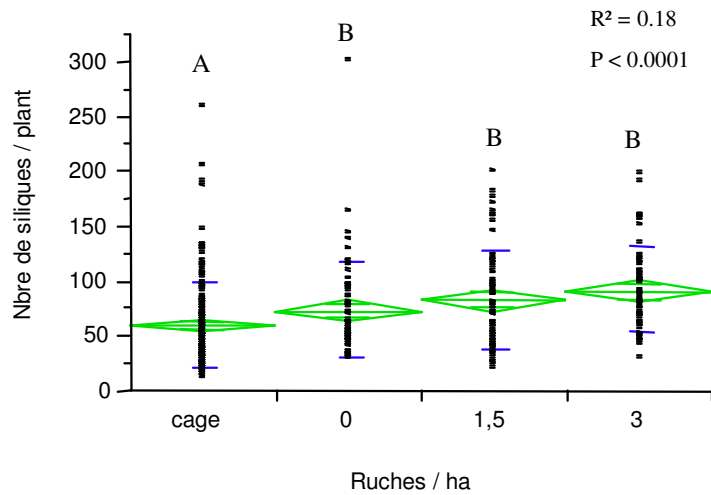


Fig. 8: Nombre de siliques par plant en fonction du nombre de ruches d'abeilles domestiques / ha, Québec, 2002.

Le nombre de graines par silique augmente considérablement en fonction du gradient de densités d'abeilles domestiques à l'hectare ( $n = 2397$ ,  $R^2 = 0.38$  et  $P < 0.0001$ ), Fig. 9. Après germination du pollen à la surface du stigmate, les tubes polliniques se forment et arrivent au niveau des ovules. Les graines se forment après fécondation de ces derniers dans les deux carpelles au niveau de l'ovaire; cette dernière, n'a lieu qu'après la pollinisation et donc elle dépend étroitement de la qualité et quantité des grains de pollen; si le nombre de grains de pollen viable est inférieur au nombre d'ovules, la pollinisation sera incomplète puisqu'il n'y aura pas de fécondation de l'ensemble des ovules de la silique (Mesquida et Renard, 1983). Aussi Kevan et Eisikowitch (1990) ont conclu que la pollinisation croisée par les insectes augmente la germination des graines produites chez *B. napus*. Donc, l'introduction de ruches d'abeilles contribue directement au nombre de pollinisateurs et en conséquence augmente la production de graines matures et bien développées. Chez le colza, en présence d'abeilles engagées, les siliques sont longues et contiennent plus de graines (Ewert, 1929;

Meyerhoff, 1954; Koutensky, 1959). Barbier (1978) a ajouté que le nombre de graines est la résultante de la longueur de la silique, mais aussi de la nouaison des graines dans les siliques.

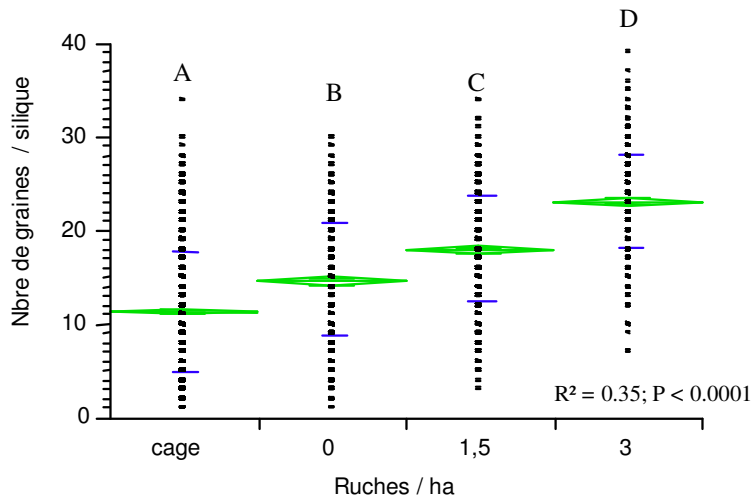


Fig.9: Nombre de graines par silique en fonction du gradient de densité d'abeilles domestiques, Québec, 2002.

Nous constatons des résultats statistiquement semblables en ce qui concerne le poids des graines par silique où il y a une augmentation de ce dernier en fonction des ruches appliquées à l'hectare ( $n = 2397$ ,  $R^2 = 0.24$  et  $P < 0.0001$ ), Fig. 10. En effet, l'augmentation du poids des graines par silique dépend seulement du nombre de graines par silique à condition que le plant ait des ressources nutritives suffisantes pour leur développement dans la silique; s'il manque de ressources, les graines resteraient plus petites et leur poids serait légèrement plus faible. Mais les siliques provenant d'une bonne pollinisation et contenant le maximum de graines produisent-elles des graines plus petites ?

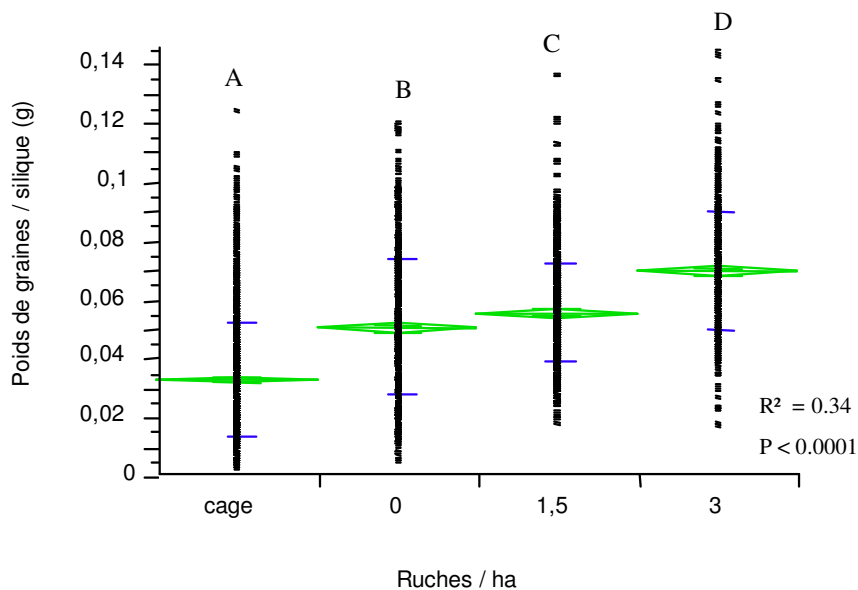


Fig. 10: Relation entre le poids de graines par silique et le nombre de ruches d'abeilles domestiques / ha, Québec, 2002.

Le graphique du poids d'une graine en fonction du nombre de graines par silique montre une régression qui est négative au début de la courbe et qui tend par la suite vers un plateau ( $n = 1800$ ,  $R^2 = 0.16$  et  $P < 0.0001$ ), Fig. 11. Cela explique que même si le nombre de graines augmente par silique cela n'indique pas que le poids par graine va diminuer, il y a une légère diminution au début de la courbe lorsque les ne possèdent qu'une à quatre graines: dans ce cas elles vont occuper un grand espace dans les deux carpelles en profitant de l'abondance de réserves en ressources nutritionnelles pour bien se développer et leur poids sera quelque peu supérieur à la moyenne. Mais cela demeure exceptionnel puisqu'il y a relativement peu de siliques, à la récolte, qui ont de 1 à 4 graines. Par contre, Williams (1978) a démontré, chez le colza et avec seulement l'autopollinisation, qu'il y a une régression négative et significative entre le poids par graine et le nombre des graines par silique. Nous devons néanmoins nous demander si à un taux de pollinisation élevé, c.a.d. à une densité élevée d'abeilles, le poids ou la

grosseur des graines diminuerait ? Cela indique qu'en absence d'insectes pollinisateurs (et de pollinisation croisée) il y a manque en matière de quantité et de qualité de grains de pollen pour aboutir à la formation d'un nombre assez élevé de graines bien développées par silique sans diminuer leur poids.

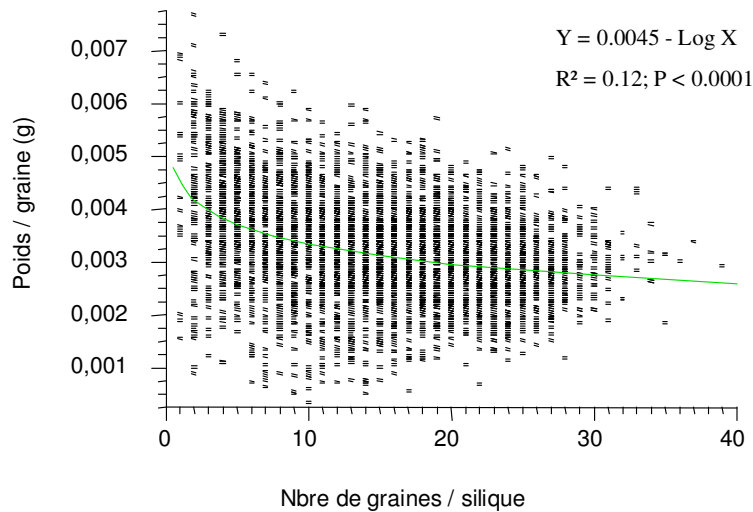


Fig.11: Régression entre le poids d'une graine en fonction du nombre de graines par silique, Québec, 2002.

Prenons le poids au 1000 graines, variable très utilisée en culture d'oléagineuses, en fonction du nombre de ruches d'*A. mellifera* à l'hectare: nous constatons une légère diminution de 13 % entre le traitement de 3 ruches à l'hectare et celui de 0 ruches à l'hectare et pas de différence significative entre les autres traitements (n = 240, R<sup>2</sup> = 0.09 et P < 0.0001), Fig. 12. Cette légère différence est due à la présence de quelques siliques qui sont chargées de graines de plus petite taille parce que les ressources nutritives acheminées par le pédoncule de la silique ne seraient pas tout à fait suffisantes ou le plant, aurait atteint sa charge maximale avec une densité de pollinisateurs inférieure à 3



ruches à l'hectare. Selon cette dernière hypothèse on s'attendait que le poids total des graines par plant à 3 ruches / ha soit égal ou relativement proche de la production en poids des plants en présence de 1.5 ruches / ha. Or le poids total des graines par plant à 3 ruches / ha est significativement plus élevé que ceux à 1.5 et 0 ruches / ha, Fig. 13.

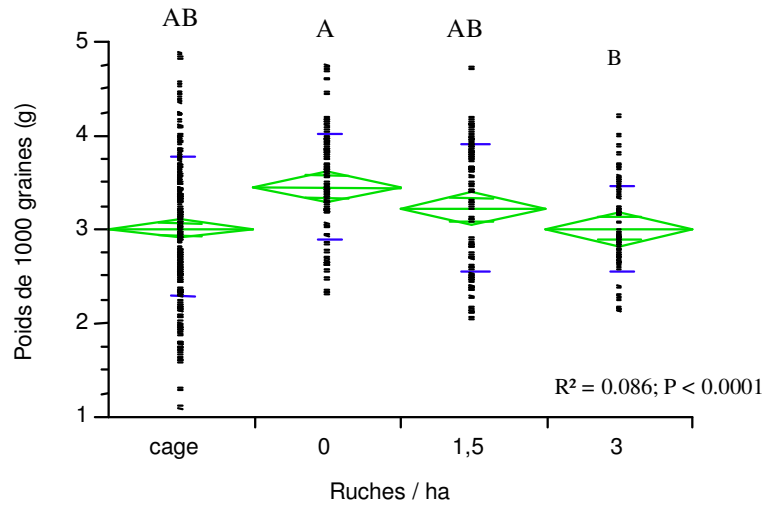


Fig.12: Relation entre le poids au 1000 graines et le nombre de ruches d'abeilles domestiques / ha, Québec, 2002.

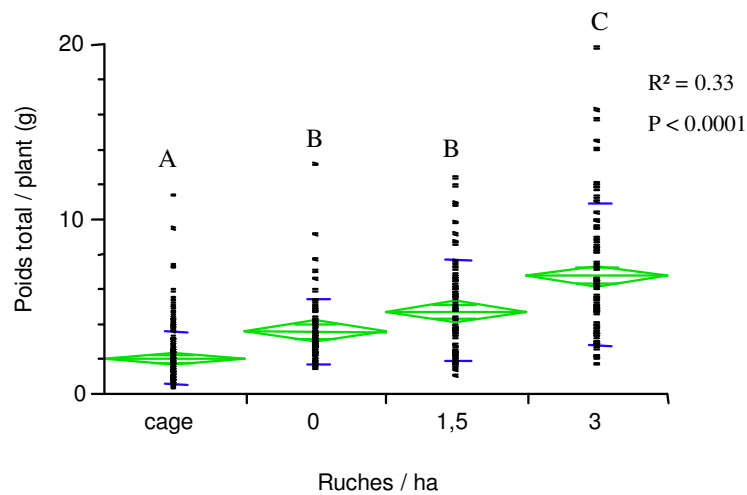


Fig.13: Poids total par plant en fonction du nombre de ruches d'abeilles domestiques / ha Québec, 2002.

D'ailleurs, nous y constatons une augmentation du poids des graines des plants engagés jusqu'à 3 ruches / ha ( $n = 240$ ,  $R^2 = 0.33$  et  $P < 0.0001$ ). De plus, la production du colza à 3 ruches à l'hectare comparée à celle en absence d'abeilles domestiques accuse une augmentation de 44 % et en tenant compte de la densité de plantation mesurée, une moyenne d'environ 497 g / m<sup>2</sup> à 3 ruches / ha est atteinte , Fig. 15. Chez le colza, il a été établi une augmentation du poids en présence de pollinisateurs par rapport à la faible quantité à l'intérieur de la cage (Williams, 1978).

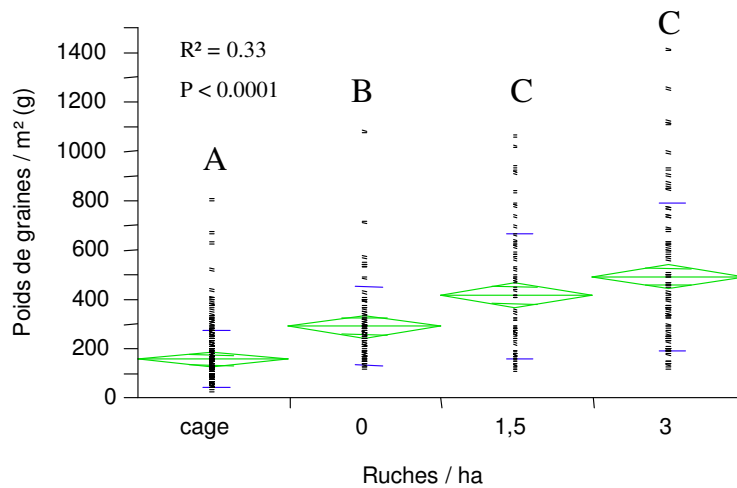


Fig. 15: Régression entre le poids de graines / m<sup>2</sup> et le gradient de densités d'abeilles domestiques

L'augmentation de la production en poids du colza est corroborée par un plus grand nombre de graines produites par plant à mesure que l'on augmente le gradient de densité de pollinisateurs, 159616 graines / m<sup>2</sup> en moyenne à 3 ruches / ha, Fig. 16, ( $n = 240$ ,  $R^2 = 0.34$  et  $P < 0.0001$ ), Fig. 14. En effet, l'abondance des insectes pollinisateurs explique 34 % de la variation du nombre total de graines par plant de colza.

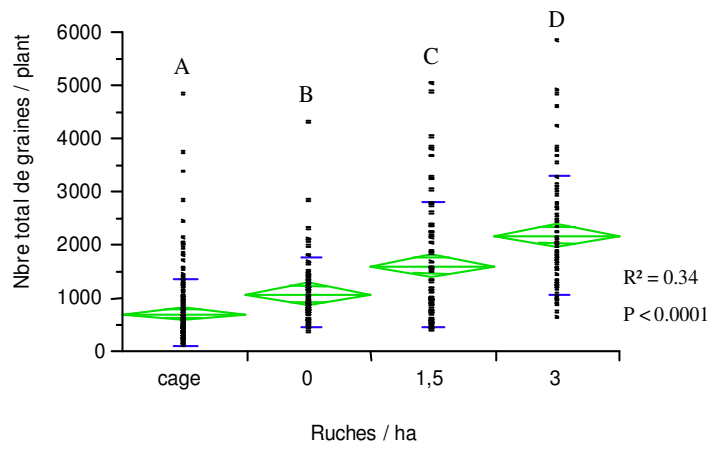


Fig.14: Nombre total de graines par plant en fonction du nombre de ruches d'abeilles domestiques / ha

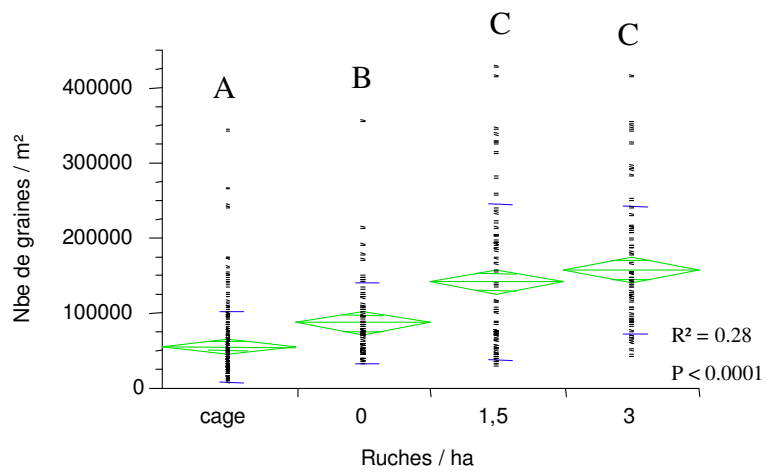


Fig. 16: Régression entre le Nbe de graines / m² et les densités de ruches d'abeilles à l'hectare

#### 4. Conclusion

L'entomopollinisation chez le canola améliore son rendement quantitativement d'au moins 44 % en présence de 3 ruches d'abeilles domestiques à l'hectare par rapport à l'autopollinisation effectuée en absence de ce pollinisateur. L'introduction de ruches d'abeilles domestiques lors de la période de la floraison s'avère essentielle pour combler le déficit en insectes pollinisateurs, en contribuant à l'autopollinisation et à la pollinisation croisée par le transport de pollen. Finalement, l'introduction d'au moins 3 ruches d'*A. mellifera* à l'hectare, dès le début de la période de floraison, est recommandée en vue d'obtenir une rentabilité satisfaisante.

## 5. Liste de références

- Aras, P., Bourdeau, P. et de Oliveira, D. (1992). Recherche sur la pollinisation dans les bleuetières de la région du Saguenay Lac Jean. Pré-projet présenté à la direction de la recherche et du développement, M.A.P.Q, et au syndicat des producteurs de bleuets du Québec. E.R.P.I, UQAM.
- Barbier, E. (1978). Pollinisation du colza par les abeilles. Rev. Fr. Apic, Vol. 365, pp : 288-291.
- Canola Council of Canada (1995). Canola production manual. Canola Council of Canada; Canada (second edition).
- Downey, R.K. (1964). Effet of bees on seed yeilds of ARLO rapeseed forage notes; Vol. 10, pp: 1.
- Ecket, J.E. (1933). The flight range of the honey bee. J. Agri. Res. 47: 257 –285.
- Ewert, R.(1929). Die befruchtung der crucifèrenblute durch die bienen. Archivfur bienenkun de, Vol. 10: 310-312.
- Free, J.B.; Nuttal, P.M. (1968). The pollination of oil seed rape (*Brassica napus*) and the behaviour of bees on the crop. Journal of Agricultural Science, Cambridge, Vol. 71: 91-94.
- Kevan, et Eisikowitch, (1990). The effect of insect pollination on canola (*Brassica napus* L. cv. OAC Triton) seed germination. Euphytica. Vol. 45: 33 – 41.
- Koutensky, J. (1959). Opylovaci ucinek vcely medonosne (*Apis mellifera* L.) nazvyseni hektarovych vynosu u rephyolejne a horcice bile sbornik. Ces Kolovenske Akademie Zemedelskych ved, Vol. 5: 571 – 582 (In Czech, English summary).
- Manning, R., (1998). Honeybee pollination of canola in western Australia. Agric. West. Australia, Vol. 51, pp: 81.
- Mesquida, J. et Renard, M. (1983). Étude de quantités de pollen déposées sur le stigmatè dans différentes conditions de pollinisation; influence sur la production de graines chez le colza d’hiver mâle – fertile. Cinquième symposium international sur la pollinisation, Versailles.
- Mesquida, J., Renard, M. and Pierre, J. S. (1988). Rapeseed (*Brassica napus* L.) productivity: the effect of honey bees (*Apis mellifera* L.) and different pollination conditions in cage and field tests. Apidologie, Vol. 19: 51-72.

- Meyerhoff, G. (1954). Investigation of the effect of bee visits on rape. Arch. F. Geflügelzucht und Kleintierkunde, Vol. 3 (3/4): 259-306. (In German) AA-99/59.
- Pesson, P. et Louveaux, J., 1984. Pollinisation et productions végétales. INRA, Paris, France. 663 p.
- Scherrer, B. (1984). Biostatistique. Gaetan Morin éditeur. Chicoutimi, québec. 850 p.
- Tasei, J.N. (1978). Rapeseed flowering and bee foraging. Infs. Tech. Serv. Vet. Vol. 60:11-20 (In French, English summary).
- Vesely, V. (1962). Vyjandrenie ekonomické cinnosti pytovacinnosti. Vcel na repce ozime (*Brassica napus* L. Var. *Olifera* Metz.). Sborník Československé Akademie Věd. Zemědělských Ekonomů, Vol. 35: 659-678.
- Williams, I.H. (1985). The pollination of swede rape (*Brassica napus* L.). Bee World, Vol. 66: 16-22.
- Williams, I. H., (1978). The pollination requirements of swede rape (*Brassica napus*) and of turnip rape (*Brassica campestris*). J. Agric. Sci. Camb. Vol. 91, pp: 343-348.

## CHAPITRE. III

### **Effet du canola (Crucifera: Brassicaceae) sur la production apicole de l'abeille domestique (Hymenoptera: Apidae).**

#### **Résumé**

La pollinisation dirigée par l'introduction de ruches d'abeilles domestiques, *Apis mellifera*, introduites contribue à l'augmentation de la production grainière de canola, *Brassica napus*. Mais, il reste à savoir si cette culture produit un effet bénéfique vis à vis ce pollinisateur. Le but de cette étude est de quantifier l'apport de la culture de canola dans le développement et le rendement des colonies d'abeilles. Pour réaliser ce travail, des traitements de 1.5 et 3 ruches à l'hectare ont été réalisés en période de la floraison par région: Chaudière-Appalache (2 réplicats) et Portneuf (1 réplicat). L'évaluation de la surface en couvain et du poids des ruches a été réalisée au début et à la fin de la période de floraison. Ainsi le gain en miel et l'évolution de la superficie en couvain ont été calculés et comparés entre les deux traitements. Les résultats montrent un gain moyen en miel respectivement de 19 et 13 kg par ruche en présence de 1.5 et 3 ruches à l'hectare et une augmentation moyenne en couvain total de l'ordre de 9000 cellules par ruche peu importe le traitement. Le canola produit en abondance du nectar et du pollen de bonne qualité. De plus, les grandes superficies en culture contribuent au rendement apicole de l'abeille domestique.

## 1. Introduction

Dans une colonie d'abeilles, toutes les ouvrières sont semblables et pourtant différentes entre elles par les tâches qu'elles accomplissent. Un ensemble de mécanismes de communication permet à la colonie de fonctionner de manière efficace et bien plus que s'il s'agissait d'un agrégat d'individus identiques.

Dès la naissance, l'abeille travaille près du couvain; elle nourrit les larves et prend soin de la reine en la nourrissant et en la léchant. Ses glandes cirières s'étant développées, elle construit alors les rayons dans la ruche. Du 11ème au 20ème jour elle travaille à la périphérie du nid à couvain. Elle continue à construire les rayons et occupe les diverses fonctions suivantes: assure la réception du nectar à l'entrée de la ruche et le stockage du pollen, ventile la colonie, nettoie et évacue à l'extérieur les déchets et finalement devient gardienne et défend la colonie.

Lors de la dernière phase d'adulte, l'abeille devient une butineuse et elle récolte nectar, pollen, l'eau et la propolis. Les butineuses ont en charge l'approvisionnement de la ruche. Chaque matin, l'abeille va butiner dans les champs de fleurs où elle a travaillé les jours précédents ou s'oriente sur de nouvelles sources florales plus attrayantes signalées par certaines butineuses qu'on appelle éclaireuses. Une fois posée sur une fleur, l'abeille en écarte les pétales, plonge sa tête à l'intérieur, avec ses pièces buccales aspire le nectar qu'elle emmagasine dans son jabot. Lourdemment chargée après le butinage, elle revient à la ruche, remet son chargement à d'autres ouvrières qui finiront de le maturer et de le transformer en miel avant de l'entreposer.

Le canola, communément appelé colza en Europe, est une plante mellifère qui a été développée au Canada dès le début des années 1970 par modification génétique du colza. Depuis, des millions d'hectares de *B. napus* sont cultivés à chaque année, un peu partout à travers le Canada. D'ailleurs, les surfaces qui lui sont consacrées augmentent progressivement d'année en année. Comme bien d'autres plantes oléagineuses, la production de canola requiert une bonne pollinisation. Cette dernière peut être réalisée par l'intervention de vecteurs polliniques comme le vent, la gravité et d'autres insectes



pollinisateurs. Les butineuses de canola sont pour la plupart des abeilles domestiques; elles sont très attirés par cette plante dont elles retirent beaucoup de nectar et de pollen. Elles représentent environ 90 % des apoïdes butinant cette culture (Belozerova, 1960). En absence complète de ressources, cet insecte peut se déplacer jusqu'à 13.5 km pour obtenir de la nourriture (Eckert, 1933). Toutefois, les abeilles domestiques auront plutôt tendance à butiner les ressources disponibles plus proches.

Le rôle premier de l'abeille est le transport du pollen de fleur en fleur afin de favoriser la fécondation et ainsi contribuer à l'amélioration quantitative et qualitative des cultures agricoles et au maintien des espèces végétales indigènes. À l'homme, elle fournit du miel, du pollen, de la cire et de la gelée royale. Pour survivre et se développer, les colonies de cet insecte bénéficient aussi de ressources alimentaires de plantes butinées. L'augmentation du rendement apicole préconise une approche non seulement respectueuse de l'environnement, mais elle favorise aussi la biodiversité du milieu. Chez le colza, l'ensemble des recherches effectuées ne parle que de l'effet de ce pollinisateur sur le rendement grainier ou bien sur la production en miel. De plus, chez le canola, il n'y a pas des études qui montrent l'effet de cette plante sur la variation de la surface en couvain dans la colonie et du gain de poids de la ruche. C'est pourquoi l'objectif dans cette étude est de quantifier l'apport de la culture de canola dans le développement et le rendement des colonies d'abeilles.

## **2. Matériels et méthode**

Le travail a été réalisé pendant l'été 2002 dans deux régions importantes du Québec pour la culture de cette oléagineuse, c.à.d., dans les régions de la Chaudière-Appalaches (rive sud du fleuve Saint-Laurent) et de portneuf (rive nord). L'évaluation a été réalisée dans de grands champs de canola sous des conditions spécifiques à l'agriculture québécoise, à savoir une préparation de sol pour le semis conventionnel ou direct, une fertilisation minérale ou /et organique, l'andainage et le battage...

Deux traitements de 1.5 et 3 ruches d'abeilles domestiques à l'hectare ont été réalisés en 6 champs: 3 répétitions de traitement en milieu naturel puisque cet insecte ne tolère pas bien d'être confiné en cages et nécessite de grands espaces pour sa récolte de nectar. Pour comparer l'effet de densité de chacun des traitements, à chaque jour et dans chacune des régions, on a dénombré les abeilles domestiques et les autres pollinisateurs butinants et qu'on apercevaient en marchant le long d'un transect d'observation de 50 m de longueur x 2 m de largeur, délimité à l'aide de ruban rouge.

Les ruches ont été installées par groupe de 4 environ 100 m de la zone d'observation. Ces colonies disposaient d'une source d'eau dans les environs (ruisseau, rivière, marais...), elles étaient exposées au soleil pour faciliter leur développement et placées directement dans le champ à polliniser. Les abeilles ont eu accès principalement aux ressources florales de canola puisqu'il n'y a pas eu de plantes compétitrices au voisinage et pas d'ajout de produits alimentaires par l'apiculteur.

Pour évaluer la force de la colonie en quantifiant la surface du couvain, il fallait tout d'abord enfumer légèrement l'entrée et l'ouvrir en enlevant le couvercle et l'entre-couvert. Les abeilles se trouvant sur l'entre-couvert, ont été secouées dans la ruche. Nous avons ensuite évalué la superficie en couvain sur le premier cadre bord et déposé ce dernier à côté de la ruche. Chaque cadre a été ensuite estimé et réintroduit dans la ruche à l'emplacement du cadre précédent. Les rayons ont ainsi été décalés d'une position et le premier cadre a été réintroduit pour fin d'estimation à l'espace devenue libre. Pour les ruches à plusieurs boites, les hausses supérieures ont été enlevées et empilées à côté de la ruche. Après avoir estimé le corps du bas, on y a superposé et estimé les hausses suivantes.

Ces données ainsi que le poids des ruches ont été prises après l'introduction de colonies d'abeilles domestiques, au début et à nouveau à la fin de la période de la floraison.

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel JMPIN telles que des Anovas à deux critères de classification (densités d'abeilles domestiques à l'hectare et blocs expérimentaux) pour vérifier s'il y a une différence entre les variances calculées des deux densités de ruches. Les variables analysées pour cette expérience ont été le gain en

miel, couvain total, couvain operculé et couvain non operculé (Scherrer, 1984). Le test de Student a été utilisé pour vérifier s'il y a des différences entre les traitements.

### 3. Résultats et discussion

La production de miel est une fonction de la relation abeille - plante. C'est l'utilisation de la production de nectar par la colonie d'abeilles. Un bon maniement de la colonie est important pour assurer une bonne production de miel. Il est nécessaire d'avoir de fortes colonies au moment de la production maximale du nectar pour porter le gain en miel à son maximum. Le premier résultat montre que les abeilles produisent des quantités importantes de miel dans les cultures de canola, plus précisément de l'ordre de 19 et de 13 kg par ruche respectivement aux traitements 1.5 et 3 ruches à l'hectare. La diminution de la production en miel en fonction du nombre de ruches à l'hectare n'est pas significative statistiquement ( $n = 44$ ,  $R^2 = 0.07$  et  $P = 0.0633$ ), Fig. 17.

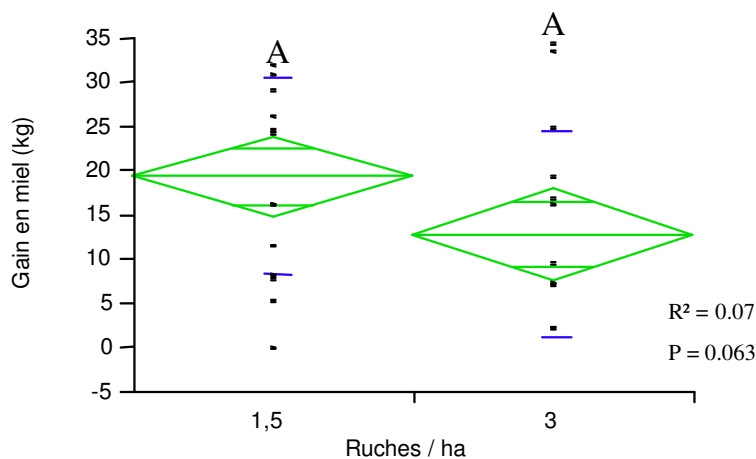


Fig. 17: Production de miel en fonction du nombre de ruches à l'hectare, Québec 2002.

Le miel se forme après la récolte du nectar. Peut être qu'en présence d'un nombre élevé de butineuses dans les champs de canola provoque leur compétition et le changement de leur comportement lors du butinage ainsi qu'un manque de ressources nutritionnelles en abondance. D'ailleurs Pernal et Currie (1998) ont montré que la sécrétion du nectar chez cette plante diminue au fur et à mesure que la période de floraison s'achève. En présence d'une seule espèce florale apte à fournir le nectar et / ou le pollen comme le *B. napus*, les abeilles domestiques auront plutôt tendance à butiner cette ressource disponible la plus proche et accumuler une récolte de miel caractéristique à cette monoculture. En outre, un nectar sécrété en abondance contribue à la production grainière par l'attraction d'insectes pollinisateurs et à la rentrée de miel, le développement des colonies fortes favorisant une pollinisation adéquate chez le canola (Shuel, 1989).

Le couvain non operculé est un couvain non encore scellé par les abeilles; il contient les oeufs ou les larves. D'ailleurs, cet état de développement de l'abeille une étape cruciale pour le peuplement de la colonie. Cette dernière doit pouvoir assurer sa pérennité et pour cela elle a besoin de chaleur, de nourriture, etc. D'après la figure 18, il n'y a pas de différence significative du nombre du couvain non operculé entre les deux traitements ( $n = 44$ ,  $R^2 = 0.004$  et  $P = 0.68$ ).

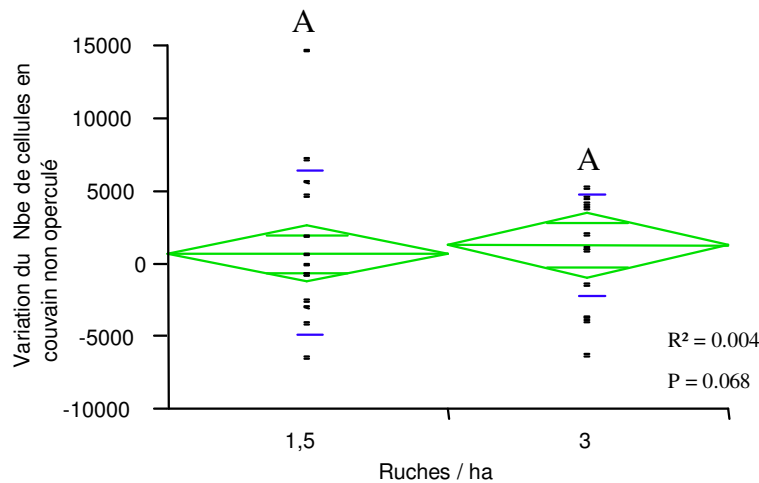


Fig. 18: Variation du Nbe de cellules en couvain non operculé en fonction du gradient de densités d'abeilles domestiques

La variation du couvain non operculé à la fin de floraison de canola est de 1200 cellules en moyenne. Ce développement du couvain demande une très grande consommation de nourriture non seulement du miel mais aussi du pollen pour nourrir les larves. Depuis le début de la mise en fleur de canola pendant toute la période de floraison, il y en a la sécrétion abondante de nectar et de pollen, permettant un développement rapide du couvain.

Le couvain operculé est un stade plus avancé où les alvéoles ont été scellé par les abeilles, avec des opercules légèrement poreux; chaque alvéole contient un jeune individu à l'état de pupaison. il constitue le stade précédent l'imago.

Dans notre expérience, le développement du couvain operculé a été rapide et affiche un nombre élevé de pupes de l'ordre de 8000 et 7000 individus respectivement pour le traitement 1.5 et 3 ruches à l'hectare ( $n = 44$ ,  $R^2 = 0.008$  et  $P = 0.557$ ), Fig. 19. Il semblait y avoir de quantités importantes de pollen disponible dans les colonies pour la constitution du couvain operculé. D'après ce résultat, on peut dire qu'il y aura une augmentation considérable du nombre d'individus dans les colonies d'abeilles à la fin de floraison.

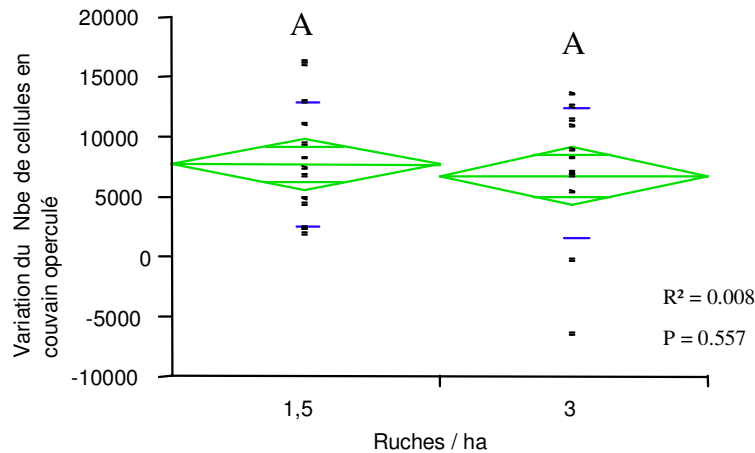


Fig. 19: Variation du Nbe de cellules en couvain operculé en fonction du nombre de ruches à l'hectare.

Le couvain total est l'ensemble des œufs, des larves et des pupes avant l'émergence de l'abeille juvénile. Le dernier résultat montre une valeur de 9000 cellules pour la variation du couvain total mais pas de différence statistiquement significative entre les deux traitements ( $n = 44$ ,  $R^2 = 0.0005$  et  $P = 0.878$ ), Fig. 20. Qu'il s'agisse de 1.5 ou de 3 ruches à l'hectare, les colonies d'abeilles domestiques se développent bien ce qui signifie que les ressources en nectar et en pollen du canola sont suffisantes pour ces deux densités de pollinisateurs. Cependant, le nombre d'ouvrières d'une colonie disponible pour aller butiner est en fonction du nombre d'abeilles dans la colonie (Farrar, 1946). Lorsque la ruche est faible en nombre d'abeilles, il faut en proportion plus d'ouvrières qui restent à l'intérieur pour s'occuper du couvain, du nettoyage et de la défense de la colonie et il en reste moins pour aller butiner. Par contre dans le cas contraire où la ruche est forte en nombre d'abeilles, il ne faut pas plus d'ouvrières pour s'occuper de la ruche, il en reste donc une proportion plus grande pour aller travailler au champ.

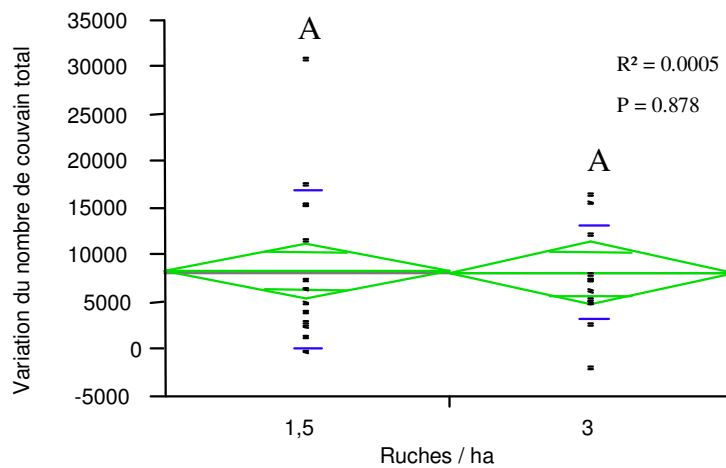


Fig. 20: Variation du couvain total en fonction du nombre de ruches introduites à l'hectare.

#### **4. Conclusion**

En effet, même si la pollinisation de canola ne dépend pas strictement des visites d'abeilles domestiques, celles-ci trouvent sur cette plante une source de nourriture essentielle au développement des colonies durant l'été. Un gain moyen de miel de l'ordre de 16 kg et une augmentation en couvain total de 9000 cellules par ruche ont été atteints pendant 24,5 jours de floraison du canola en juillet. Cela semble indiquer que le canola est une bonne plante mellifère et que les colonies d'abeilles se développent bien sur les cultures de canola. Il s'agit d'un exemple de mutualisme où l'abeille et le canola retirent des bénéfices réciproquement sans être entièrement dépendants.

## 5. Liste de références

- Belozerova, E.I. (1960). Bee increase seed crop from winter rape. *Pchelovodstvo*, Vol. 37(9): 38-40. (In Russian). AA -939/63.
- Ecket, J.E. (1933). The flight range of the honey bee. *J. Agri. Res.* 47: 257 -285.
- Farrar, C. L. 1946. Productive Management of Honey-bee Colonies. Department of Agriculture Bulletin No. 702. This Bulletin has recently been reprinted in the *American Bee Journal* in the January to August, 1993 issues.
- Pernal, S. F. and Currie, R. W. 1998. Nectar quality in open-pollinated pol CMS hybrid, and dominant SI hybrid oilseed summer rape. *Canadian Journal of Plant Science*. Vol. 78: 79-89.
- Scherrer, B. (1984). *Biostatistique*. Gaetan Morin éditeur. Chicoutimi, québec. 850 p.
- Shuel, R. W. 1989. Improving honey production through plant breeding. *Bee World*. Vol. 70: 36-45.



## ***CONCLUSION GÉNÉRALE***

Les plantes bénéficient du transport de pollen par les insectes et en retour, ces derniers profitent d'une récompense en nectar et aussi en pollen. C'est donc par besoin nutritionnel que les insectes réalisent la pollinisation. Pour les plantes, ce mutualisme assure la reproduction et la diversité génétique nécessaire à leur évolution, alors que pour les insectes, la quête de nectar et de pollen est indispensable pour leur survie.

L'abeille domestique possède des qualités hors du commun pour effectuer la pollinisation. Premièrement, cet insecte est doté d'une capacité d'adaptation à différentes espèces végétales. Par contre, lorsqu'elle a identifié une plante mellifère comme le canola, elle y développe une grande fidélité et cette espèce végétale peut alors bénéficier d'une bonne pollinisation. Un autre avantage d'importance concerne la population de la ruche ce qui fait des butineuses en abondance et donc elles ont la capacité de polliniser de grandes surfaces commerciales comme celles de canola.

D'après nos résultats, l'introduction des ruches d'abeilles domestiques contribue à l'optimisation de la production commerciale de cette plante oléagineuse par la diminution de sa durée moyenne de floraison. D'ailleurs, la charge maximale en siliques par plant sera atteinte plus rapidement grâce à l'introduction de colonies d'abeilles qui vont accélérer le processus de la pollinisation de fleurs et en conséquence, le plant cesse de fleurir ce qui raccourcit sa période de floraison. En effet, la durée moyenne de floraison du canola diminue d'environ 4 jours, soit de 16.33 %, en présence de 3 ruches à l'hectare d'*A. mellifera*, ce qui assure la formation des siliques sur une plus courte période de temps, évitant ainsi, lors de la récolte, la perte de graines due à la présence de siliques trop mures, déjà ouvertes ou bien de siliques tardives, encore vertes, contenant de graines moins développées.

De plus, chez le canola le rendement grainier est augmenté d'au moins 45 pour le nombre total de graines par plant et de 44 % pour le poids total par plant, soit d'environ 497 g par m<sup>2</sup> en moyenne, en présence de 3 ruches d'abeilles à l'hectare par rapport à

l'absence de ce pollinisateur. En tenant compte de la densité de plantation, L'installation de ruches d'abeilles domestiques lors de la période de la floraison s'avère essentielle pour combler le déficit en insectes pollinisateurs, en contribuant au transport de pollen assez varié, soit à l'autopollinisation et à la pollinisation croisée.

L'introduction d'au moins 3 ruches d'*A. mellifera* à l'hectare est recommandée, dès le début de la période de floraison, dans les grandes surfaces commerciales de cette monoculture.

Finalement, il reste à savoir l'effet cette fois-ci de la plante oléagineuse sur la santé et le développement de colonies de l'abeille. En effet, les abeilles domestiques trouvent sur cette plante une source de nourriture essentielle au développement des colonies à l'été, et donc à la production de miel. Leur nourriture est constituée de nectar, ressource énergétique principale, et de pollen, ressource protéique importante lors de l'élevage de larves. Les résultats obtenus montrent un gain de miel de l'ordre de 19 kg et une augmentation de couvain total de 9000 cellules par ruche en moyenne. Ce qui nous permet de déduire que l'abeille profite aussi de canola comme source de nourriture pour sa survie au fil du temps.

D'après cette recherche, on conclue que l'abeille occupe, sans en avoir l'air et sans que l'humain ne semble bien le réaliser, une position stratégique sur la planète. Son statut d'agent pollinisateur lui assigne un rôle économique primordial. Non seulement elle participe à la production de cultures, mais elle est de plus créatrice, en favorisant le brassage génétique vital pour l'équilibre des milieux et au maintien de la biodiversité des plantes par le processus de la pollinisation.

## ***LISTE DE RÉFÉRENCES***

- Aras, P., Bourdeau, P. et de Oliveira, D. (1992). Recherche sur la pollinisation dans les bleuetières de la région du Saguenay Lac Jean. Pré-projet présenté à la direction de la recherche et du développement, M.A.P.Q, et au syndicat des producteurs de bleuets du Québec. E.R.P.I, UQAM.
- Baker, H.G.; Baker, I., (1983). Floral nectar sugar constituents in relation to pollination. In Jones, C.E.; Little, R.J. (eds) Handbook of experimental pollination biology. Scientific and academic editions; Newyork; USA; pp : 117-141.
- Barbier, E. (1978). Pollinisation du colza par les abeilles. Rev. Fr. Apic, Vol. 365, pp : 288-291.
- Belozerova, E.I. (1960). Bee increase seed crop from winter rape. Pchelovodstvo, Vol. 37(9): 38-40. (In Russian). AA -939/63.
- Canola Council of Canada (1995). Canola production manual. Canola Council of Canada; Canada (second edition).
- Downey, R.K. (1964). Effet of bees on seed yeilds of ARLO rapeseed forage notes; Vol. 10, pp: 1.
- Downey, R. K., Pawlowski, S. H. and Mcansh, J. (1970). Rapeseed-Canada's Cinderella crop. Rapeseed Association of Canada; Publication No. 32.
- Ecket, J.E. (1933). The flight range of the honey bee. J. Agri. Res. 47: 257 -285.
- Eisikowitch, D.(1981). Some aspects of pollination of oil -seed rape (*Brassica napus*). J. of Agri. Sc., Cambridge, Vol. 96: 321-326.
- Ewert, R.(1929). Die befruchtung der crucifèrenblute durch die bienen. Archivfur bienenkun de, Vol. 10: 310-312.
- Farrar, C. L. 1946. Productive Management of Honey-bee Colonies. Department of Agriculture Bulletin No. 702. This Bulletin has recently been reprinted in the *American Bee Journal* in the January to August, 1993 issues.
- Free, J.B, Ferguson, A.W. (1980). Foraging of bees on oil-seed rape (*Brassica napus*) in relation to the stage of flowering of the crop and pest control. Journal of Agri. Sc., Cambridge, Vol. 94: 151- 154.

- Free, J.B.; Nuttal, P.M. (1968). The pollination of oil seed rape (*Brassica napus*) and the behaviour of bees on the crop. Journal of Agricultural Science, Cambridge, Vol. 71: 91-94.
- Fugita, D. (1939). Influence of honey bees on the fructification of rape. Bul. Imp. Zootech. Exp. Stn. Chiba – shi, Vol. 34:1. (In Japanese).
- Hammer, O. (1952). Rape growing, bees and seed production. Dansk. Landbr. Vol. 71, pp: 67-69. (In Danish). AA –122 / 54.
- Hammer, O. (1963). Summer rape as a competitor affecting the pollination of clovers. Dansk Froa. Vol. no: 14, 7 pp. (In Danish). AA - 425/68.
- Kevan, et Eisikowitch, (1990). The effect of insect pollination on canola (*Brassica napus* L. cv. OAC Triton) seed germination. Euphytica. Vol. 45: 33 – 41.
- Koutensky, J. (1959). Opylovaci ucinek vcely medonosne (*Apis mellifera* L.) nazvyseni hektarovych vynosu u rephyolejne a horcice bile sbornik. Ces Kolovenske Akademie Zemedelskych ved, Vol. 5: 571 – 582 (In Czech, English summary).
- Kubisova, S.; Nedbalova, V. and Plesnik, R. (1980). The pollinating activity of honey bees on rape. Pol'nohospodars tr. 26 : 744- 754. (In Czechoslovakian).
- Latif, A.; Qayyum, A. and Abbas, M. (1960). The role of *Apis indica* in the pollination of oil seeds ``Toria`` and ``Sarsoun``. *Brassica campestris* var. Toria and Dichotoma Bee World, Vol. 41: 283- 286.
- Lecomte, J., 1968. La pollinisation in Traité de biologie de l'abeille, Chauvin, T. 4, 238-277, Masson.
- Legendre, Pierre & Louis Legendre. 1998. Numerical ecology. 2nd English edition. Elsevier Science BV, Amsterdam. xv + 853 pages.
- Louveau, J., 1980. Les abeilles et leur élevage. Hachette.
- Mackenzie, K.; Javorek, S. and Atlin, G. (1997). Canola pollination: a comparaison of alfalfa leafcutting bees and honey bees. Poster presentation, Entomological society of America. Annual meeting, Nashville, Tennessee.
- Manning, R. cited by A. Harman (1999). Canola pollination pays. Bees culture. Vol. 127: 58 pp.

- Manning, R., (1998). Honeybee pollination of canola in western Australia. Agric. West. Australia, Vol. 51, pp: 81.
- McGregor, S.E. (1976). Insect pollination of cultivated crop plants. USDA Agriculture Handbook No. 496; pp:315-318.
- Mesquida, J. and Renard, M. (1978). Entomophilous of male-sterile strains of winter rape seed (*Brassica napus* L. Metzger Var. Oleifera) and a preliminary study of alternating devices. Fourth international symposium on pollination, pp: 49-57.
- Mesquida, J. et Renard, M. (1979). Résultats préliminaires sur la pollinisation du colza d'hiver mâle-stérile et les modalités de production de semences hybrides. Inf. Tech. CETIOM, Vol. 65: 3-14.
- Mesquida, J. et Renard, M. (1983). Étude de quantités de pollen déposées sur le stigmate dans différentes conditions de pollinisation; influence sur la production de graines chez le colza d'hiver mâle – fertile. Cinquième symposium international sur la pollinisation, Versailles.
- Mesquida, J., Renard, M. and Pierre, J. S. (1988). Rapeseed (*Brassica napus* L.) productivity: the effect of honey bees (*Apis mellifera* L.) and different pollination conditions in cage and field tests. Apidologie, Vol. 19: 51-72.
- Mohr, N.A. and Jay, S.C. (1988). Nectar and pollen collecting behaviour of honey bees on canola (*Brassica campestris* L. and *Brassica napus* L.). Journal of Apicultural Research, Vol. 27: 131-136.
- Meyerhoff, G. (1954). Investigation of the effect of bee visits on rape. Arch. F. Geflügelzucht und Kleintierkunde, Vol. 3 (3/4): 259-306. (In German) AA-99/59.
- Neuendorf, H. (1991). Management of honeybees for pollination purposes in the GDR. Acta Horticulturae, Vol. 288, pp: 440-441. (In 6<sup>th</sup> pollination Symposium).
- Olsson, G. (1955). Wind pollination of cruciferous oil plants. Sver. Utsue des foeren. Tidskr, Vol. 65: 418-422.
- Payette, A. et De Oliveira, D. (1989). Diversité et abondance des apoïdes (Hymenoptera: Apoïdea) dans l'agroécosystème de Saint – Hyacinthe, Québec. Naturaliste Can. (Rev. Écol. Syst.), Vol. 116 :155-165.

- Pernal, S. F. and Currie, R. W. 1998. Nectar quality in open-pollinated pol CMS hybrid, and dominant SI hybrid oilseed summer rape. Canadian Journal of Plant Science. Vol. 78: 79-89.
- Pesson, P. et Louveaux, J., 1984. Pollinisation et productions végétales. INRA, Paris, France. 663 p.
- Radchenko, T.H. (1964). The influence of pollination on the crop and the quality of oil seed of winter rape. Bdzhil'nitstvo, Vol. 1 :68-74. (In Ukrainian, Russian summary). AA-380/69.
- Scherrer, B. (1984). Biostatistique. Gaetan Morin éditeur. Chicoutimi, québec. 850 p.
- Shuel, R. W. 1989. Improving honey production through plant breeding. Bee World. Vol. 70: 36-45.
- Singh, R.P. and Singh, P.N. (1992). Impact of bee pollination on seed yield, carbohydrate composition and lipid composition of mustard seed. Journal of Apicultural Research, Vol. 31: 128-133.
- Statistics Canada, (2000). Canadian statistics menu: Primary industries agrioculture. 14 March 2000. [http:// www.statcan.ca](http://www.statcan.ca)
- Tasei, J.N. (1978). Rapeseed flowering and bee foraging. Infs. Tech. Serv. Vet. Vol. 60:11-20 (In French, English summary).
- Vesely, V. (1962). Vyjandrenie ekonomické cinnosti pytovacinnosti. Vcel na repce ozime (*Brassica napus* L. Var. Olifera Metz.). Sborník Českolovenské Akademie Ved. Zemedelských Ekonomie, Vol. 35: 659-678.
- Williams, I.H. (1985). The pollination of swede rape (*Brassica napus* L.). Bee World, Vol. 66: 16-22.
- Williams, I. H., (1978). The pollination requirements of swede rape (*Brassica napus*) and of turnip rape (*Brassica campestris*). J. Agric. Sci. Camb. Vol. 91, pp: 343-348.
- Williams, I. H.; Martin, A. P. and White, R. P., 1987. The effect of insect pollination on plant development and seed production in winter oil-seed rape (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci. Camb. V. 109, 135-139.

