



PCAA

Programme canadien d'adaptation agricole

Rapport final

MISE EN CULTURE DE PLANTES HORTICOLES À HAUT POTENTIEL MELLIFÈRE POUVANT AMÉLIORER LA SANTÉ DE L'ABEILLE (*APIS MELLIFERA*) ET L'AGROBIODIVERSITÉ DU PAYSAGE AGRICOLE

Projet no. 6660

La Fédération des apiculteurs du Québec
et
Le Centre de recherche en sciences animales de Deschambault

mai 2012 – décembre 2013

Rédigé par

Madeleine Chagnon
Et
Marie-Odile Lebeau

Avec la participation de Marc-André Larose et Laura-Jeanne Raymond-Léonard

27 janvier 2014

Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) s'est engagé à travailler avec des partenaires de l'industrie. Les opinions exprimées dans le présent document sont celles du demandeur et ne sont pas nécessairement partagées par AAC et le CDAQ.

Table des matières

	1
	Erreur ! Signet non défini.
1. DESCRIPTION DU PROJET	7
1.1 Objectif général	7
1.2 Objectifs spécifiques	7
Volet 1 : Création d'un outil de référence et de recommandations pour l'exploitation rationnelle du potentiel mellifère des cultures.	7
Volet 2 : Essais sur le terrain	7
2. RÉSULTATS ET ANALYSE	8
2.1. Activités réalisées en fonction des biens livrables listés à l'Annexe C	8
Les biens livrables	8
Volet 1 : Création d'un outil de référence	8
Volet 2 : Essais sur le terrain	8
Activités réalisées :	8
Volet 1 : Création d'un outil de référence	8
Volet 2 : Essais sur le terrain	8
2.2 Changements à la réalisation du projet par rapport à ce qui avait été prévu.	9
Volet 1 : Création d'un outil de référence	9
Volet 2 : Essais sur le terrain	9
2.3 Sommaire des résultats obtenus	12
Volet 1 : Création d'un outil de référence et de recommandations pour l'exploitation rationnelle du potentiel mellifère des cultures.	12
Volet 2 : Essais sur le terrain	14
Méthodologie	14
Résultats	18
Le succès des plantes et les visites d'abeilles	18
Bilan général des observations	18
Comparaison du nombre de visites d'abeilles sur les plantes	18
Nombre de visites d'abeilles par fleurs et par unité (1 m ²)	23

La durée des visites sur les fleurs	23
Comparaisons entre les parcelles contigües et en ilots	23
Le nombre de fleurs ouvertes par plants selon leur disposition	25
Les facteurs déterminant l'attractivité de l'abeille sur les plantes	25
Visites sur les fleurs selon les plages horaires	28
Détermination des plages horaires	28
Influence des conditions météorologiques	28
Analyses de pollens et de miels	29
Évaluation des caractéristiques d'une culture piège	31
La santé des colonies	35
Le poids des ruches	39
La mortalité des abeilles observée	39
La richesse du milieu agroforestier	39
Les différences associées aux sites	41
3. DIFFUSION DES RÉSULTATS	43
4. DISCUSSION ET CONCLUSION	48
La santé des colonies	48
Succès des plantes à valeur agronomiques (culture intermédiaires, engrais verts et jachère)	48
Associations et méthodes prometteuses selon les observations agronomiques	51
L'importance de la prise en compte du paysage	52
Opportunité de marché pour plantes culinaires et médicinales	53
Références bibliographiques	53
5. SOMMAIRE DES ACCOMPLISSEMENTS DU PROJET	55
6. PLAN DE FINANCEMENT ET CONCILIATION DES DÉPENSES	57

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Liste des plantes mellifères mises en culture en 2012 et en 2013 dans Lanaudière, Québec. .	19
Tableau 2 : Les plantes les plus souvent observées (plus grand pourcentage des prises de données) et le nombre de visites d'abeilles comptabilisées sur ces plantes, peu importe le dispositif et l'emplacement, entre le 7 juillet et le 3 septembre 2013, dans Lanaudière, Québec.	21
Tableau 3 : Nombre d'observations faites sur les plantes en fleurs, incluant quelques plantes sauvages, et nombre moyen d'abeilles (par 10 minutes) aperçues sur les fleurs durant ces observations, entre le 7 juillet et le 3 septembre 2013, dans Lanaudière, Québec.	21
Tableau 4 : Donnée climatiques (moyennes) caractérisant les trois plages horaires servant à comparer le comportement de butinage des abeilles sur les plantes mellifères mises en culture en 2013, Lanaudière, Québec.	28
Tableau 5 : Pourcentages maximum et minimum de pollen d'une espèce florale retrouvés dans les échantillons de pollen des trappes, et de miel dans les ruches, en 2012, Lanaudière, Québec.	30
Tableau 6 : Nombre d'espèces florales retrouvées dans les échantillons de pollen (pelotes des trappes) et de miel des ruches disposées dans les sites expérimentaux en 2012, Lanaudière, Québec.	30

Liste des figures

Figure 1 : Localisation des différents sites à l'étude dans la région de Lanaudière en 2012 où Forestier : Saint-Damien (M) / Sainte-Béatrix (T) ; Agroforestier : Saint-Félix-de-Valois (M) / Sainte-Mélanie (T) ; Industriel : Saint-Thomas (M et T) ; M = Site expérimental (Implantation de plantes mellifères / T = Site témoin. (carte googlemap modifiée, 2013).	15
Figure 2 : Localisation des différents sites à l'étude dans la région de Lanaudière en 2013 où Forestier : Saint-Damien (M) / Sainte-Béatrix (T); Agroforestier (Phacélie et Agastache seulement): Saint-Félix-de-Valois (P&A); Agroforestier-Industriel : Sainte-Mélanie témoin (T) et Sainte-Mélanie mellifère (M). M = Site expérimental (Implantation de plantes mellifères / T = Site témoin. (carte googlemap modifiée, 2013).	15
Figure 3 : Disposition schématisée des plantes dans les parcelles expérimentales, soit en plates-bandes rectangulaires uniflorales placées de façon contiguë, soit disposées en îlots multiples.....	16
Figure 4 : <i>Apis mellifera</i> butinant sur un capitule à inflorescences multiples des fleurs de A) <i>Agastache foeniculum</i> , B) <i>Centaurea montana</i> , C) <i>Cosmos sulfureus</i>	22
Figure 5 : Durée moyenne des visites d'abeilles sur les inflorescences des plantes mises en culture dans les sites expérimentaux mellifères, en 2013, dans Lanaudière, Québec.	22
Figure 6 : Nombre moyen de visites d'abeilles par 10 minutes, par unité (1m ²), selon les dispositions des plants. Agastache (<i>Agastache foeniculum</i> ; Mélisse de Turquie (<i>Dracocephalum moldavicum</i>) ; Cosmos (<i>Cosmos sulphureum</i>).....	24
Figure 7 : Nombre moyen de visites d'abeilles par dispositions sur <i>Agastache foeniculum</i> , <i>Phacelia tanacetifolia</i> , <i>Dracocephalum moldavicum</i> et <i>Cosmos sulphureum</i> dans le site en disposition en îlots.	24
Figure 8 : Nombre de visites d'abeilles sur les fleurs selon le nombre de fleurs ouvertes sur le plant.....	26
Figure 9 : Nombre de fleurs par plant selon les sites. Lanaudière, 2013	26
Figure 10 : Plants de mélisse de Turquie (<i>Dracocephalum moldavicum</i>) dans le site en îlot (A) et dans le site en contiguë (B). Le succès agronomique de la plante influence la densité des plants et le nombre de fleurs par plants.....	27
Figure 11 : Plants de phacélie (<i>Phacelia tanacetifolia</i>) dans le site en îlot (A) et dans le site en contiguë (B). Le succès agronomique de la plante influence la densité des plants et le nombre de fleurs par plants.	27
Figure 12 : Nombre moyen de visites d'abeilles (<i>Apis mellifera</i>) et de bourdons recensées par jour sur <i>Agastache foeniculum</i> et <i>Phacelia tanacetifolia</i> , Lanaudière, 2013.	32
Figure 13 : Nombre de visites d'abeilles et densité des données, par heure, pour <i>Agastache foeniculum</i> et <i>Phacelia tanacetifolia</i> , Lanaudière, 2013.	33
Figure 14 : Nombres de visites d'abeilles selon la température maximale moyenne par jour et par le niveau de BRIX, par heure, pour <i>Agastache foeniculum</i> et <i>Phacelia tanacetifolia</i> , Lanaudière, 2013.	34
Figure 15 : ANOVA à un facteur du nombre de visites d'abeilles sur l'agastache en fonction de l'indice BRIX moyen par jour, Lanaudière, 2013.....	34
Figure 16 : Gain de poids / poids initial (kg) moyen et écarts-types des ruchers pour les traitements mellifère et témoin en milieu industriel suite à la période estivale (6/07/12 au 26/08/12).	36
Figure 17 : Mortalité totale (nombre d'individus) moyenne et écarts-types des ruchers pour les traitements mellifères et témoin en milieu industriel suite à la période estivale (6/07/12 au 26/08/12).	36
Figure 18 : Couvain / couvain initial (nb de cadres) moyen et écarts-types des ruchers pour les traitements mellifère et témoin en milieu industriel par rapport aux estimations du 18 juin 2012 et du 3 août 2012.....	36

Figure 19 : Gain de poids / poids initial (kg) moyen et écarts-types des ruchers pour les traitements mellifère et témoin en milieu agroforestier suite à la période estivale (6/07/12 au 26/08/12).....	37
Figure 20 : Mortalité totale (nombre d'individus) moyenne et écarts-types des ruchers pour les traitements mellifères et témoins en milieu agroforestier suite à la période estivale (6/07/12 au 26/08/12).	37
Figure 21 : Couvain / couvain initial (nb de cadres) moyen et écarts-types des ruchers pour les traitements mellifère et témoin en milieu agroforestier par rapport aux estimations du 18 juin 2012 et du 3 août 2012.....	37
Figure 22 : Gain de poids / poids initial (kg) moyen et écarts-types des ruchers pour les traitements mellifère et témoin en milieu forestier suite à la période estivale (6/07/12 au 26/08/12).....	38
Figure 23 : Mortalité totale (nombre d'individus) moyenne et écarts-types des ruchers pour les traitements mellifères et témoin en milieu forestier suite à la période estivale (6/07/12 au 26/08/12).....	38
Figure 24 : Couvain / couvain initial (nb de cadres) moyen et écarts-types des ruchers pour les traitements mellifère et témoin en milieu forestier par rapport aux estimations du 18 juin 2012 et du 3 août 2012.	38
Figure 25 : Représentation schématique de la perturbation intermédiaire dans le contexte du milieu « agroforestier ».	40
Figure 26 : Gain de poids des ruches placées aux sites témoins et mellifères, Lanaudière, 2012.	42

1. DESCRIPTION DU PROJET

1.1 OBJECTIF GÉNÉRAL

Évaluation de plantes à haut potentiel mellifère pouvant améliorer la santé de l'abeille (*Apis mellifera*) et identification des opportunités multifonctionnelles de leur mise en culture.

1.2 OBJECTIFS SPÉCIFIQUES

Volet 1 : Création d'un outil de référence et de recommandations pour l'exploitation rationnelle du potentiel mellifère des cultures.

Objectif 1 : Documenter le potentiel de plantes mellifères, espèces horticoles et indigènes, connues ou moins bien connues, en considérant les divers aspects de l'alimentation de l'abeille : besoins en énergie, protéines et nutriments, bilans selon les distances et la qualité de concentration du nectar, types de sucres préférés et autres considérations comportementales.

Objectif 2 : Identifier des plantes appâts potentielles, plantes pouvant par exemple attirer ou maintenir la fréquentation des abeilles dans un site de pollinisation spécifique ou encore les tenir loin d'un site possiblement dangereux à cause de l'usage de pesticides.

Objectif 3 : Documenter les facteurs d'attractivité de la flore pour les abeilles et l'impact de ces caractéristiques sur la réalisation du potentiel mellifère des plantes en culture. Évaluer les caractéristiques de morphologies florales et production de nectar en lien avec les conditions bioclimatiques et adaptations spécifiques.

Objectif 4 : Dresser un bilan du potentiel multifonctionnel des plantes mellifères pour le développement de nouveaux créneaux en agriculture.

Volet 2 : Essais sur le terrain

Objectif 5 : Quantifier les effets de la proximité des plantes à haut potentiel mellifère sur la santé des abeilles et de la colonie entière.

Objectif 6 : Estimer l'amélioration des produits de la ruche en qualité et en quantité lorsque les colonies sont placées à proximité des plantes à haut potentiel mellifère.

Objectif 7 : Analyser les facteurs botaniques qui influencent le choix des plantes mellifères par les abeilles.

Objectif 8 : Tester les réactions du milieu en terme de réponse de la valeur multifonctionnelle des plantes mellifères en contexte horticole ou agricole, pour identifier des créneaux dont la demande est jugée susceptible de devenir importante à brève échéance (produits gastronomique, plantes aromatiques, plantes médicinales, aliments de santé ...).

2. RÉSULTATS ET ANALYSE

2.1. ACTIVITÉS RÉALISÉES EN FONCTION DES BIENS LIVRABLES LISTÉS À L'ANNEXE C

Les biens livrables

Volet 1 : Création d'un outil de référence

- La revue de littérature sur les plantes mellifères, les plantes appâts, les facteurs d'attractivité de la flore pour les abeilles et l'impact de ces caractéristiques sur la réalisation du potentiel mellifère des plantes en culture.
- L'outil (sous forme de document) identifiant les plantes mellifères ayant un potentiel réel pour le Québec ainsi que des recommandations pour leur mise en culture.

Volet 2 : Essais sur le terrain

- La comparaison scientifique de la production de miel de ruches placées à proximité de cultures de plantes mellifères.
- L'évaluation de l'impact d'un environnement hautement mellifère sur la santé des colonies d'abeilles
- L'évaluation des facteurs de rentabilité d'organisation spatiale de l'offre mellifère (importance des surfaces, densité mellifère, compétitive répartition)
- Le bilan du potentiel multifonctionnel des plantes mellifères

Activités réalisées :

Volet 1 : Création d'un outil de référence

Les biens livrables décrits pour le volet 1 ont bien été réalisés et se retrouvent dans l'annexe A qui constitue l' « Outil pour l'aide à la mise en culture des plantes mellifères ».

Volet 2 : Essais sur le terrain

- La comparaison de production de miel des ruches placées à proximité de cultures de plantes mellifères a été réalisée et les résultats les plus intéressants ressortent particulièrement dans les données de l'été 2012.
- L'impact d'un environnement hautement mellifère sur la santé des colonies d'abeilles a été évalué en 2012 ainsi qu'en 2013.
- Le bilan du potentiel multifonctionnel des plantes mellifères ressort dans les résultats du volet 1 ainsi que dans la discussion générale du rapport.
- Une évaluation du potentiel mellifère et de l'attractivité de plusieurs des plantes mellifères qui ont été mises en culture est aussi incluse dans ce rapport.
- L'évaluation de l'organisation spatiale de l'offre mellifère a été faite en 2013.
- Des données sur les modifications comportementales des abeilles lors de la mise en disponibilité de ressources hautement mellifères ont aussi été incluses dans les résultats présentés.

2.2 CHANGEMENTS À LA RÉALISATION DU PROJET PAR RAPPORT À CE QUI AVAIT ÉTÉ PRÉVU

Volet 1 : Création d'un outil de référence

Le document présentant la revue de littérature et les enquêtes menées auprès de divers intervenants ont été condensés dans un seul produit final, sous forme d'un outil de référence le plus complet possible.

Ce choix a été fait en vue de favoriser une appropriation des informations les plus pertinentes dans une approche pratique, pour décideurs et apiculteurs, sans compromettre la vision d'ensemble ni occulter la complexité du sujet et des questions à résoudre.

L'outil développé est ciblé pour bien répondre aux lacunes des outils existants, mais ne les remplace pas. Des schémas visuels et du matériel de vulgarisation ont été produits, avec un accent poussé sur la pertinence des interventions mellifères en milieu agricole, sur les prévisions et rendements des plantes mellifères et sur des démarches d'organisation et d'optimisation des ressources mellifères souhaitables.

La compréhension des impacts de la biodiversité mellifère sur la santé de l'abeille est apparue prioritaire, de même que le développement d'un portrait plus élaboré des liens entre les plantes mellifères, les nouvelles approches multifonctionnelles et les avenues de l'agriculture écologique de précision. Ces thèmes novateurs ont donc fait l'objet de plus de travail de recherche et de rédaction. Une grande partie du volet recherche-action a été fait conjointement aux activités de diffusion, par exemple lors du colloque de la Fédération des apiculteurs du Québec où une enquête éclair a été menée. Cette enquête avait été préparée et validée avec le concours d'apiculteurs et d'experts en agriculture.

Volet 2 : Essais sur le terrain

La mise en culture

En 2012 et en 2013, la collaboration du milieu s'est avérée excellente en termes de partenariat. Toutefois, la mise en culture et la prise de données ont représenté des défis techniques et organisationnels majeurs quant à l'utilisation de l'espace en champs pour les parcelles expérimentales, ainsi que la réalisation des semis précoces.

Les imprévus dus à la météo

En 2012, une sécheresse prolongée (5 semaines, fin juin et juillet) a retardé l'établissement des plants et des semis. Ceci a causé des difficultés d'organisation du travail de terrain. Ainsi, une partie des cultivars à l'essai n'ont donc pu être observés à leur période de pleine floraison. Le manque de personnel de terrain (leur disponibilité était planifiée plus tôt) a rendu difficile l'observation de certaines de ces floraisons tardives, parfois prolongées jusqu'en octobre, alors que les ruches étaient moins actives et que les étudiants ont dû reprendre les classes exceptionnellement tôt à cause des reprises hâtives des cours en août, suite à la grève étudiante.

Une autre cause de retard a été enregistrée pour l'établissement des parcelles en milieu biologique puisqu'on nous a attribué des terrains fraîchement défrichés. Malgré la bonne coopération des partenaires et leur expertise précieuse en contexte de culture à certification biologique, nous avons donc dû suppléer à tous les besoins de nos parcelles, sauf exception : préparation et entretien de semis en plateaux, collaboration pour équipements d'arrosage en situation d'urgence, préparation des lits de culture et faux semis. Nos besoins culturels comprenaient le défrichage, le transport et la plantation des semis et des plants, le désherbage, l'arrosage, la taille et la récolte. Nous avons donc une grande tâche de coordination en raison des distances et différences de terrains et de régimes des partenaires.

En 2013, la saison printanière été très pluvieuse, ce qui a considérablement retardé les travaux de préparation de terrain et de semis, ce qui a eu pour effet de diminuer la croissance et de retarder les floraisons de presque un mois, malgré des semis faciles. Le sol étant trop imbibé d'eau, il était impossible d'avoir recours à la machinerie (rotoculteur) pour préparer le terrain. Les travaux ont donc dû commencer par une session de désherbage manuel, ce qui a retardé la période de semis.

Le personnel technique

En 2012, nous avons eu recours à des équipes de volontaires et de la main d'œuvre occasionnelle pour combler les besoins de la mise en culture. La transplantation et les semis tardifs ont été favorables à un meilleur contrôle des mauvaises herbes, l'équipe étant mieux rodée et les étapes de faux semis ayant été prolongées.

En 2013, nous avons pu avoir recours à du personnel permanent en embauchant un stagiaire en bioécologie du CEGEP Saint-Laurent pour la prise de données et une horticultrice assignée au désherbage et à l'entretien des plates-bandes. De plus, nous avons eu une finissante du baccalauréat en biologie qui est venu se joindre à l'équipe comme aide de terrain, au mois d'août.

L'espace mellifère

En 2012, un plus grand nombre de plantes potentiellement mellifères que prévu au départ ont été mises en culture. Ces dernières ont été validées pour leurs atouts mellifères et leur succès agronomique. De nouvelles plantes ont été expérimentées en 2013.

Une bonne couverture végétale des parcelles mellifères a été obtenue. En 2012, l'envahissement par les mauvaises herbes nous a causé des problèmes majeurs au début, surtout avec la phacélie qui a été lente à s'établir. Ces problèmes ont été surmontés en mi-saison. En 2013, ce problème fut réglé par une intensification du désherbage manuel.

En 2012, pour des raisons de logistique de gestion de nos partenaires et de surcroît de préparation de terrains, il n'a pas été réaliste de créer les massifs associés aux différentes cultures, tel que prévu initialement. Nous nous sommes consacrés sur deux types de parcelles spécialisées : mellifères à engrais vert et mellifères aromatiques, bien circonscrites et exclusivement gérées pour nos besoins expérimentaux. Le partage des espaces en culture aurait été périlleux dans la formule d'éparpillement de petits massifs prévue initialement. Trop peu de main d'œuvre stable était disponible, et l'espace agricole inoccupé était inadéquat.

En 2013, nous avons établi de nouveaux sites, en zone industrielle, dans des localités où les conditions de sol et climat retrouvés étaient plus comparables à ceux des autres emplacements :

A) deux emplacements industriels à Sainte Mélanie, remplaçant les sites mellifère et témoin perdus à St-Thomas à cause d'un refus des ruchers, suite à mauvaise expérience d'agressivité de certaines colonies en 2012

B) un site mellifère à dominance de lupins à la limite des municipalités de St-Damien et de Saint-Jean-de-Matha.

Dans le nouveau site mellifère en zone d'agriculture industrielle, situé près d'une cannebergière, la disposition spatiale des plants était différente de celle du site mellifère en zone forestière. Nous avons eu accès à de la main-d'œuvre et à de l'équipement spécialisé pour surmonter le retard climatique. Tout (semis et plantules) a été implanté en simultané pour assurer une obtention rapide des couvertures mellifères et pour améliorer le succès de l'établissement qui assure la valeur mellifère.

La disposition a été faite de manière à répartir les risques d'échec de l'établissement des plantes dans un terrain en pente et pour assurer l'observation spécifique de plantes moins représentées. Cette stratégie a permis de sauver une partie des plants de phacélie, plusieurs étant trop jeunes pour résister à une sécheresse de la troisième semaine de juillet. La disposition des plantes en petits massifs (ilots) visait aussi à répondre à l'objectif d'évaluation des facteurs de rentabilité d'organisation spatiale de l'offre mellifère, tel que l'importance des surfaces, la densité mellifère et la compétitivité.

Le site mellifère de Saint-Jean-de-Matha a remplacé un des sites agro-forestiers (Saint-Félix). Il permettait l'éloignement des ressources mellifères agricoles, qui créaient des biais, c'est à dire qu'il n'y avait pas de cultures industrielles attractives à proximité. Les plantations des espèces sélectionnées n'ont pas été réalisées au site des lupins puisque des conditions équivalentes à notre dispositif en termes d'offre mellifères étaient déjà existantes. On y retrouvait des plantes vivaces naturalisées ayant une succession florifère établie : dominance de Lupins, suivis de Verge d'or.

Le site mellifère de Saint-Félix jouxait cette année des cultures voisines éventuellement préjudiciables (soya). Ce site a toutefois été gardé pour des plantations de phacélie et d'agastache, afin de valider des observations comportementales des butineuses qui avaient été faites dans ce site en 2012.

Les observations de butinage sur les plantes

En 2012, le potentiel mellifère était difficilement mesurable par la simple présence des abeilles sur les plantes, vu le grand nombre de plantes à évaluer en même temps. Les floraisons se sont concentrées vers le milieu de l'été et il était difficile de prévoir la période effective de sécrétion de nectar des fleurs. Pour les observations des abeilles sur les fleurs, nous avons procédé par l'usage d'une caméra de terrain munie d'un intervallo-mètre et d'une fonction vidéo. En 2013, nous avons multiplié le nombre d'observateurs sur le terrain, ce qui nous permis d'obtenir différentes mesures quant aux préférences de butinages des abeilles, incluant l'espèce horticole, l'intensité de floraison, la densité des plants et l'heure du jour.

Santé des colonies

En 2012, nous avons pu recueillir des données valables sur la santé des colonies par rapport à l'implantation de plantes mellifères. Ceci a été difficilement réalisable en 2013 vu le changement dans les sites utilisés pour nos observations. Nous avons tout de même quelques résultats qui sont discutés dans le noyau du rapport.

Les produits de la ruche

La qualité des produits de la ruche (miel et pollen) n'a pas été estimée, telle que prévu et les miels provenant des différentes ressources n'ont pas été comparés par des analyses spécialisées. Les analyses polliniques de 2012, provenant du miel et des trappes à pollen, nous ont révélé qu'il était difficile d'évaluer l'apport du miel de nos plantes mellifères dans les ruches. Il semblerait que pour le pollen, du moins, les abeilles ont préféré les plantes sauvages. L'entrée de miel a quand même été quantifiée par des prises de poids sur les ruches.

Des observations comportementales

Dans le cadre d'un projet de maîtrise en biologie réalisé au cours de ce projet de recherche, des observations comportementales des butineuses sur les fleurs ont été effectuées. En ajout à ce qui avait été prévu initialement, des observations plus détaillées de préférences des butineuses pour une plante en fonction de son offre en sucre (indice BRIX) ont été faites. Nous avons eu recours à un réfractomètre (Bellinghaam + Stanley) adapté pour les petits volumes et des tubes capillaires (Drummond Scientific).

2.3 SOMMAIRE DES RÉSULTATS OBTENUS

Volet 1 : Création d'un outil de référence et de recommandations pour l'exploitation rationnelle du potentiel mellifère des cultures.

Collecte d'information dans la littérature pour l'élaboration de l'outil de référence

La méthodologie employée pour la collecte d'information de base pour la construction de l'outil de référence a consisté en un épiluchage systématique de la littérature fondamentale et appliquée portant sur les plantes mellifères. Cet exercice s'est fait parallèlement à une validation croisée des avenues d'exploitation multifonctionnelle de ces plantes. Ceci a été fait à partir de sources écrites provenant de diverses disciplines : horticoles, apicoles, phytopharmaceutiques, biochimiques et écologiques. Des observations et des témoignages concernant l'adaptabilité de certaines plantes en culture, ainsi que de leur intérêt, ont aussi été pris en compte.

Collection d'information sur les préoccupations des apiculteurs

Les préoccupations et les besoins d'information des apiculteurs ont été sondés et validés au cours des deux années de collecte d'information. Ce processus a impliqué de nombreuses consultations auprès d'experts, ainsi que des lectures de documents scientifiques et d'actualités apicoles. La prise en compte des points de vue des apiculteurs a été renforcée à l'aide d'un sondage.

La construction et la réalisation du sondage ont eu lieu en deux étapes. Premièrement, un questionnaire a été élaboré à partir des points d'intérêts qui ressortaient des nombreuses entrevues qui ont été faites par téléphone, par courriel et en personne. Ensuite, le sondage a été soumis aux apiculteurs participant au à la Journée d'information apicole de la Fédération des apiculteurs du Québec (FAQ), en novembre 2013.

Le sondage visait à mieux connaître les rapports, les besoins et les intérêts que pouvaient avoir les apiculteurs en regard des plantes mellifères. Cette démarche interactive a permis de cibler plus précisément les besoins d'information des apiculteurs afin de viser plus efficacement les points les plus importants à développer dans le document de référence en production. Les zones d'exploitation agricole (CPTAQ) et les liens avec l'agriculture ont fait partie du questionnaire. Ces derniers points visaient à identifier le potentiel de la mise en œuvre de solutions mixtes, agricole et apicole, lors de l'aménagement de plantes mellifères.

Objectifs de l'enquête (sondage)

L'enquête visait à mieux comprendre les considérations relatives au paysage mellifère qui importaient aux apiculteurs lors de la sélection des sites pour l'établissement de leurs ruchers. Le questionnaire cherchait aussi à connaître leurs intérêts et leurs priorités pour les ressources mellifères.

Le sondage complète ainsi les conclusions des recherches théoriques sur ce sujet et aide à identifier des priorités d'action. Il permet aussi de mettre en perspective les partenariats multifonctionnels les plus prometteurs, en particulier ceux qui peuvent prendre place en milieu agricole.

Succès du sondage

Cette démarche, réalisée lors du colloque de la FAQ, a permis d'obtenir une excellente participation de l'assistance et d'obtenir l'opinion d'un pourcentage élevé d'apiculteurs possédant un grand nombre de ruches. Sur les vingt apiculteurs québécois possédant 500 ruches ou plus, huit étaient présents et ont répondu à cette enquête. De plus, près du quart des apiculteurs possédant de 50 à 500 ruches étaient présents à l'enquête, ainsi qu'une plus faible proportion des apiculteurs possédant 50 ruches ou moins, catégorie partagée en parts égales entre des démarches d'autosuffisance et élevages commerciaux. Cette représentativité a été validée avec les autres démarches d'enquêtes apicoles à l'échelle nationale (Claude Boucher, vétérinaire, MAPAQ, Éric Massicotte, Direction des statistiques sectorielles et du développement durable, Institut de statistiques du Québec; Anne Leboeuf, vétérinaire, MAPAQ).

Sommaire des résultats du sondage

Notre démarche démontre que l'intérêt pour des données sur les paysages exploités par les colonies d'abeilles est réel et que cet intérêt est encore mal servi. Les réponses de ce sondage constituent un avant-gout de ce qu'il reste à faire pour mieux cibler la productivité apicole. Mentionnons ici la mise en relation entre la densité des ruches et la qualité des ressources disponibles, la sécurité saisonnière en ressources, l'étalement des ressources, la diversité botanique et la résilience face au climat. Finalement, la question demeure, comment répondre aux besoins alimentaires précis des diverses étapes phénologiques saisonnières et des colonies ?

Résultats détaillés du sondage

Les résultats détaillés du sondage sont présentés avec le document principal constituant l'outil de référence. Toutefois, tel que mentionné, le but premier de ce sondage était de donner une vision pragmatique à l'outil de référence. Les résultats sont donc intégrés aux objectifs et aux réponses offertes par l'ensemble du contenu qui constitue cette partie du rapport, présentée en annexe.

Production de l'outil de référence

L'outil de référence, qui fait l'objet du Volet I, constitue l'annexe A du présent rapport. Des figures et des tableaux ont été réalisés pour permettre une vision pratique de la documentation scientifique et des témoignages recueillis. Ce document est intitulé « Conduite de cultures favorables à la santé de l'abeille mellifère et à la biodiversité alliée en milieu agricole ».

Il est remis à part, constituant un document autonome qui pourra être utilisé pour diverses démarches subséquentes concernant les plantes mellifères : en appui à des démarches de consolidation de la filière ou de coopération avec des filières agricoles, par exemple.

Le titre et le sous-titre de l'outil sont comme suit : « *Conduite de cultures favorables à la santé de l'abeille mellifère et à la biodiversité alliée en milieux agricoles. Pistes de solutions recourant aux plantes utiles à haute valeur mellifère et multifonctionnelle pour l'apiculture et les habitats agricoles* »

Volet 2 : Essais sur le terrain

En 2012 et en 2013, plusieurs des plantes à l'étude ont été semées et cultivées en serre en avril, avant d'être transplantées dans les parcelles vers le début du mois de juin. Aux alentours de cette même date, les semences de certaines variétés florales ont été semées directement dans le sol (coriandre, bourrache...) Seul les lupins et la phacélie ont pu être semés plus tôt en 2012 (à partir de fin mai). La floraison des plants a débuté vers la mi-juillet en 2012 et en 2013.

MÉTHODOLOGIE

A. Sites

Le travail de terrain a eu lieu dans Lanaudière, principalement dans la MRC de Matawanie. En 2012, trois types d'environnement ont été étudiés (Figure 1) :

- a. Forestier : un milieu horticole agroforestier avec voisinage sauvage
- b. Agroforestier : un milieu horticole agroforestier avec voisinage de ferme intensive
- c. Industriel : Un milieu agricole en zone de culture conventionnelle intensive

En 2013, trois types d'environnement ont été étudiés. En plus, nous avons obtenu des données provenant d'un site de nos ruchers à culture intensive de lupin amer, une plante mellifère reconnue et prometteuse. (Figure 2)

- a. Forestier : un milieu horticole agroforestier avec voisinage sauvage
- b. Agroforestier-industriel : un milieu horticole agroforestier avec voisinage de culture conventionnelle intensive
- c. Culture intensive de lupins en zone forestière.

En 2012, pour chaque site expérimental (avec nos cultures mellifères), un site témoin était assigné, c'est-à-dire qu'un site sans mise en culture de plantes à haut potentiel mellifère a également été étudié afin de procéder à une évaluation comparative entre les deux. L'éventail des environnements étudiés a pour but de permettre une meilleure compréhension du lien entre la santé des ruches et l'implantation des plantes mellifères selon le milieu. En 2013, les sites témoins n'étaient disponibles qu'en zone forestière et agroforestière-industrielle. Ces sites ont été choisis avec soin selon la flore et les cultures présentes pour permettre la comparaison.

B. Description des parcelles mellifères

En 2012, les parcelles mellifères étaient semées ou plantées en plates-bandes linéaires intercalaires dans tous les sites mellifères. Ainsi, les plantes de la même espèce (ou variété) se retrouvaient réunies principalement de façon contiguë dans des aires rectangulaires allongées. Toutefois, les parcelles de phacélie et d'agastache ont été établies dans plusieurs des plates-bandes dans le site mellifère agroforestier pour avoir une masse critique de mêmes espèces et ainsi assurer l'attractivité du secteur avec des mellifères particulièrement reconnues. Ces deux espèces ont représenté une grande proportion des plantes bien établies et elles ont été étudiées plus rigoureusement pour des observations comportementales chez les butineuses.

En 2013, le dispositif en plates-bandes rectangulaires allongées a été reproduit dans le site forestier à Saint-Damien. Par contre, dans le deuxième site mellifère, à Saint-Mélanie, nous avons établi les plantes

en ilots dispersés d'environ 1-3 m². L'offre mellifère pour chaque espèce florale était la même en superficie, mais dans le deuxième cas, cette superficie était morcelée.

Le dispositif en ilots morcelés a été utilisé pour évaluer les facteurs de rentabilité de l'organisation spatiale de l'offre mellifère, selon l'importance des surfaces ou la densité mellifère (Figure 3).



Figure 1 : Localisation des différents sites à l'étude dans la région de Lanaudière en 2012 où Forestier : Saint-Damien (M) / Sainte-Béatrix (T) ; Agroforestier : Saint-Félix-de-Valois (M) / Sainte-Mélanie (T) ; Industriel : Saint-Thomas (M et T) ; M = Site expérimental (Implantation de plantes mellifères / T = Site témoin. (carte googlemap modifiée, 2013).

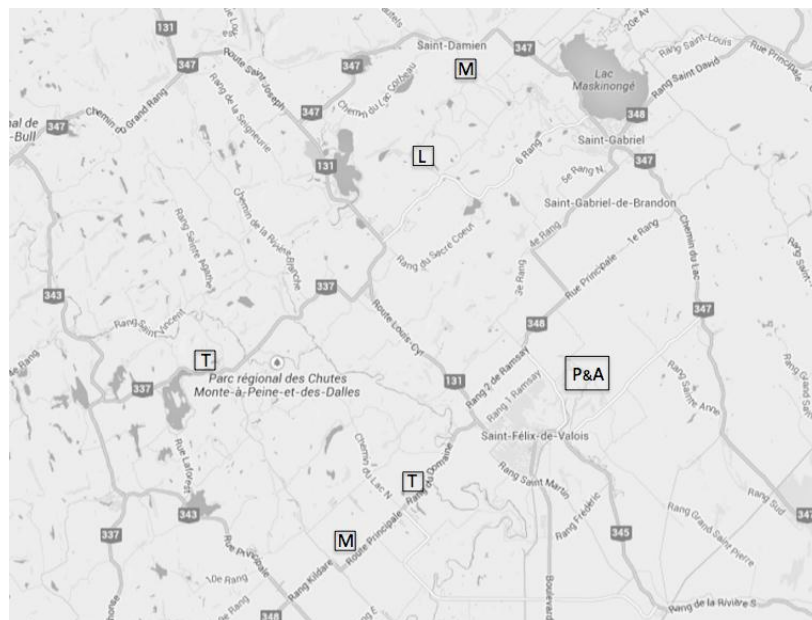


Figure 2 : Localisation des différents sites à l'étude dans la région de Lanaudière en 2013 où Forestier : Saint-Damien (M) / Sainte-Béatrix (T); Agroforestier (Phacélie et Agastache seulement): Saint-Félix-de-Valois (P&A); Agroforestier-Industriel : Sainte-Mélanie témoin (T) et Sainte-Mélanie mellifère (M). M = Site expérimental (Implantation de plantes mellifères / T = Site témoin. (carte googlemap modifiée, 2013).

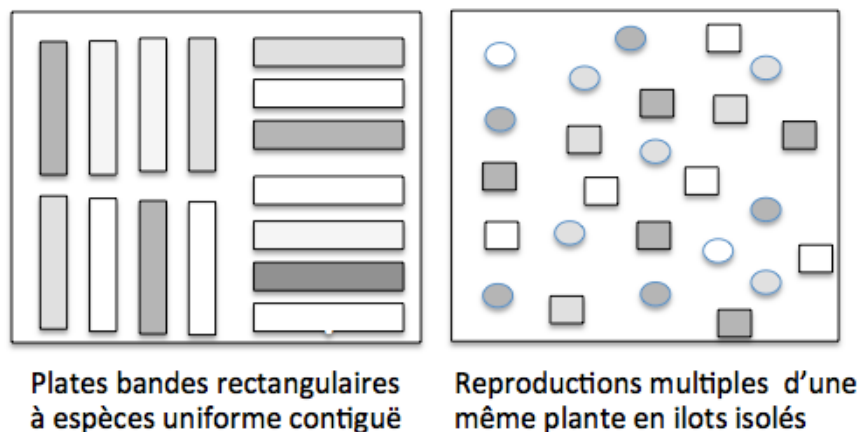


Figure 3 : Disposition schématisée des plantes dans les parcelles expérimentales, soit en plates-bandes rectangulaires uniflorales placées de façon contiguë, soit disposées en ilots multiples.

C. Sélection des espèces et logistique de leur mise en culture

Caractéristiques retenues

Les plantes choisies avaient les caractéristiques suivantes : adaptées aux conditions météorologiques du Québec, reconnues mellifères selon la littérature et ayant un potentiel multifonctionnel, c'est à dire d'avoir au moins un usage second, suite à sa floraison mellifère ou en cours de culture (récoltes continues ou valeur agronomique).

Dates des plantations et des semis

En 2012 et en 2013, plusieurs des plantes à l'étude ont été semées et cultivées en serre en avril, avant d'être transplantées dans les parcelles vers le début du mois de juin. Aux alentours de cette même date, les semences de certaines variétés florales restantes ont été semées directement dans le sol. Seul les lupins et la phacélie ont pu être semés plus tôt, c'est-à-dire à partir de la fin du mois de mai en 2012. La floraison des plants a débuté vers la mi-juillet. D'autres précisions sont disponibles dans la section « résultats » du présent rapport.

Potentiel mellifère et visites d'abeilles

Un total de 40 plantes (espèces) a été mis en culture durant les deux années du projet. Parmi ces plantes, certaines se sont mal établies et d'autres ont eu une floraison trop tardive pour faire des observations adéquates du butinage sur les fleurs. Pour chacune des espèces qui ont atteint le stade de floraison, les observations suivantes ont été faites : grandeur des parcelles, dates de début et de fin de la floraison, la disposition des parcelles (ilots ou contiguës), le nombre de plants par mètre carré, nombre de fleurs ouvertes par plant et le nombre de visites d'abeilles par période de 10 minutes. Nous avons aussi noté si les abeilles récoltaient du pollen ou du nectar. Les plantes ayant reçu le plus de visites ont été retenues

pour des analyses plus approfondies. Ces analyses comprennent des relations entre les nombres de visites d'abeilles et l'heure du jour, les données météorologiques, ainsi que la densité et la disposition des plants.

En 2012, le potentiel mellifère était difficilement mesurable par la présence des abeilles sur les plantes vu le grand nombre de plantes à évaluer en même temps et un personnel technique insuffisant. En 2013, plus de personnes ont été affectées aux tâches d'observations des abeilles sur les fleurs, ce qui nous a permis de ressortir des données plus précises.

En 2012, la contribution relative des plantes introduites par rapport aux ressources florales sauvages a été validée par une analyse pollinique, bien que certaines des espèces sont théoriquement moins susceptibles d'apparaître dans les récoltes des abeilles.

D) Colonies d'abeilles (ruches)

En 2012 et en 2013, 24 ruches d'abeilles ont été transportées du Centre de recherche en sciences animales (CRSAD). Quatre ruches ont été placées et suivies dans chacun des 6 sites déterminés (Voir section A : Sites, parcelles et plantes). Les ruches sont arrivées sur les sites le 5 mai en 2012 et le 30 mai en 2013. Les colonies étaient munies de reines sœurs, évitant ainsi des disparités génétiques au point de vue comportemental et productivité. Il y a eu une évaluation comparative de la santé des colonies des sites témoins et de celles des sites hautement mellifères. Trois paramètres ont été utilisés. Premièrement, il y a eu évaluation de la présence de parasites et pathogènes dans la colonie, au moment de leur arrivée sur les sites expérimentaux et sur les sites témoins, ainsi qu'à la fin de la période expérimentale. Cette évaluation a été faite par Nicolas Tremblay du Club Conseil apicole. Il y aussi eu évaluation du couvain dans les ruches par le personnel apicole spécialisé du CRSAD. Le suivi du couvain a été fait trois fois durant la saison. Ainsi que deux mois après le retour des ruches au Centre de recherche. Les ruches ont été pesées afin d'évaluer les gains en miel et en couvain. Les incidences de mortalités massives d'abeilles ont été notées.

Les ruches ont été pesées à toutes les semaines en période de miellée durant leur séjour sur les sites témoins et sur les sites expérimentaux. Les abeilles mortes sur des draps blancs placés devant les ruches ont été dénombrées. Le couvain a été estimé dans chacune des ruches, à 3 reprises durant la période d'observation.

E) Données météorologiques

À l'aide d'une station météorologique portative qui a été placée sur les lieux, les données journalières des conditions climatiques ont été relevées. Ces données comprenaient la température au sol, la température à 1 mètre du sol, l'humidité relative, la vitesse du vent, l'ensoleillement et la pluie.

RÉSULTATS

Le succès des plantes et les visites d'abeilles

Bilan général des observations

Quarante espèces de plantes ont été mises en cultures durant les deux saisons du projet. Certaines plantes n'ont pas eu de succès dans nos conditions expérimentales et d'autres ont généré des résultats intéressants. Une première compilation des plantes à l'étude (Tableau 1) montre que 75 % des plantes mises en culture ont été observables. De ces plantes, 10 n'ont pas pu être observées car elles n'avaient pas encore fleuri au moment où nous avons retiré les ruches, le 3 septembre.

En tout, 1395 visites d'abeilles ont été enregistrées. Environ 50 % des plantes observables ont reçu des visites d'abeilles. Un plus grand nombre d'observations ont été faites sur les plantes fréquentées par les abeilles (Tableau 2). Toutefois, il est important de préciser que toutes les plantes en fleur ont été observées et qu'il n'existe pas de corrélation statistiquement significative entre le nombre d'observations et le nombre de visites aux fleurs enregistrées ($n=19$; $r=0,11$; $p<0,05$).

Les visites d'abeilles sur les fleurs ont été enregistrées au cours de 366 observations qui ont été faites entre le 8 juillet et le 3 septembre 2013. De ces observations, 54,5 % ont été faites dans les ilots et 45,5 % dans les parcelles contiguës. Un résumé des plantes qui ont généré les plus de données se trouve au Tableau 3.

Des observations sur le comportement de butinage ont été effectuées lors la récolte des ressources au cours des visites d'abeilles domestiques sur les fleurs des plantes mises en culture. De ces 234 récoltes observées, 190 (81 %) ont été pour le nectar, 40 (17 %) pour le pollen et le nectar et 4 (2 %) pour le pollen seulement.

Comparaison du nombre de visites d'abeilles sur les plantes

Les résultats du tableau 3 démontrent que les trois plantes ayant reçu le plus grand nombre de visites étaient des plantes sauvages. Ces plantes avaient été observées pertinemment dans le but de comparer les espèces implantées avec les espèces naturalisées. Nos résultats démontrent que les six espèces implantées qui ont reçu le plus de visites étaient, dans un ordre décroissant : agastache, menthe de Corée (une espèce d'agastache), bourrache, centaurée, cosmos, phacélie et mélisse de Turquie. D'autres espèces ont aussi été attractives, mais dans une moindre mesure : basilic, aneth et cataire citronnée.

Il est intéressant de noter que parmi les plantes sur lesquelles un plus grand nombre de visites ont été enregistrées, on retrouve celles qui comportent le plus de fleurs par tige (fleurs multiples en grappe : agastache : laminacée, figure 4a) ou qui possède une inflorescence composée (centaurée : astéracée, figure 4b; cosmos : astéracée, figure 4c). D'autre part, parmi les fleurs les plus attractives on retrouvait aussi des bourrache, cosmos, phacélie et mélisse de Turquie. Ces dernières plantes possèdent des fleurs simples, mais souvent à plusieurs inflorescences par plants.

Tableau 1 : Liste des plantes mellifères mises en culture en 2012 et en 2013 dans Lanaudière, Québec.

Nom latin	Nom vernaculaire	Usages	Année d'implantation		Butinage par abeilles	Disposition		Vivace/ annuelle	Floraison	
			2011	2012		Ilots	Contigüe		Début	Fin
<i>Agastache foeniculum</i>	Agastache fenouil	Culinaire, Aromatique		x	O	X	X	V	1 aout	encore en fleur
<i>Agastache rugosa</i>	Menthe de Corée	Culinaire, Aromatique	X	x	O		X	V	1 aout	mi-sept
<i>Ammi visnaga</i>	Ammi visnaga	Médicinale	X	X	N		X	A		
<i>Anethum graveolens</i>	Aneth	Culinaire			O			A		
<i>Anthriscus cerefolium</i>	Cerfeuil	Culinaire		X	n.a.		X	B		
<i>Arctium tomentosum</i> ,	Bardane japonaise	Médicinal		X	n.a.	X	X	B		
<i>Bocopa monnieri</i>	Bacopa monniera	Culinaire, Aromatique		X	O		x	A	03-juil	1 aout
<i>Borago officinalis</i>	Bourrache	Aromatique, Huile	X	X	O	X	X	A		
<i>Carum roxburghianum</i>	Ajmud	Culinaire, Médicinale		X	N	X	X	A	1 aout	12 aout
<i>Centaurea montana</i>	Centaurée	Culinaire		X	O		X	A	03-juil	10-sept
<i>Coriandrum sativum</i>	Coriandre 'Leisure'	Culinaire	X	X	N	X		A	30-juin	19 aout
<i>Cosmos sulphureum</i>	Cosmos sulphureus 'Kenikir'	Aromatique		x	O	X	X	A	28-juil	
<i>Cosmos sulphureum</i>	Cosmos sulphureus 'Diablo'	Culinaire						A		
<i>Dalea purpurea</i>	Dalea purpurea	Médicinal		X	n.a.	X		V		
<i>Desmodium canadense</i>	Desmodie	Médicinale		X	n.a.		X	V	30aout	
<i>Dolichos lablab</i>	Dolique d'Égypte Rubymoon	Aromatique, culinaire		X	n.a.			A	30aout	
<i>Dracocephalum moldavicum</i>	Mélisse de Turquie	Aromatique, médicinale		X	O	X	X	A	02-juil	29 aout
<i>Filipendula vulgaris</i>	Filipendule ou Ulmaire	Médicinale		X	n.a.	X	X	V		
<i>Helianthus annuus Arikara</i>	Tournesol Arikara	Culinaire, Médicinale		x	O			A	08-juil 12 aout	29 aout
<i>Helianthus annuus Grand primerose</i>	Tournesol grand soleil	Culinaire, Médicinale		x	N			A		encore en fleur
<i>Helianthus annuus Taiyo</i>	Tournesol Taiyo	Culinaire, Médicinale		x	O			A		
<i>Lathyrus sativus var. azureus</i>	gesse ou pois indien	Culinaire, fourrage		X	N		X	V		
<i>Lavandula stoechas 'Kew red'</i>	Lavande stoechade	Aromatique, Huile essentielle		X	N		X	VNR	30-juin	10-sept
<i>Lupinus albus (Amiga)</i>	Lupin blanc Amiga	Engrais vert	X		n.a.	X	X	A		

<i>Lupinus perennis</i>	Lupin naturalisé	Jachère							V		
<i>Lupinus angustifolius</i>	Lupin bleu	Engrais vert	X		N				A		
<i>Matricaria recutita</i>	Camomille allemande	Médicinale	X		N				A		
<i>Monarda citriodora</i>	Monarde citronnée	Médicinale	X	X	n.a.				V		
<i>Nepeta cataria</i>	Cataire citronnée	Culinaire	X		N				V	22-juil	03-sept
<i>Nigella damascena</i>	Nigelle de Damas	Aromatique, Médicinal	X		N		X		A	1 aout	10-sept
<i>Ocimum basilicum</i> « <i>Citriodorum</i> »	Basilic citron	Culinaire	X	X	O	X			A		
<i>Ocimum basilicum</i> « <i>Tirsiflora</i> »	Basilic Thaï Siam Queen	Culinaire	X	X	O	X			A		
<i>Ocimum sanctum</i>	Basilic sacré	Culinaire	X	X	O				A		
<i>Origanum majorana</i>	Marjolaine	Culinaire	X		N		X		VNR	09-juil	03-sept
<i>Origanum maru</i>	Origan syrien	Culinaire, médicinal		X	N		X		VNR	09-juil	03-sept
<i>Phacelia tanacetifolia</i>	Phacélie à feuille de tanaïse	Engrais vert	X		O	X			A	22-juil	05-sept
<i>Pimpinella anisum</i>	Anis, Pimpinella anisum	Culinaire, médicinal		X	O	X			A	02-juil	19 aout
<i>Shizonepeta japonica</i>	Cataire japonaise	Médicinale	X		N		X		A	1 aout	encore en fleur
<i>Silphium perfolium</i>	Silphium perfoliatum	Médicinale	X		n.a.	X			V		
<i>Spilanthus oleracea</i> (Acmella)	Spilanthus oleracea	Médicinal, culinaire		X	N	X			A	02-juil	30 aout
<i>Tropaeolum majus</i>	capucine	Culinaire		X	N	X			A	08-juil	19 aout

V= vivace

VNR= vivace non rustique

B= bisannuelle

A=annuelle

Tableau 2 : Les plantes les plus souvent observées (plus grand pourcentage des prises de données) et le nombre de visites d'abeilles comptabilisées sur ces plantes, peu importe le dispositif et l'emplacement, entre le 7 juillet et le 3 septembre 2013, dans Lanaudière, Québec.

Plante	Pourcentage des observations faites	Pourcentage des visites d'abeilles observées	Nombre d'abeilles par observation de 10 min.
Agastache	17,76%	29,82%	6,40
Bourrache	12,30%	16,27%	5,04
Mélisse	10,38%	6,16%	2,26
Phacélie	9,56%	3,87%	1,54
Cosmos	8,74%	6,16%	2,69
Basilic	7,65%	4,09%	2,04
Centaurée	6,56%	4,95%	2,88

Tableau 3 : Nombre d'observations faites sur les plantes en fleurs, incluant quelques plantes sauvages, et nombre moyen d'abeilles (par 10 minutes) aperçues sur les fleurs durant ces observations, entre le 7 juillet et le 3 septembre 2013, dans Lanaudière, Québec.

Plantes	Nbre Observations	Moy. Nb. Abeilles/unité	Écart-Type
Verge d'or	16	9,19	5
Radis sauvage	9	8	2,5
Eupatoire Maculée	6	6,5	2,26
Agastache	65	6,4	4,7
Menthe de Corée	3	6	4
Bourrache	45	5	2,72
Sarrasin	14	4,79	3,51
Centaurée	24	2,88	2,5
Cosmos	32	2,69	2,63
Phacélie	17	2,59	3,24
Mélisse	38	2,26	2,39
Basilic	29	1,97	1,95
Aneth	4	1,5	2,4
Cataire Citronnée	7	1,14	0,9
Anis	3	0,67	0,58
Coriandre	15	0,2	0,41
Azureus	4	0	0
Carum ex	6	0	0
Spilante	5	0	0



Figure 4 : *Apis mellifera* butinant sur un capitule à inflorescences multiples des fleurs de A) *Agastache foeniculum*, B) *Centaurea montana*, C) *Cosmos sulfureus*.

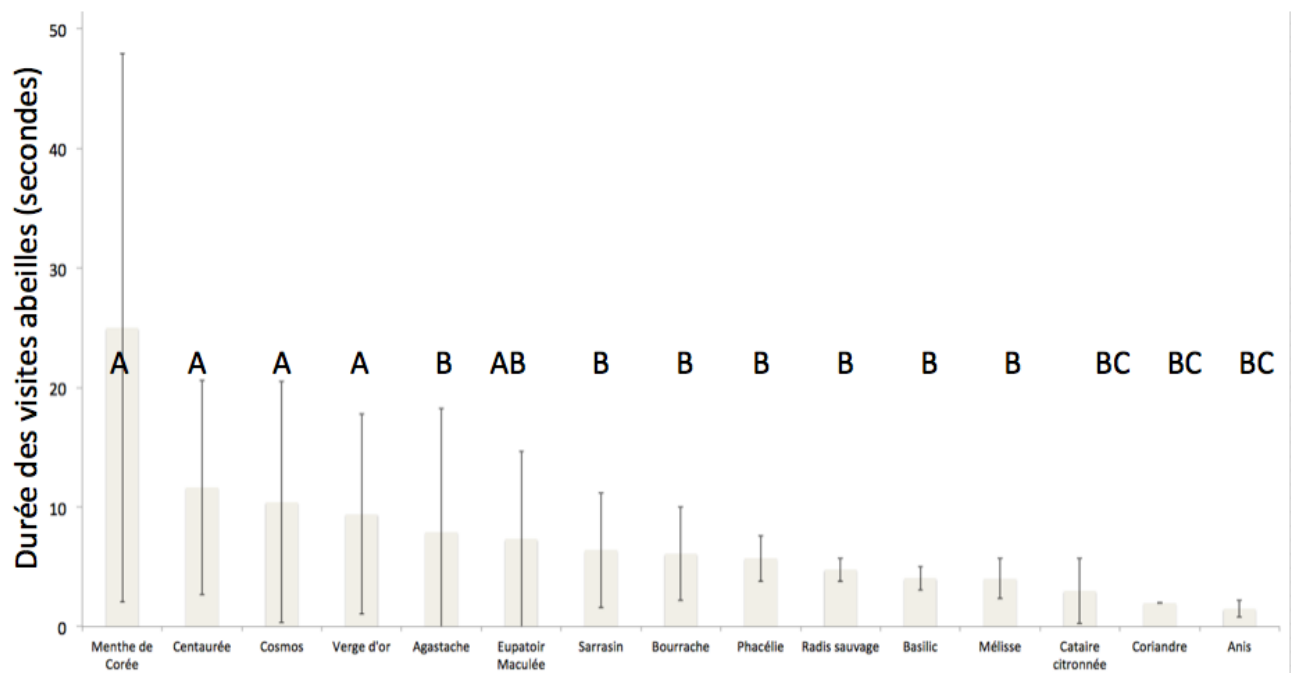


Figure 5 : Durée moyenne des visites d'abeilles sur les inflorescences des plantes mises en culture dans les sites expérimentaux mellifères, en 2013, dans Lanaudière, Québec.

Nombre de visites d'abeilles par fleurs et par unité (1 m²)

Lors de l'analyse des résultats précédents, il faudra prendre en considération que certaines espèces de plantes se retrouvaient avec une densité de fleurs plus élevée que d'autres (nombre de plants par unité et/ou nombre de fleurs par unité). Une analyse de régression démontre cependant que considérant l'ensemble de toutes les espèces mises en culture, ce facteur n'était pas significatif dans le cas de nos plantations, ni pour le nombre d'abeilles par unité ($F=1,51$; $p=0,21$), ni pour le nombre d'abeilles par plant ($F=0,34$; $p=0,34$). L'attractivité des plantes ou leur disposition pourraient donc mieux expliquer et justifier la différence observée dans le nombre des visites d'abeilles sur chacune des espèces étudiées.

La durée des visites sur les fleurs

La durée des visites d'abeilles sur les fleurs reflète l'intérêt de ces dernières pour la fleur d'une plante, que ce soit pour une ressource en pollen ou en nectar. Une durée de visite plus longue laisse aussi présumer que le volume en nectar était plus élevé dans la fleur butinée plus longuement. Les abeilles ayant reçu des visites de durée significativement plus longue ($F=2,8$; $p=0,0001$) sont : Menthe de Corée (*Agastache rugosa*), Centaurée (*Centaurea montana*), Cosmos (*Cosmos sulphureum*). Ces plantes ont reçu des visites aussi longues que celles enregistrées sur la verge d'or et l'eupatoire maculée, deux plantes sauvages très attractives (Figure 5).

Comparaisons entre les parcelles contiguës et en ilots

Seulement trois des espèces mises en culture ont reçu un nombre de visites suffisantes pour permettre des comparaisons statistiques. Il s'agit de l'agastache *Agastache foeniculum*, la mélisse de Turquie (*Dracocephalum moldavicum*), le cosmos (*Cosmos sulphureum*). La phacélie (*Phacelia tanacetifolia*), s'est mal implantée dans les parcelles contiguës pour des raisons climatiques. Nous avons toutefois gardé cette plante pour fins de comparaisons pour les analyses du site avec disposition en ilots, car cette plante est d'un grand intérêt mellifère.

L'Agastache a reçu un nombre significativement plus élevé de visites d'abeilles dans le site en disposition contiguë comparativement aux trois autres plantes (d.l.=56; $F=11,08$; $p=0,0001$). Pour cette plante uniquement, le nombre de visites d'abeilles a été significativement plus élevé (d.l.=37; $F=4,7$; $p=0,0357$) dans le site contiguë que dans le site en ilots ($n=30$; moyenne=5,1; écart-type=4,2). Un fait à noter lors de l'interprétation de nos résultats est que l'agastache dans le site en contiguë était en deuxième année d'exploitation. Ce fait peut aussi expliquer le plus grand nombre d'abeilles sur les fleurs dans ce site (Tableau 1). Cependant, pour le site en ilots, le nombre de visites enregistrées sur l'agastache ne différait statistiquement pas de celui observé sur le cosmos et la phacélie, mais seulement de ceux enregistrés pour la mélisse de Turquie (comparaisons pour toutes les paires en utilisant le HSD de Tukey-Kramer; $p=0,0348$) (Figure 7). Cette différence peut s'expliquer par la morphologie de la plante. En effet, l'Agastache offre une plus grande quantité de fleurons par plant que la Mélisse de Turquie.

Pour la Mélisse de Turquie, le nombre de visites d'abeilles observées a été plus élevé sur les fleurs disposées en ilots ($n=27$; moyenne=2,7, écart-type=2,6) qu'en contiguë ($n=11$; moyenne=1, écart-type=1,2) (Figure 7).

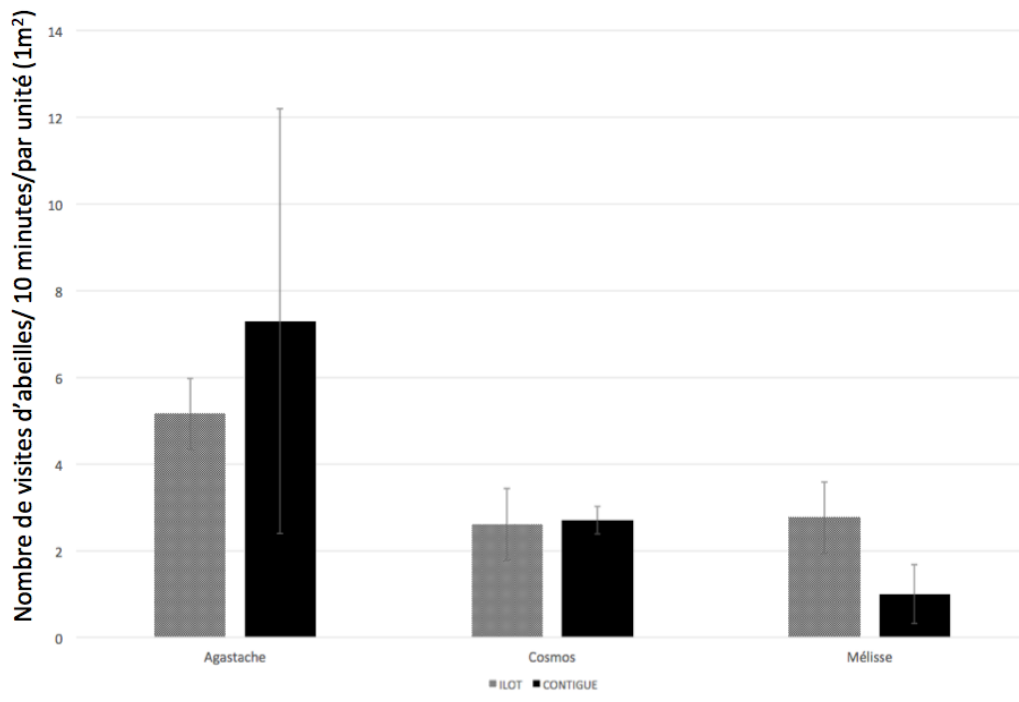


Figure 6 : Nombre moyen de visites d'abeilles par 10 minutes, par unité (1m²), selon les dispositions des plants. Agastache (*Agastache foeniculum* ; Mélisse de Turquie (*Dracocephalum moldavicum*) ; Cosmos (*Cosmos sulphurecum*).

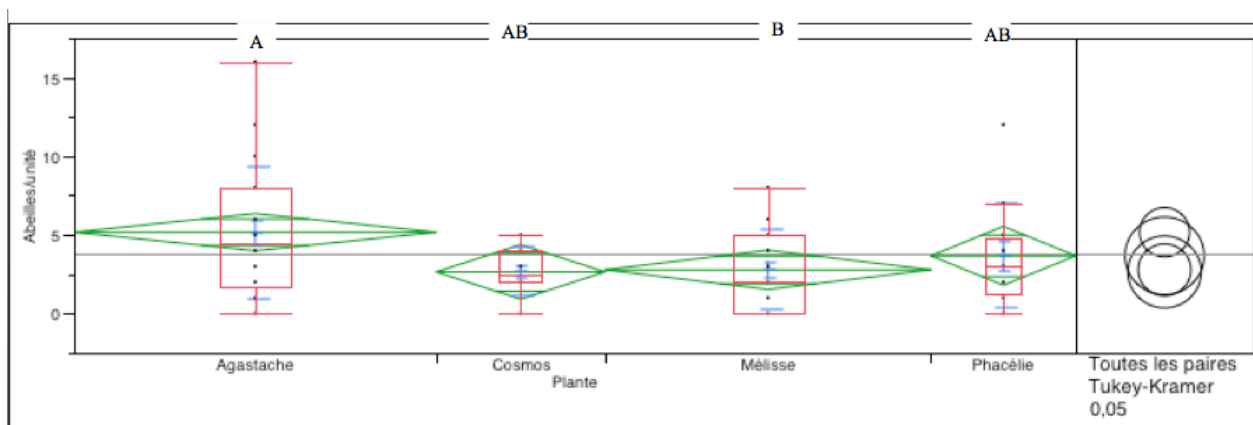


Figure 7: Nombre moyen de visites d'abeilles par dispositions sur *Agastache foeniculum*, *Phacelia tanacetifolia*, *Dracocephalum moldavicum* et *Cosmos sulphurecum* dans le site en disposition en ilots.

Le nombre de fleurs ouvertes par plants selon leur disposition

Tel que déjà mentionné, il est probable que la morphologie florale d'une espèce soit un facteur important qui expliquerait un nombre plus élevé de visites sur une inflorescence. Les plants d'une même espèce peuvent produire un nombre plus élevé de fleurs selon différentes conditions environnementales (ex. sol, humidité, ensoleillement) et selon l'âge du plant. Nos résultats révèlent qu'en effet, le nombre de fleurs ouvertes exerce une influence significative (d.l.=210; F=14,22 ; p=0,0002) sur le nombre de visites d'abeilles sur les plants (Figure 8).

La comparaison du nombre de fleurs ouvertes par plant, selon les sites, nous permet ainsi de mieux comprendre la fréquentation relative des abeilles sur différentes fleurs, selon leur disposition (Figure 6). Pour l'Agastache, les plants du site en contiguë avaient significativement (d.l.=51; F=7,4; p=0,008) plus de fleurs ouvertes par plant au moment de nos observations (Figure 9), ce qui explique le nombre plus élevé de visites d'abeilles sur les plants, dans ce site. Nous avons observé le contraire pour le Cosmos, où le nombre de fleurs ouvertes étant significativement plus faible (d.l.=31; F=20,15; p=0,0001). Pourtant, le nombre de visites d'abeilles avait été similaire pour ces deux sites sur cette plante. Pour la Mélisse, le nombre de fleurs ouvertes par plant ne différait pas entre les deux sites (d.l.=37; F=0,71; p=0,40). Le nombre de visites par plants était pourtant plus élevé dans le site en ilots.

Les facteurs déterminant l'attractivité de l'abeille sur les plantes

Les paramètres analysés afin de déterminer les préférences des abeilles pour nos plantes ont été les suivants : la disposition (contiguë ou ilots), la densité des plants, le nombre de fleurs ouvertes par plant et la durée des visites. Des analyses comparatives, discutées plus haut, et des analyses de régression supplémentaires font ressortir que parmi les observations notées, la durée des visites était le plus fortement associée au nombre de visites observées (d.l.=227; F=65; p=0,0001). Le nombre de fleurs ouvertes était plus important (d.l.=227; F=17,22; p=0,001) que la densité des plants (régression négative; d.l.= 227; F=4,4;p=-0,03), ou encore leur disposition (d.l.=227; F=3,34;p=0,11).

Nous pouvons conclure que le nombre de fleurs ouvertes, donc le nombre de fleurs que porte un plant, ainsi que sa récompense en ressource, reflété par la durée des visites, ont été les paramètres qui nous ont permis d'identifier nos meilleures plantes mellifères.

Les plantes mellifères les plus attirantes pour l'abeille, considérant les facteurs notés dans le cadre de notre projet, sont l'agastache, la mélisse de Turquie, le cosmos, la centaurée, la bourrache et la phacélie. Ni leur disposition, ni leur densité n'ont eu une importance significative pour l'attractivité de l'abeille. La santé du plant est tout de même importante car le nombre de fleurs ouvertes sur le plant est ressorti comme étant un facteur déterminant pour son attractivité (Figure 8). Un exemple de ceci nous est donné par la phacélie. Cette plante, mal implantée dans le site en contiguë, a produit un nombre moyen de fleurs par plant qui était inférieur ($14,6 \pm 5,5$) comparativement aux plants disposés en ilots ($45,1 \pm 22,56$) (Figures 9 et 10). Il faut spécifier que ce fait était relié aux conditions agronomiques du site (sol, semis, ensoleillement) et non à la disposition des plants (ilots vs contiguë). Ce nombre inférieur de fleurs par plant a influencé le nombre de visites d'abeilles par unité (1m^2), par 10 minutes (ilots : $1,2 \pm 0,8$); contiguë= $2,5 \pm 3,2$) pour cette espèce. Toutefois, les durées des visites des abeilles sur les fleurs des plants placé en contigu ($5,17 \pm 1,8$ sec.) étaient, en moyenne, similaires (F=23; p=0,12) à celles du site en ilots ($6,3 \pm 9,7$ sec.).

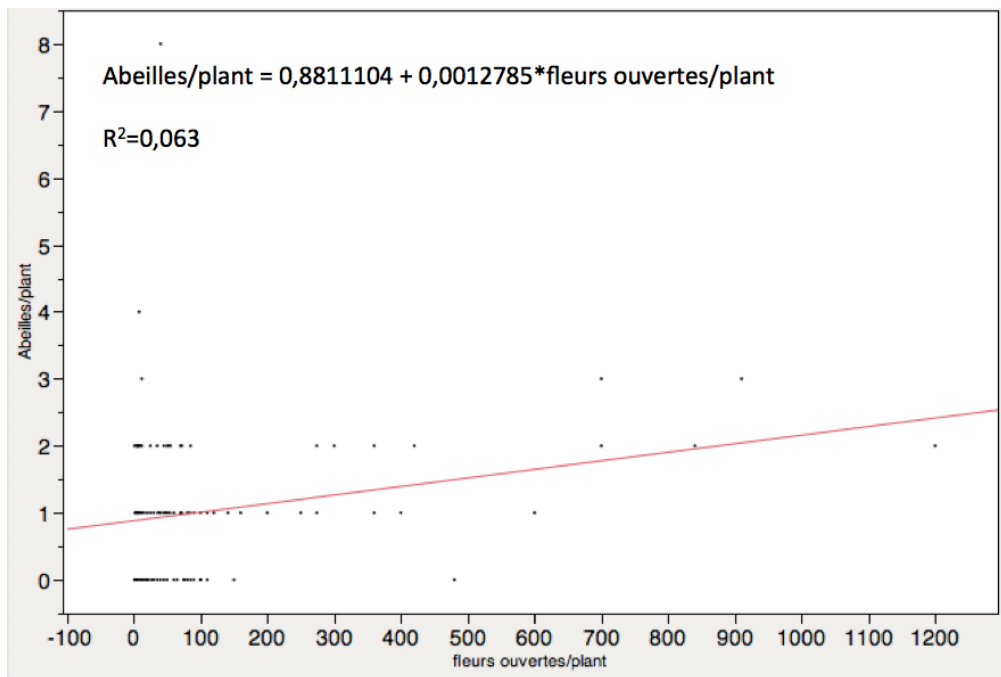


Figure 8 : Nombre de visites d’abeilles sur les fleurs selon le nombre de fleurs ouvertes sur le plant.

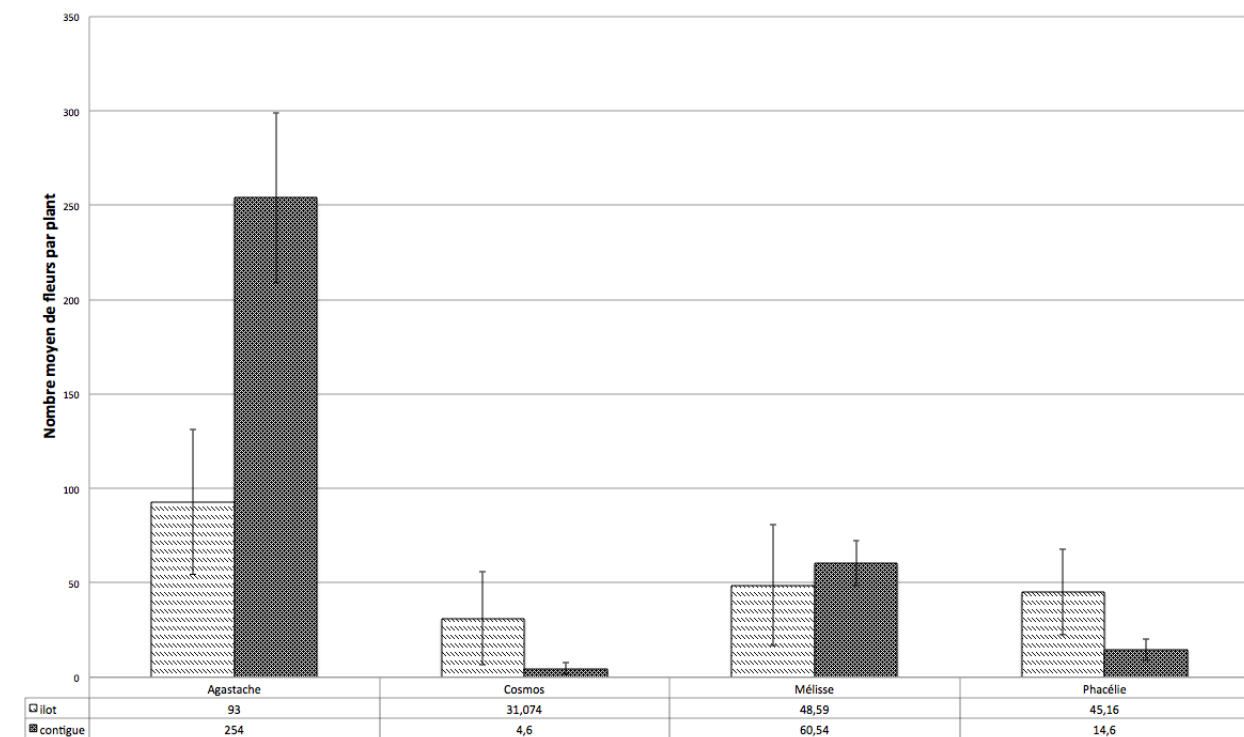


Figure 9 : Nombre de fleurs par plant selon les sites. Lanaudière, 2013.



Figure 10 : Plants de mélisse de Turquie (*Dracocephalum moldavicum*) dans le site en îlot (A) et dans le site en contigu (B). Le succès agronomique de la plante influence la densité des plants et le nombre de fleurs par plants.



Figure 11 : Plants de phacélie (*Phacelia tanacetifolia*) dans le site en îlot (A) et dans le site en contigu (B). Le succès agronomique de la plante influence la densité des plants et le nombre de fleurs par plants.

Visites sur les fleurs selon les plages horaires

Détermination des plages horaires

Trois plages horaires ont été déterminées afin de comparer le comportement de butinage des abeilles sur les plantes mises en culture. Ces plages horaires ont été fixées sur deux types de critères : 1) les heures de butinage des abeilles, tel que reconnu dans la littérature, et 2) les valeurs minimum et maximum des facteurs météorologiques enregistrées par notre station météorologique. Ces facteurs sont : la température à 1 mètre du sol, l'humidité relative, la température au sol, la radiation solaire, la vitesse du vent et le nombre de mm de pluie (Tableau 4). Seulement la période de prise de données (observations) des abeilles sur les fleurs a été retenue, c'est à dire, de 8h à 18h30.

Les facteurs qui caractérisent la plage horaire de 8h à 11h30, par rapport aux deux autres plages horaires, sont une température moyenne au sol (20,85°C) et à 1 mètre du sol (18,20°C) plus faible, une humidité relative plus élevée (75,15) et une vitesse du vent plus faible (3,9 Km/h). Les facteurs qui caractérisent la plage horaire de 11h30 à 15h, par rapport à la plage horaire suivante (15h-18h30) sont une température moyenne au sol (26,32°C) et une radiation solaire (666,42 watt/m²) plus élevées. À la dernière période (15h-18h30), on voit la température au sol et à 1 mètre du sol, ainsi que la radiation solaire, baisser à des valeurs comparables à celle du début de la journée.

Influence des conditions météorologiques

Une analyse par ANOVA nous confirme que pour la plupart des plantes mises en culture dans le cadre de notre étude, il n'y a pas eu de différence significative entre le nombre de visites d'abeilles par unité de surface, selon les plages horaires déterminées. Toutefois, quelques plantes ont fait l'exception : la centaurée qui a reçu un plus grand nombre de visites entre 14h et 15h (F=0,8; p=0,02) et la phacélie entre 16h et 17h (F=8,87; p=0,05). Ce fait reflète donc la qualité et la disponibilité mellifère des plantes sélectionnées. Nous avons aussi perçu une différence significative (d.l.= 17; F=5,17; p=0,03) dans le butinage du sarrasin, une plante agricole disponible au site de Saint-Damien, et sur laquelle nous avons pris des données. En effet, une moyenne de 6,5 ± 0,09 visites/m² a été enregistrée avant 11h30 et 3 ± 1,2 visites en après-midi.

Tableau 4 : Données climatiques (moyennes) caractérisant les trois plages horaires servant à comparer le comportement de butinage des abeilles sur les plantes mellifères mises en culture en 2013. Lanaudière, Québec.

Plage horaire	Température 1m du sol (°C)		Humidité relative		Température au sol (°C)	
	Moyenne	Écart-Type	Moyenne	Écart-Type	Moyenne	Écart-Type
8h00-11h30	18,20205882	2,354643899	75,15056303	9,16661933	20,85211765	3,608267914
11h30-15h00	22,03168067	1,098178348	60,88537815	4,583633095	26,32378151	2,340757731
15h00-18h30	22,40455357	1,449065242	61,61107143	6,013072456	24,92160714	2,82125889

Plage horaire	Radiation solaire (watt/m ²)		Vitesse du vent hauteur du mat- 3m (Km/h)		Pluie (mm)	
	Moyenne	Écart-Type	Moyenne	Écart-Type	Moyenne	Écart-Type
8h00-11h30	397,3066975	159,9170817	3,926453782	1,5193964	0,002117647	0,005647059
11h30-15h00	600,4848739	139,9691201	5,988436975	1,011596658	0,029482143	0,065095794
15h00-18h30	403,9915179	144,7456333	5,611526786	1,550972048	0,081642857	0,124124442

Analyses de pollens et de miels

Des échantillons de miels et de pollens provenant des ruches expérimentales ont été analysés en vue d'estimer l'importance relative des plantes environnantes. Les échantillons de pollen ont été prélevés dans les trappes à pollen installées sur 2 des ruches à chaque site. Les échantillons de miel ont été prélevés directement dans les ruches, en fin de saison. Au total, 30 échantillons de miel et 10 échantillons de pollen des trappes ont été analysés. Ces analyses ont généré 631 entrées dont 504 pour le miel et 127 pour le pollen. Le pourcentage de présence de pollen d'une plante donnée dans les échantillons de miel variait de 0,02 % à 59,3 % alors que dans les pelotes de pollen, on pouvait voir des présences allant de 0,02 % à 56,4 %. Au total, le pollen de 88 plantes a été identifié dans nos échantillons. De ce nombre, seulement neuf ont été retrouvées à la fois dans les échantillons de pelotes de pollen que de miel. Il s'agit de *Arctium minus*, *Brassicaceae*, *Cichorium intybus*, *Impatiens capensis*, *Lythrum salicaria*, *Polygonum fagopyrum*, *Solidago canadensis*, *Trifolium pratense* et *Trifolium repens*. Seulement cinq des pollens retrouvés n'ont pas pu être identifiés et portent le nom Inconnu M-137-X dans la banque de données. Tous les échantillons sont sous la responsabilité de Mélissa Girard et sont temporairement conservés au département de phytologie de l'Université Laval.

Il est intéressant de noter que certaines espèces qui dominaient dans les échantillons de miel ont été absentes des échantillons provenant des trappes à pollen, alors que d'autres espèces qui dominaient les échantillons de pelotes n'ont pas été retrouvées dans le miel (Tableau 5).

Le nombre d'espèces retrouvées dans les échantillons variait selon les sites/traitement (Tableau 6), mais, globalement, ces différences n'étaient pas significatives (Khi deux=5,22; p=0,38). Toutefois, des analyses par paires font ressortir que le site de Saint-Thomas témoin avait une richesse en espèces significativement plus faible que le site de Sainte-Mélanie/témoin ($Z=2,07$; $p=0,038$) et Saint-Thomas mellifère ($Z=-2,12$; $p=0,033$). Ce point ressortira plus loin lors de l'analyse des résultats sur la santé des colonies. Au moins une des espèces de trèfle, comprenant *Trifolium pratense* (29 %), *Trifolium repens* (36 %), *Trifolium hybridum* (28 %), un petit trèfle, *Trifolium* sp. (5 %) a été retrouvée à différentes proportions dans tous les échantillons. Dans 56 % des cas, une de ces espèces de trèfle dominait l'échantillon et représentait plus de 50 % des grains de pollen identifiés, autant dans les échantillons de pelotes de pollen que dans les échantillons de miel. Cette plante, ainsi que les eupatoires et solidago, astéracées (compositae) et autres plantes identifiées au tableau 5, ont certainement été des plantes qui sont entrées en compétition directe avec les espèces que nous avons mises en culture. Les plantes expérimentales étaient présentes en faibles nombres, si on compare leur présence à celle des espèces indigènes et/ou naturalisées présentes dans l'environnement immédiat de nos sites.

Pour cette raison, il est difficile de faire un lien direct entre la santé des colonies placées à proximité de nos plantations par les pollens offerts provenant des cultures nectarifères, même si elles ont été très butinées pour le nectar. Cependant, en 2012, le radis sauvage, une espèce introduite et hautement mellifère, était une des plantes à l'étude, qui est butiné pour le pollen et le nectar (brassicacée). Cette plante se retrouvait sur une grande superficie (10 m X 40 m) dans le site témoin industriel. Le pollen de bardane (*Arctium minus*) a aussi été retrouvé dans une proportion statistiquement plus élevée dans ce site ($F=4,48^{e+15}$; $p<0,0001$). Quoique ces deux plantes soit considérées envahissantes et qu'on ne souhaite pas leur propagation sauf en certaines circonstances (respectivement comme engrais vert et comme racines comestibles), leur

forte présence peu sûrement contribuer à expliquer les résultats qui suivent concernant la santé des ruches dans le site du traitement mellifère « Industriel ».

Tableau 5 : Pourcentages maximum et minimum de pollen d'une espèce florale retrouvés dans les échantillons de pollen des trappes, et de miel dans les ruches, en 2012, Lanaudière, Québec.

ESPÈCE	Dans le miel		Dans les trappes à pollen	
	% maximum	% minimum	% maximum	% minimum
<i>Brassicaceae</i>	27,5	0,3	34,85	0,02
<i>Cichorium intybus</i>	1,2	0,3	23,16	0,40
<i>Compositae (>23µm)</i>	56,4	1,5	0	0
<i>Glycine max</i>	14,6	0,2	0	0
<i>Impatiens capensis</i>	11,6	0,3	1,56	0,16
<i>Liliaceae (25µm)</i>	42,1	0,2	0	0
<i>Lotus corniculatus</i>	18,3	0,3	0	0
<i>Solidago canadensis</i>	30,6	0,3	35,40	0,04
<i>Taraxacum officinalis</i>	0,0	0,0	28,12	0,02
<i>Tilia sp.</i>	17,7	0,3	0,00	0,00
<i>Trifolium pratense</i>	25,6	0,3	28,84	0,30
<i>Trifolium repens</i>	59,3	5,2	35,87	0,02
<i>Trifolium hybridum</i>	0,0	0,0	62,19	4

Tableau 6 : Nombre d'espèces florales retrouvées dans les échantillons de pollen (pelotes des trappes) et de miel des ruches disposées dans les sites expérimentaux en 2012, Lanaudière, Québec.

Sites	Traitement	Environnement	Richesse (sp)
Saint-Félix	Mellifère	Agroforestier	27
Sainte-Mélanie	Témoin	Agroforestier	35
Saint-Béatrix	Témoin	Forestier	45
St-Damien	Mellifère	Forestier	40
Saint-Thomas_Mellifère	Mellifère	Industriel	45
Saint-Thomas_Témoin	Témoin	Industriel	31

Évaluation des caractéristiques d'une culture piège

Considérant son attractivité supérieure pour les abeilles, tel que démontrée dans le cadre de notre projet, et sachant qu'elle le demeure à toutes les heures du jour, l'agastache (*Agastache foeniculum*) pourrait être une plante intéressante pour servir de culture piège. Nous avons voulu vérifier si cette plante avait le potentiel d'empêcher les butineuses de s'éloigner de leur colonie pour aller récolter leur ressource en nectar dans des paysages floristiques distants. Une telle fidélité locale pourrait éviter aux abeilles de s'aventurer dans des espaces florifères recevant des charges en pesticides menaçantes, ou encore d'effectuer un transport de pollen qui pourrait causer une dérive génétique non souhaitée (ex. pollen de plantes GM). Intégrant à l'avant-plan une plante mellifère attirante, la phacélie, nous avons voulu tester si l'agastache maintiendrait son attrait. Une caractérisation de l'agastache et de la phacélie a été effectuée, basé sur leur taux de sucre (Indice BRIX).

Méthodologie

En 2012, une parcelle de 20 m x 50 m a été cultivée avec de l'agastache et de la phacélie. Cinq ruches d'abeilles domestiques ont été transportées à une distance variant entre 50 m et 150 m de la parcelle. Trois fois plus d'agastache que de phacélie a été implantée : 6 rangs d'agastache pour 2 rangs de phacélie. Toutefois, la phacélie était généralement trois fois plus proche des cinq ruches que l'agastache. La prise de données s'est faite sur une période de deux semaines, entre 9h et 16h, lorsque les conditions météorologiques le permettaient. Un transect a été établi dans chaque rang. Se basant sur un modèle d'échantillonnage standard, les visites d'abeilles domestiques et de bourdons sur les fleurs ont été dénombrées le long des transects par une observation vigilante des plantes, lors d'une marche régulière et constante. L'indice *BRIX*, indice de réfraction de la lumière (permettant de déceler le taux de sucre), a aussi été mesuré sur plusieurs fleurs à l'aide d'un réfractomètre (Bellinghaam + Stanley) adapté pour les petits volumes et des tubes capillaires (Drummond Scientific). Les observations ont été reprises en 2013.

Résultats et discussion

À l'été 2012, la phacélie a fleuri et produit du nectar concentré en sucre plus tôt en saison que l'agastache. Au début de la période d'observation (jour 1), l'abeille domestique partage son temps de butinage entre la phacélie et l'agastache tandis que beaucoup plus de bourdons sont recensés sur la phacélie. Dès le jour 2, et jusqu'au jour 5, la situation s'inverse et l'agastache attire beaucoup plus d'abeilles et de bourdons (Figure 12). Un « *switch* » comportemental s'est donc effectué rapidement entre les deux plantes. La variabilité est expliquée à 71 % par la courbe de tendance d'*Apis mellifera* sur l'agastache ($R^2 = 0,71$). Ce changement de plante ressource a été observé autant chez le bourdon que chez l'abeille. Ce comportement reflète la plus grande attractivité de la ressource en nectar offerte par l'agastache, pour ces deux pollinisateurs, dès que sa quantité et sa qualité sont devenues adéquates.

À l'été 2013, l'agastache était en deuxième année de production. La culture a fleuri plus tôt en saison qu'en 2012 et a produit du nectar concentré en sucre, avant la phacélie. Les observations menées sur le terrain ont démontré une constance dans le comportement des pollinisateurs (abeilles et bourdons). Une fois sur l'agastache, les abeilles lui sont restés fidèles jusqu'à la fin de la période d'observation. Aucun « *switch* » n'a été recensé, tel qu'en 2012 (Figure 13). Le pic observé pour l'agastache se situe à 12h avec une moyenne de 39 abeilles aperçues. La densité des visites est forte jusqu'à la fin de cette période et diminue brusquement par la suite. Ce phénomène observé jusqu'à 13h suggère un vidage des fleurs et un épuisement de la ressource par la suite. Une autre ressource pourrait aussi être plus attractive à partir de cette heure. Le test de *Kruskal-Wallis* indique que le nombre de visites d'abeilles par heure est significativement différent (d.l.=7; $K = 42,93$, $p = <0,0001$). Les deux facteurs les plus influents sur le nombre de visites d'abeilles (Figure 14) ont été la température et l'indice *BRIX*. Plus ceux-ci sont élevés,

plus le nombre de visites augmente sur l'agastache. Ce scénario ne semble pas être le même pour la phacélie. L'agastache monopolise donc le butinage des abeilles, malgré l'appâtition d'une deuxième ressource (la phacélie) à proximité.

Lorsque l'indice *BRIX* atteint en moyenne 24 %, par jour, un nombre significativement plus élevé de visites d'abeilles est observé sur les fleurs (d.l. =10; F = 36,74; p = <,0001; R² = 0,64) (Figure 15).

En conclusion, l'agastache s'avèrerait être une bonne candidate comme culture piège. C'est une plante pérenne, facile à cultiver, résistant bien à la sécheresse et qui fleurit du milieu de l'été jusqu'à l'automne. (2 mois). Les résultats obtenus lors de nos observations indiquent que la quête de nourriture de l'abeille pourrait être modifiée en lui offrant une ressource hautement attractive, ressource qui pourrait susciter chez l'abeille un comportement de constance et de fidélité. Notre étude démontre que l'agastache possède les qualités d'une telle plante ressource. Celle-ci procure un nectar de qualité (*BRIX* élevé pendant plusieurs semaines) et son inflorescence en épi offre une forme compacte bien adaptée au butinage par l'abeille. Une disposition contiguë semble être une bonne configuration pour fidéliser et servir de rempart afin d'empêcher la colonie d'aller butiner plus loin.

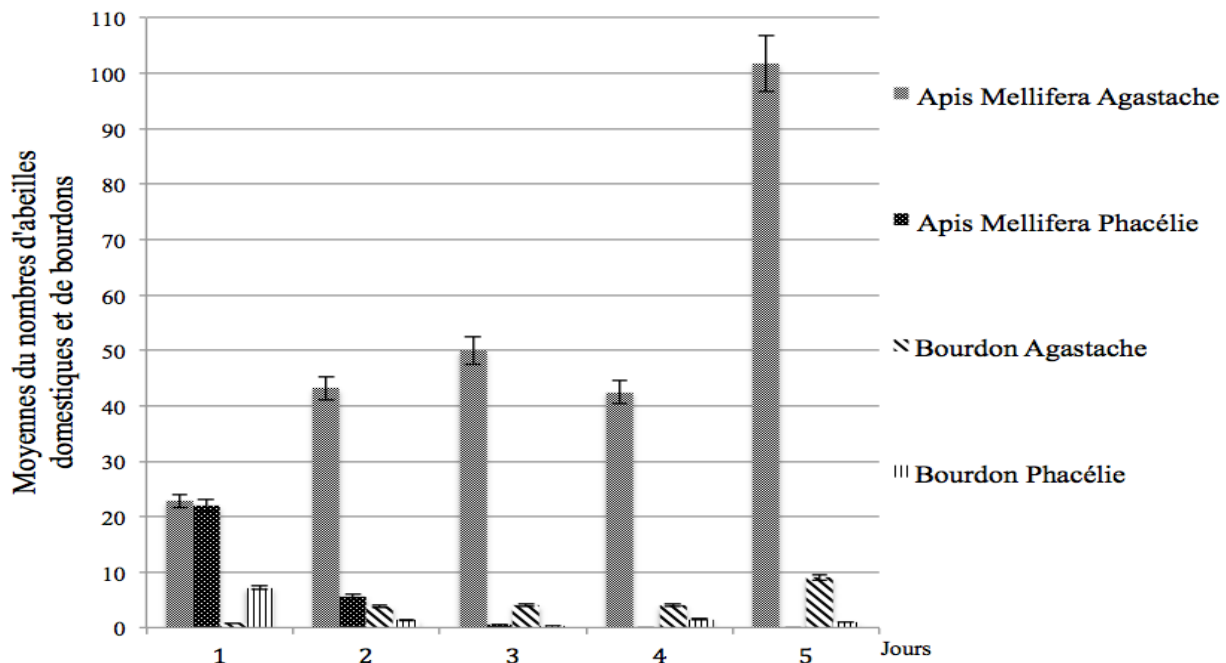


Figure 12 : Nombre moyen de visites d'abeilles (*Apis mellifera*) et de bourdons recensées par jour sur *Agastache foeniculum* et sur *Phacelia tanacetifolia*, Lanaudière, 2013.

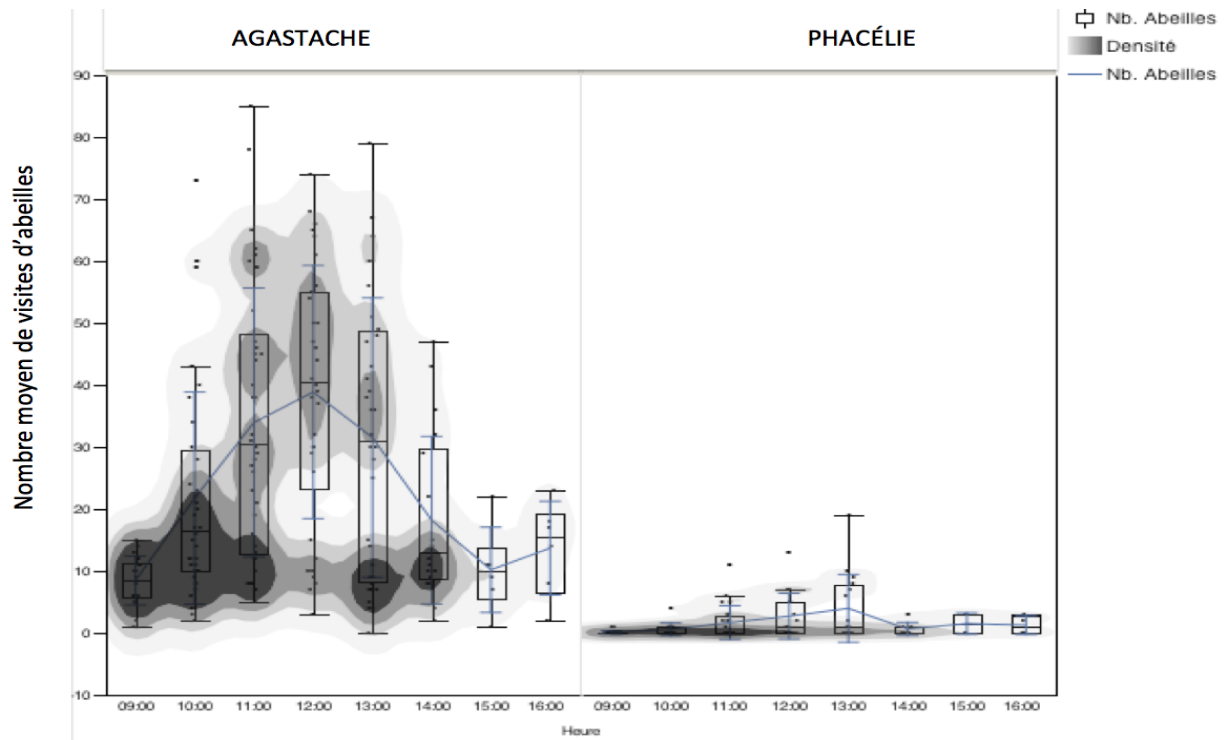


Figure 13 : Nombre de visites d'abeilles et densité des données, par heure, pour *Agastache foeniculum* et *Phacelia tanacetifolia*, Lanaudière, 2013.

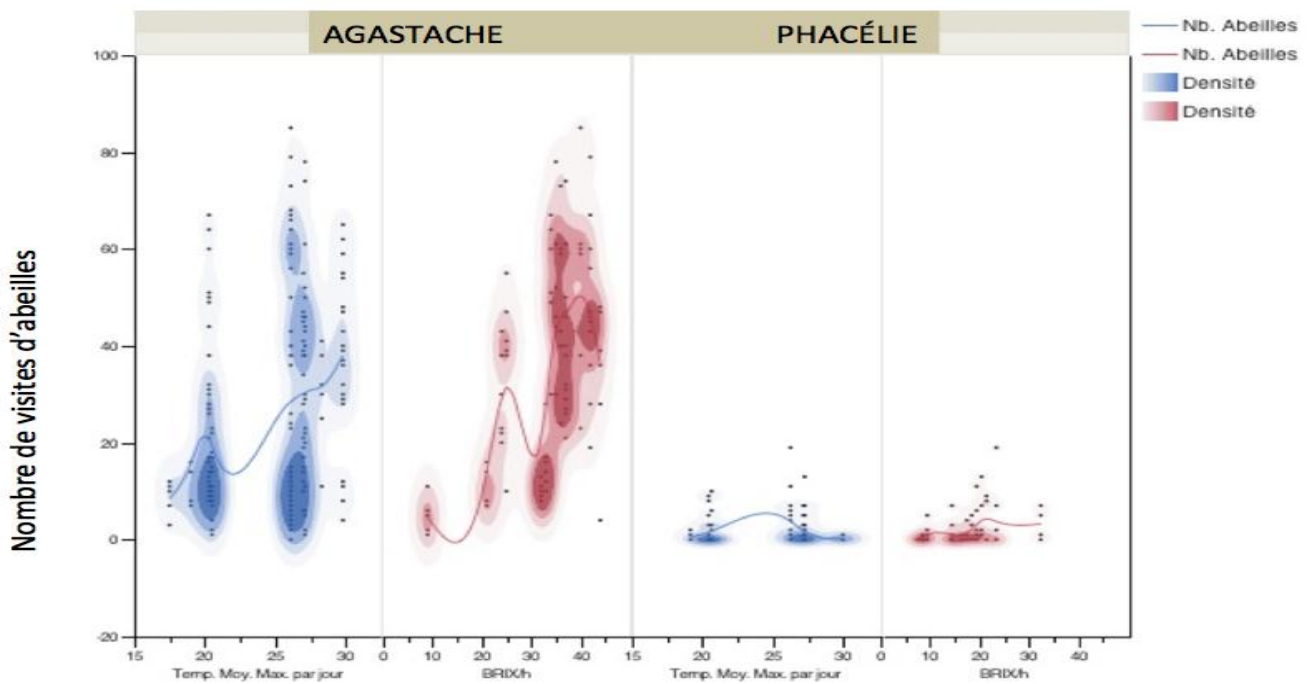


Figure 14 : Nombres de visites d'abeilles selon la température maximale moyenne par jour et par le niveau de BRIX, par heure, pour *Agastache foeniculum* et *Phacelia tanacetifolia*, Lanaudière, 2013.

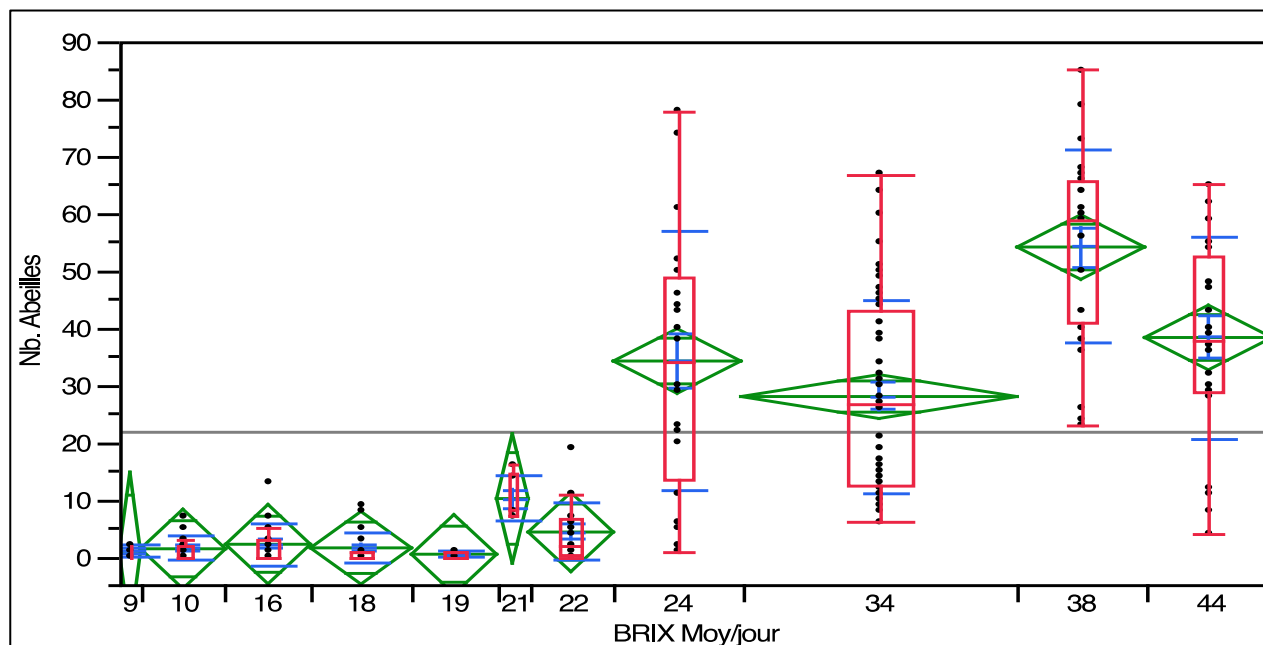


Figure 15 : ANOVA à un facteur du nombre de visites d'abeilles sur l'agastache en fonction de l'indice BRIX moyen par jour, Lanaudière, 2013.

La santé des colonies

L'implantation de plantes mellifères dans une partie des sites, la création de sites témoins et la mise en place de quatre ou cinq ruches dans chacun de ces sites, avaient pour but de vérifier l'influence des plantes mellifères sur la santé des colonies. Ce paramètre a été estimé par un suivi du couvain, du nombre d'abeilles mortes devant les ruches et du poids des ruches. En 2012, ces comparaisons ont eu lieu dans trois types d'environnements : environnement industriel, environnement agroforestier et environnement forestier. Ce sont ces résultats qui sont les plus intéressants. En 2013, ces comparaisons ont aussi été faites, mais les plantes ont fleuri trop tard pour discuter de l'influence réelle des plantes mellifères sur les colonies. Un seul site a accusé des problèmes de santé chez les ruches, qui était statistiquement différent de ce qui pouvait être observé aux autres sites. Il s'agit du site témoin dans la zone forestière. Une mortalité continue a été enregistrée dans ce site, probablement par une exposition à des pesticides lors d'un traitement phytosanitaire. Deux des ruches établies dans ce site ont dû être démontées.

Les résultats de 2012 sont donc ici présentés en détail.

a) Environnement industriel

Une différence marginalement significative quant au gain de poids peut être observée entre les différents traitements en zone industrielle (Figure 16) (Wilcoxon et Mann-Whitney, d.l.= 1, khi deux = 3,1527 ; p = 0,0758). En effet, une différence de moyenne de plus de 1 kg en gain de poids par rapport au poids initial, a été mesurée chez les ruches témoins (2,097 kg) par rapport aux ruches du site mellifère (3,099 kg) (Figure 16). Quant à la mortalité, elle est significativement différente entre les deux traitements (Wilcoxon et Mann-Whitney : d.l.= 1, khi deux = 4,8109; p = 0,0283). La mortalité fut en moyenne 5 fois plus élevée au site témoin qu'au site mellifère (Figure 17). Quant au développement du couvain, celui-ci semble avoir été similaire au courant de l'été pour les deux traitements, et aucune différence significative entre ces deux derniers n'a été observée (Figure 18). On peut donc conclure que pour notre environnement industriel, l'implantation de plantes mellifères semble avoir eu un impact positif sur le gain de poids des ruches, malgré une mortalité plus élevée enregistrée par rapport au site témoin.

b) Environnement agroforestier

Aucune différence significative liée au traitement (mellifère ou témoin) n'a pu être démontrée par les tests statistiques, et ce, pour les 3 paramètres étudiés aux sites en milieu agroforestier (Figures 19, 20 et 21). Ainsi donc, il peut être considéré que l'implantation de plantes mellifères à proximité des ruches n'a eu aucun impact sur la santé des colonies apicoles en ce milieu.

c) Environnement forestier

En milieu forestier, les variables « gain de poids » (Figure 22) et « couvain » (Figure 24) n'étaient pas statistiquement différentes. La différence observée à la Figure 23 entre la mortalité totale moyenne pour les deux traitements cependant est statistiquement significative : la mortalité est 2 fois plus élevée au site mellifère (314 individus, en moyenne) qu'au site témoin (152 individus, en moyenne), et ce, de façon marginalement significative (Wilcoxon et Mann-Whitney, d.l.= 1, khi deux = 3,1527 ; p = 0,0758). Ainsi, tout comme au site industriel, il semblerait que les ruches du site des plantes mellifères ont été exposées à des facteurs environnements susceptibles de causer grandes pertes en abeilles.

Zone industrielle

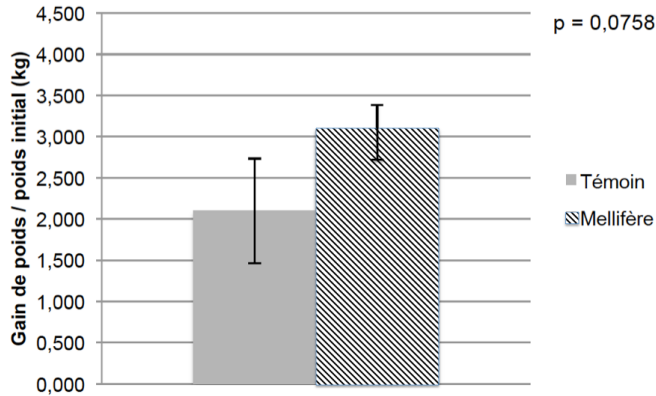


Figure 16 : Gain de poids / poids initial (kg) moyen et écarts-types des ruchers pour les traitements mellifère et témoin en milieu industriel suite à la période estivale (6/07/12 au 26/08/12).

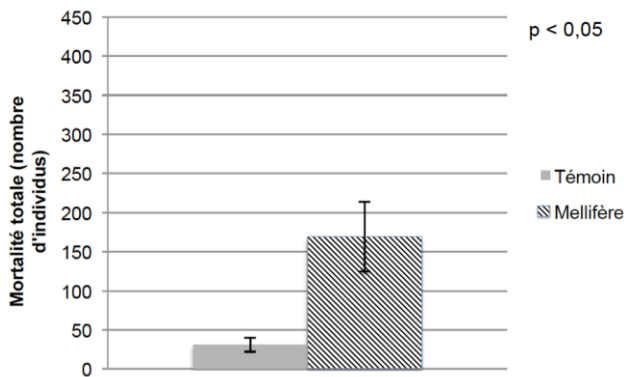


Figure 17 : Mortalité totale (nombre d'individus) moyenne et écarts-types des ruchers pour les traitements mellifère et témoin en milieu industriel suite à la période estivale (6/07/12 au 26/08/12).

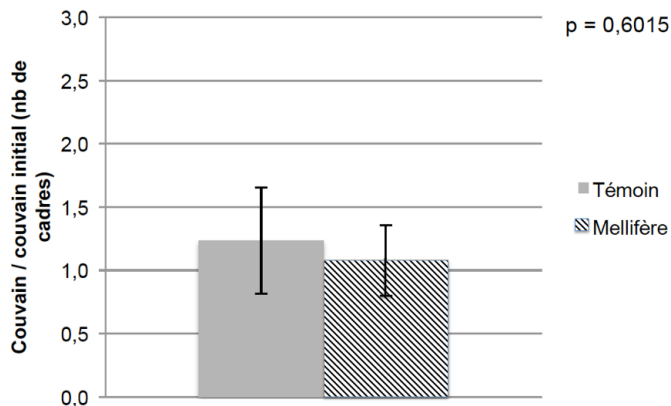


Figure 18 : Couvain / couvain initial (nb de cadres) moyen et écarts-types des ruchers pour les traitements mellifère et témoin en milieu industriel par rapport aux estimations du 18 juin 2012 et du 3 août 2012.

Milieu agroforestier

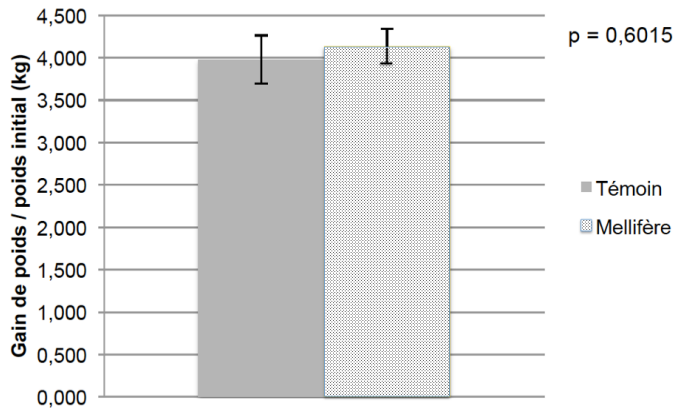


Figure 19 : Gain de poids / poids initial (kg) moyen et écarts-types des ruchers pour les traitements mellifère et témoin en milieu agroforestier suite à la période estivale (6/07/12 au 26/08/12).

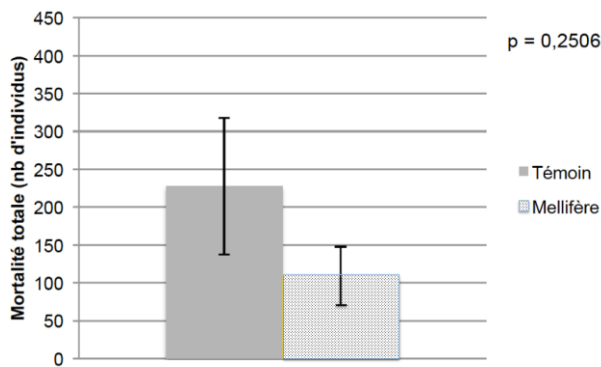


Figure 20 : Mortalité totale (nombre d'individus) moyenne et écarts-types des ruchers pour les traitements mellifère et témoin en milieu agroforestier suite à la période estivale (6/07/12 au 26/08/12).

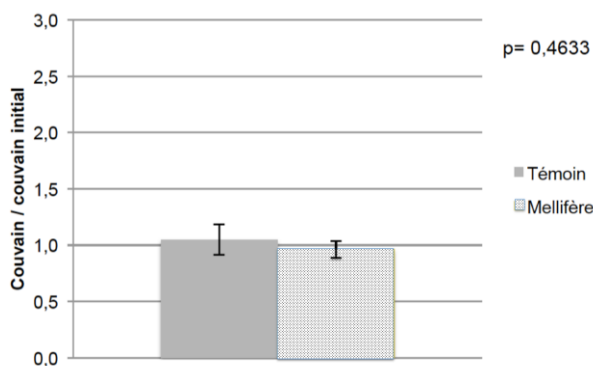


Figure 21 : Couvain / couvain initial (nb de cadres) moyen et écarts-types des ruchers pour les traitements mellifère et témoin en milieu agroforestier par rapport aux estimations du 18 juin 2012 et du 3 août 2012.

Milieu forestier

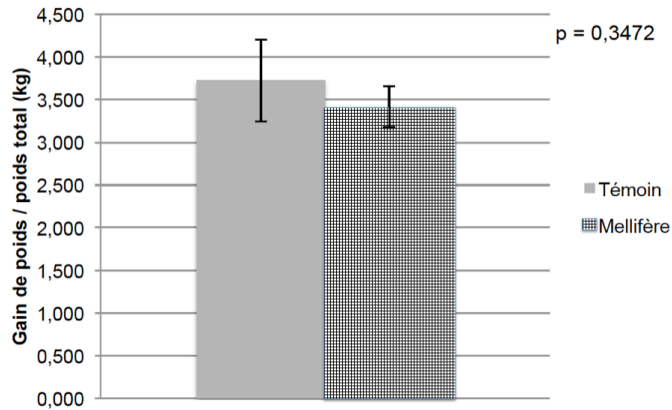


Figure 22 : Gain de poids / poids initial (kg) moyen et écarts-types des ruchers pour les traitements mellifère et témoin en milieu forestier suite à la période estivale (6/07/12 au 26/08/12).

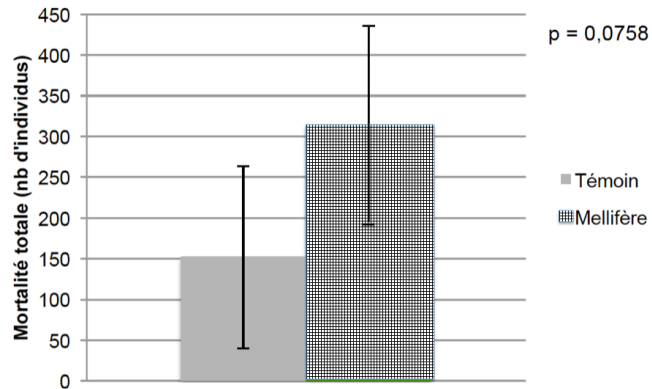


Figure 23 : Mortalité totale (nombre d'individus) moyenne et écarts-types des ruchers pour les traitements mellifère et témoin en milieu forestier suite à la période estivale (6/07/12 au 26/08/12).

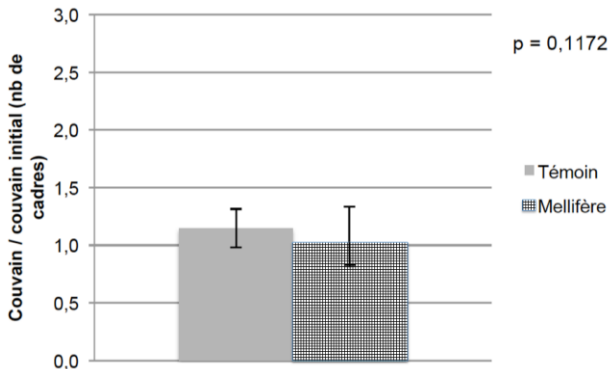


Figure 24 : Couvain / couvain initial (nb de cadres) moyen et écarts-types des ruchers pour les traitements mellifère et témoin en milieu forestier par rapport aux estimations du 18 juin 2012 et du 3 août 2012.

Le poids des ruches

À la fin de la période d'observation de l'été 2012, indépendamment du traitement, les ruches placées dans les sites du milieu industriel avaient, en moyenne, un gain de poids inférieur à celui des ruches placées dans les autres environnements. L'environnement caractérisant ce milieu, plus pauvre en diversité florale, a probablement obligé les abeilles à faire des trajets vers des lieux plus distants pour récolter leur nectar et leur pollen. Ces trajets étant énergiquement plus exigeants, l'entrée en miel en a subi les conséquences. C'est dans le milieu agroforestier que le gain en poids des ruches a été le plus élevé.

La mortalité des abeilles observée

Même si une colonie lourde possède habituellement plus d'abeilles, le taux d'abeilles mortes devant la ruche ne sera pas nécessairement proportionnelle à cette population. Les résultats de notre étude confirment qu'il n'y a pas de corrélation positive entre ces deux paramètres (abeilles mortes vs poids). Ce gain en poids peut être dû à une hausse dans le développement du couvain ou une augmentation de l'entrée de miel dans la ruche. La mortalité totale semble être liée aux sites, dans certains cas, et non nécessairement à l'environnement (Figures 17, 20, 23). En effet, le site de Saint-Damien (forestier) (Figure 23) semble être un lieu où les incidents de mortalité chez les colonies sont plus fréquents, à l'inverse du site industriel de Saint-Thomas 1 (site témoin ; Figure 17), où, en général, une faible mortalité est observée. Dans ce dernier cas, cependant, une mortalité au champ est peut-être sous-jacente, tel que discuté plus loin.

La richesse du milieu agroforestier

Aucune différence n'a été décelée, quant aux trois paramètres de santé de la ruche étudiés (mortalité, gain de poids, couvain), suite à l'implantation de plantes mellifères à proximité des ruches en milieu agroforestier. Ceci pourrait laisser sous-entendre que l'ajout de diversité florale dans cet environnement n'a pas eu d'impact positif (ou négatif) sur la santé de l'abeille (Figures 19, 20, 21). Nous pouvons examiner cette question par les arguments qui suivent. Premièrement, il faut se souvenir que l'abeille mellifère a besoin d'une grande diversité florale pour avoir une nutrition adéquate, une bonne croissance, un bon développement de la colonie (Brodschneider et Crailsheim, 2010), d'où son comportement polylectique (Michener, 2010). Le milieu agroforestier offrait peut-être déjà aux colonies cette grande diversité florale.

L'hypothèse de la perturbation intermédiaire veut qu'un milieu combinant des habitats différents, combine également les espèces leur étant spécifiques ; la diversité d'espèces se retrouvant dans le milieu se voit donc très élevée, étant donné la diversité d'habitats (Rickelfs et Miller, 2005 ; Connell, 1978). Ainsi donc, dans un milieu agroforestier, les espèces florales caractéristiques des agroécosystèmes industriels et forestiers peuvent être disponibles pour être exploitées par les butineuses, car ce type d'environnement est caractérisé par deux types de plantes qui leur sont propres (Figure 25).

Le grand rayon d'action des butineuses (Spürgin, 2010) leur permet d'avoir la possibilité d'accéder à toutes les ressources caractéristiques de leur milieu. Donc, initialement, les colonies avaient accès à une plus grande richesse florale, étant donné les conditions de « perturbation intermédiaire » du milieu « agroforestier », d'où le possible impact nul de l'implantation de plantes mellifères dans le secteur. Donc, indépendamment du traitement, le gain de poids par rapport au poids initial était plus élevé pour l'environnement agroforestier. La différence significative quant au gain de poids des milieux forestiers et agroforestiers versus le milieu industriel peut être expliquée par les techniques d'agriculture moderne utilisées dans la sphère industrielle, lesquelles favorisent les monocultures et, donc, un apport nutritif de moindre qualité pour les colonies apicoles (Naug, 2009). D'autant plus que certaines des plantes utilisées en monoculture ont un impact délétère sur la santé de l'abeille ; par exemple, le cas des cultures de soya où 40 % des sucres retrouvés dans les fleurs sont toxiques pour les abeilles (Barker, 1977).

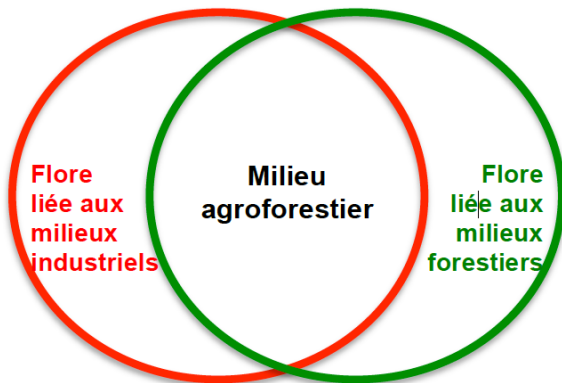


Figure 25 : Représentation schématique de la perturbation intermédiaire dans le contexte du milieu « agroforestier ».

Ainsi donc, selon la littérature et les résultats obtenus dans le cadre de l'étude, l'implantation de plantes mellifères serait à valoriser en zone industrielle, considérant le manque de diversité florale à pallier, à l'inverse des milieux agroforestiers, lesquels offrent à la base une grande richesse alimentaire pour les butineuses.

L'impact du traitement en zone industrielle

Dans le milieu industriel, un gain de poids plus faible a été retrouvé pour les ruches du traitement témoin, probablement causé par la faible diversité florale du milieu et le faible apport nutritif offert par les monocultures (Naug, 2005). Ainsi, on pourrait supposer que l'implantation de plantes mellifères dans des environnements hostiles, tels les environnements industriels, permettrait aux colonies d'avoir un meilleur développement, compte tenu de la qualité et de la quantité supérieures des ressources offertes par ce type de plantes.

Au site témoin, malgré le faible gain de poids observé (Figure 12), la mortalité était plus faible qu'au site mellifère (Figure 13). Ainsi donc, considérant que le gain de poids démontre que les ruches du site mellifère profitent mieux que celles du site témoin, comment peut-on expliquer qu'il y ait une plus grande mortalité observée aux ruches du site mellifère ? Étant donné que le développement du couvain semble similaire entre les deux traitements (Figure 14), le questionnement semble vraiment concerner la mortalité elle-même.

Il faut se rappeler que les données de mortalité dans la présente étude constituent un **indice** des pertes d'abeilles pour la colonie. Selon notre méthodologie, le décompte des individus morts excluait la mortalité au champ et les cadavres déplacés du drap par les abeilles. De plus, les données étaient prises de façon hebdomadaire, donc, les ajouts et retraits quotidiens des cadavres évacués sur le drap n'ont pas été pris en compte.

Ainsi, on peut supposer qu'il y a eu beaucoup de mortalité non comptabilisée : les butineuses du site témoin ont possiblement fait face à une perturbation sur le terrain, tel qu'un épandage de pesticides.

Les abeilles peuvent accomplir une tâche prématurément ou tardivement, selon le nombre d'individus disponibles pour voir aux différents besoins de la ruche (Seeley, 1989). Ainsi, les colonies se sont probablement adaptées face à l'environnement en augmentant le nombre de butineuses, pour combler le manque d'apport nutritif à la ruche, ce qui a eu pour impact de diminuer le nombre des ouvrières au sein de la ruche (Free, 1979). Deux scénarios peuvent être envisagés, si la perturbation a eu lieu :

1. Chronique : Les butineuses continuent de mourir au champ, d'où le faible gain de poids (diminution de l'apport de miel et de pollen à la ruche) et une faible mortalité est observée sur les draps placés devant la ruche (Figures 12 et 13). Les autres ouvrières, elles, continuent de devenir prématurément des butineuses, pour pallier au manque de nourriture: la ruche est moins peuplée, donc moins lourde. Ce cycle se refait continuellement, et la colonie a de la difficulté à revenir à l'organisation initiale de ses castes.

2. Aiguë : La perturbation a été si intense, que le manque de butineuses a été très difficile à combler par le changement de castes des ouvrières, par conséquent, la résilience de la colonie n'a pas été possible, étant donné l'ampleur de la perturbation.

De plus, la diminution du nombre de butineuses peut avoir un impact direct sur la propagation de maladies virales et bactériennes au sein de la ruche. Effectivement, un cas de loque, soit une maladie bactérienne affectant le couvain (*Paenibacillus larvae*) (Oldroyd, 2007), a été détecté au site témoin de la zone industrielle. L'éclosion de cette maladie aurait pu être favorisée par un taux important de mortalité de butineuses au champ. Vidal-Naquet (2011) évoque que l'un des vecteurs de cette maladie est le comportement hygiénique insuffisant de certaines abeilles, ce qui peut être également associé à un manque d'ouvrières ménagères au sein de la ruche.

L'hypothèse stipulant que l'empoisonnement au site mellifère industriel aurait été évité à cause de la proximité de la source peut être également amenée. À proximité d'une source de nourriture à haut potentiel mellifère (radis huileux ou *Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers), les abeilles ont probablement rétréci leur rayon d'action afin de maximiser leur exploitation de nourriture, en acquérant des bénéfices quant au coût énergétique (Spürgin, 2010 ; Giraldeau et Dubois, 2009 ; Chauvin, 1999).

Les butineuses du site témoin, elles, n'avaient pas ce choix et étaient forcées d'élargir leur rayon d'action afin de trouver une source de nourriture viable. Ainsi, s'il y avait des perturbations dans l'environnement, comme par exemple, l'épandage de pesticides chimiques, il y avait moins de chance pour les butineuses du site mellifère de les rencontrer et d'en subir les impacts négatifs, étant donné leur champ d'action généralement restreint aux pourtours de la ruche.

Les différences associées aux sites

Si des différences de mortalité significatives selon le traitement ont été observées en zone forestière (Figure 19), c'est plutôt lié au site même qu'au traitement. Par exemple, le site situé à Saint-Damien, bien qu'il s'agisse d'une ferme biologique en environnement forestier, avait un voisin qui utilisait des pesticides, ce qui explique la grande mortalité observée. Il ne faut pas oublier que les perturbations affectant les abeilles sont multifactorielles et ne concernent pas uniquement la diminution de diversité florale dans les milieux agricoles. Considérant la difficulté à gérer le voisinage agricole, entre-autre ses méthodes de culture, l'implantation de plantes mellifères pourrait à ce moment, permettre une meilleure résilience des ruches dans des milieux plus riches au niveau floral. Toutefois, ceci reste sujet à ce qu'on les contienne là où elles ne sont pas susceptibles de subir les impacts négatifs liés au voisinage, par l'application périodique de pesticides, par exemple. En effet, pour le site forestier, malgré une plus grande mortalité au site mellifère, le gain de poids des colonies était similaire pour les deux traitements, avec

plantations mellifères et sans plantations (Figure 26), d'où l'hypothèse d'un environnement déjà riche et comportant des barrières limitant les déplacements vers les zones sujettes à des produits phytochimiques d'origine agricole. Cet environnement favorise donc un développement sain, ou tout au moins, la résilience des colonies.

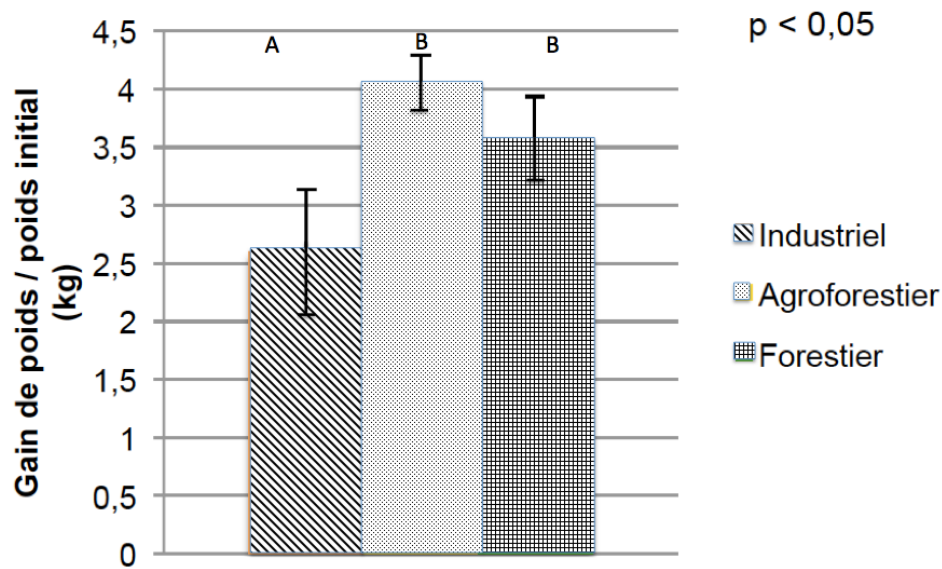


Figure 26 : Gain de poids des ruches placées aux sites témoins et mellifères, Lanaudière, 2012.

3. DIFFUSION DES RÉSULTATS

Les activités de diffusion des résultats sont résumées dans le tableau qui suit.

Il est cependant important de noter qu'une grande partie du travail impliquant des collectes d'information a été valorisé dans le document produit par le CRAAQ et financé par le PCCA dans le cadre du projet :

Guide d'identification et de gestion - Pollinisateurs et plantes mellifères.

Activités prévues de l'ANNEXE A	Activités réalisées	Description (thème, titre, endroit, etc.)	Date de réalisation	Nombre de personnes rejointes	Visibilité accordée au PCAA (logo, mention)
Vulgarisation auprès des apiculteurs urbains et au public en général	Présentation d'une conférence dans le cadre du mois de l'abeille urbaine la coopérative Miel Le laboratoire sur l'apiculture urbaine (AU/LAB) et le CRAPAUD GRIP-UQAM	Pavillon Président-Kennedy (PK) Date : 27 novembre, 12h30 à 14h00 Local PK-2675 MLT, QC.	27 novembre 2013	55	Logo et mention de la participation financière du CDAQ et ACC par l'intermédiaire du PCAA»
Diffusion des résultats auprès des apiculteurs	Journée d'information apicole de la FAQ	Hôtel le Victorin Victoriaville, QC.	17 novembre 2013	150	Logo et mention de la participation financière du CDAQ et ACC par l'intermédiaire du PCAA»
Article de vulgarisation auprès des apiculteurs	Article : « Un intérêt croissant pour les plantes mellifères »	Article de vulgarisation pour l'Union des syndicats apicoles du Québec (USAQ)	Octobre 2013	75	Mention : Financement par le Programme Canadien d'Adaptation Agricole (PCAA) via le CDAQ,
Diffusion des résultats auprès de la communauté scientifique en apiculture	Apimondia 2013	Centre de Congrès International Exhibition Centre 15, Brovasky ave. Kiev, 02666, Ukraine	1 octobre 2013	250	Logo et mention de la participation financière du CDAQ et ACC par l'intermédiaire du PCAA»

Activités prévues de l'ANNEXE A	Activités réalisées	Description (thème, titre, endroit, etc.)	Date de réalisation	Nombre de personnes rejointes	Visibilité accordée au PCAA (logo, mention)
Vulgarisation auprès des producteurs agricoles, aux apiculteurs et au public en général	Affiche de vulgarisation Journée Portes ouvertes aux fermes de l'UPA 2013	Ferme partenaire à Saint-Damien, QC.	8 septembre 2013	150	Logo sur affiche
Diffusion des résultats auprès de la communauté scientifique en apiculture	Affiche scientifique Symposium Apimondia 2012	Hotel Laurier Québec, QC.	16 et 17 Novembre 2012	150	Logo et mention de la participation financière du CDAQ et ACC par l'intermédiaire du PCAA»
Vulgarisation auprès des producteurs agricoles, des apiculteurs et au public en général	Journée Portes ouvertes aux fermes de l'UPA 2012 Kiosque des produits de plantes mellifères avec affiche de vulgarisation	Kiosque, affiches, matériel et spécimens, visites en champs et dégustations Ferme partenaire à Saint-Damien, PQ, CAN Marché champêtre de Saint-Damien solidarités de Brandon, PQ.	9 septembre 2012 16 septembre	300 300	Logo sur affiche, présence dans trois kiosques : organisme et agriculteurs partenaires
Diffusion partielle des résultats auprès d'étudiants et professeurs universitaires.	Séminaire présenté dans le cadre du cours Stage – Initiation à la recherche (145-609) Université du Québec à Montréal Baccalauréat en sciences biologiques	Université du Québec à Montréal Pavillon des sciences biologiques. MLT, QC.	10 mai 2012	40	Mention des partenaires de financement CDAQ et PCCA de AAC

Activités prévues de l'ANNEXE A	Activités réalisées	Description (thème, titre, endroit, etc.)	Date de réalisation	Nombre de personnes rejointes	Visibilité accordée au PCAA (logo, mention)
Diffusion partielle des résultats auprès d'étudiants et professeurs universitaires.	Séminaire de cours de bio statistique, par Marc-André Larose	Université du Québec à Montréal Pavillon des sciences biologiques. MLT, QC.		32	Mention des partenaires de financement CDAQ et PCCA de AAC
Vulgarisation auprès du public	Émission de radio La piste verte	CFNJ, Radio Nord-Joli et blogs régionaux lanadois: présentation du projet St-Gabriel, QC.	16 mai 2012	2500	Mention des partenaires de financement CDAQ et PCCA de AAC
Conférence sur les plantes mellifères	JOURNEE D'INFORMATION DE L'UNION DES SYNDICATS APICOLES DU QUEBEC (USAQ);	Victoriaville, QC.	24 novembre 2012	35	Mention des partenaires de financement CDAQ et PCCA de AAC
Diffusion des résultats auprès de la communauté scientifique en apiculture	Affiche scientifique	ApiEcoFlora (international) San Marino, Rep.	5-6 oct. 2012	250	Logo sur affiche
Autres activités : Maillage et sensibilisation et diffusion à travers réseaux et partenariats communautaires Accompagnement et fourniture	CRAPAUD (UQAM) Producteurs Promoteurs	Jardins d'OZ Abbaye Val Notre-Dame Jardins du complexe scientifique UQAM	Juillet 2012 et en continu	indéterminé	Mention des partenaires de financement CDAQ et PCCA de AAC

Activités prévues de l'ANNEXE A	Activités réalisées	Description (thème, titre, endroit, etc.)	Date de réalisation	Nombre de personnes rejointes	Visibilité accordée au PCAA (logo, mention)
pour essais des plantes Jardins de démonstration/ apiculteurs/transformateurs		Fête des semences/ Semenciers du patrimoine Choco chocolat L'Ours gourmand La Maison Staner Miels Gauvin Miel de Chez Nous Miellerie Petite Maskinongé Intermiel André Roy (miel)			

4. DISCUSSION ET CONCLUSION

La santé des colonies

L'hypothèse selon laquelle l'implantation de plantes mellifères allait être favorable à la santé de l'abeille a été partiellement confirmée, particulièrement en 2012. Ceci a été obtenu par un suivi du couvain, du poids de la ruche et du nombre d'abeilles mortes devant l'entrée. L'influence positive a surtout été observée en zone industrielle, et ce, au niveau du gain de poids. Aucune différence n'a été perçue quant au développement du couvain. Ainsi, de façon générale, la mise en culture de plantes mellifères semble plus profitable aux colonies d'abeilles se situant en zone industrielle, milieu appauvri en diversité florale par la présence de grandes zones de monocultures. Toutefois, l'effet bénéfique de la présence de ces plantes, en superficies relativement élevées, n'est pas à exclure pour les autres environnements. L'accessibilité à des ressources mellifères attractives offre la possibilité d'augmenter la rétention locale des butineuses près des sources saines. Les plantes mellifères peuvent aussi contribuer à la capacité de résilience de la colonie, en cas de perturbations environnementales dans le voisinage du rucher. Ceci a été observé dans le site mellifère en zone forestière où une entrée de miel a été très abondante, malgré une mortalité saisonnière statistiquement plus élevée qu'au site témoin.

La floraison tardive des plantes expérimentales a très certainement nui à l'acquisition de données et à la poursuite de la collecte d'informations pertinentes vers la fin de l'été. La saison atypique accusait un retard important des floraisons en 2013 (3-4 semaines pour certaines espèces). En septembre, le cycle naturel de croissance des colonies s'est estompé et la gestion du transport des ruches exigeait une réduction des hausses en préparation pour l'hiver. De plus, tel que connu, les colonies sont très variables les unes des autres, ce qui constitue une des grandes complexités de la recherche apicole. Il en est de même des opérations sur les paysages mellifères où chaque plante possède ses propres exigences environnementales (sol, humidité...). Il serait intéressant de poursuivre cette étude dans un contexte où les surfaces mellifères seraient plus hâtives et plus grandes, avec de meilleures conditions de préparation des champs. Il serait aussi intéressant d'inclure dans nos prises de données, une mesure de la valeur protéique et glucidique associée au potentiel mellifère. Ceci permettrait de vraiment voir l'apport nutritif que les plantes peuvent apporter à la santé de la colonie.

Une étude plus complète pourrait aussi inclure une méthodologie qui tiendrait compte de la structure du paysage ainsi que des quantités maximales réalistes de miel productible pour un rucher (Janssen et al. 2006). L'obtention de précisions sur les heures de sécrétion nectarifère de chaque espèce butinée, ainsi que les durées nécessaires au butinage et aux trajets entre les parcelles mellifères et le rucher, seraient aussi à prévoir.

Succès des plantes à valeur agronomique (cultures intermédiaires, engrais verts, jachères et autres usages)

Le niger et les lupins sont des cultures traditionnelles des Andes et d'Afrique du Nord, dont certaines des variétés seraient apparemment parmi les plus mellifères. Les meilleures variétés pressenties n'ont pu être ensemencées, faute de sources de semences disponibles à des coûts raisonnables et/ou en quantité.

Lors des observations qualitatives de l'adaptation des cultures, les lupins blancs annuels obtenus de collections de germoplasme d'Égypte et d'Éthiopie ont démontré plus de succès adaptatif et une floraison de plus longue durée que les autres lupins doux de variétés modernes, développées pour un rendement hâtif en agriculture industrielle : *Lupinus alba* 'Amiga' et *Lupinus angustifolia* (fourragère répandue en Australie). Une autofécondation rapide de ceux-ci semblait se produire, limitant leur attrait mellifère. De plus, les ravageurs semblent contrebalancer les vertus du lupin 'Amiga' lors de nos essais. Leur valeur en

culture alternative pour jachères et pour la valorisation des terres acides semble compromise par la perte de l'amertume, qui les rend attrayants aux limaces et autres ravageurs. Nos essais ne peuvent conclure à leur utilisation en ce contexte. Avec de hauts taux de rendements protéiques des grains (40 %), utilisables en fourrages ou alimentation humaine (aliments sans gluten...), il sera pertinent de vérifier encore l'intérêt apicole de ces lupins alimentaires et fourragers, mais dans un cadre différent et avec des variétés à plus grande valeur apicole. Des processus de transformation modernes pour enlever l'amertume lors de la fabrication des farines de lupin blanc (É-U) pourraient permettre le recours à des variétés mieux défendues au champ, intéressantes dans l'assiette et utiles pour le bétail. Pour l'attrait mellifère et alimentaire, un espoir apicole plus intéressant serait probablement du côté du lupin des Andes, zone de large utilisation alimentaire traditionnelle du lupin, avec une espèce à plus long épi et à port plus dégagé, dont les fleurs sont parfumées. Seulement trois exemplaires de ce lupin (*L. mutabilis*) ont pu être semés (semences peu accessibles actuellement).

Nous avons revu la stratégie en 2013 avec le lupin pérenne, amer, mieux adapté à l'absence de traitements, et plus florifère. Il a été très prisé des pollinisateurs, sur un site où la couverture était assurée par des plantes bien établies et vigoureuses. Des observations numériques ont fait ressortir qu'en première floraison, 95 % des pollinisateurs sur ces lupins horticoles étaient des bourdons. Les abeilles y ont butiné avec certaines difficultés ergonomiques comparativement aux bourdons. Ce n'est qu'à la seconde floraison qu'elles l'ont davantage exploité. Il faut préciser que les plantes brisées ou coupées ne refleurissent que si les graines n'ont pas eu le temps de se former. Il est possible que les nouvelles fleurs, plus petites, aient permis un accès plus facile au nectar, ou que la température ou l'alimentation hydrique et minérale aient affecté l'offre de la plante et aient été un facteur de plus grande attractivité ou accessibilité aux abeilles mellifères. Ceci incite à penser que d'autres variétés aux fleurs plus petites seraient sans doute de meilleures opportunités pour l'abeille, à chercher dans des souches ou cultivars moins grands et, éventuellement, de sources moins « améliorées » par les circuits horticoles.

Étant donné leur grande adaptabilité aux terres pauvres et leur facilité de culture, des lupins d'autres variétés annuelles ou vivaces devraient être validés pour leur valeur apicole et multifonctionnelle : *L. luteus* (disponible en France) et *L. mutabilis* (patrimoine andin). Quant au lupin vivace, *L. perrenis*, son adaptation remarquable, les faibles coûts rattachés à sa propagation et diverses nouvelles applications agronomiques favorisent son intégration pour accompagner d'autres plantes mellifères naturalisables, surtout si une manœuvre de tonte partielle et haute est applicable. Parmi les nouvelles applications agronomiques, citons la grande valeur des jachères mellifères permanentes et leur utilisation en broyat pour fertilisation. De plus, l'amertume de ces plantes est un avantage protecteur qui facilite le peuplement mellifère en le protégeant des herbivores, sans autre intervention. Il est à noter que, surtout dans le cadre de plantations mixtes, l'attraction et le renforcement des populations d'insectes bénéfiques contrebalanceront rapidement les pucerons. Ces perceurs-suceurs du lupin risquent d'être fortement attirés par l'effet piège de cette plante, selon les superficies de cultures. Cette attraction constituera un atout pour les cultures voisines parce que beaucoup d'insectes bénéfiques, tel que les syrphes, fréquentent les lupins ainsi que d'autres espèces mellifères. Ils arriveront à réguler rapidement les insectes parasites. Ce rééquilibrage peut être rapide dans un contexte de grande diversité de plantes mellifères, puisque la faune auxiliaire ainsi soutenue profite de l'étalement des floraisons et entretient une résilience du paysage cultivé.

Dans des jachères de longue durée ou dans des prairies mellifères permanentes, il est possible d'inclure plus d'espèces mellifères à courte ou longue durée, pour assurer le succès des premiers peuplements et éviter les invasions de graminées.

Les mélanges pour bandes fleuries pour cultures intercalaires ou prairies mellifères devraient compter sur des espèces mellifères de diverses familles et se composer selon le type de sol et l'adaptation des plantes :

- Des apiacées annuelles, bisannuelles ou vivaces : coriandre, *Coriandrum sativum*; cerfeuil musqué, *Myrrhis odorata*; aneth, *Anethum graveolens*; anis, *Pimpinella anisum*;
- Des astéracées comme l'échinops, *Echinops ritro*; le cosmos, *Cosmos sulphureus*; ou les centaurees annuelles ou vivaces *C. Cyanus* et *C. Montana*;
- La phacélie, *Phacelia tanacetifolia* (Hydrophyllacée annuelle);
- L'agastache, *Agastache rugosa* et *A. foeniculum* (parfois encore appelée *Lophanthus* en Europe de l'Est);
- Des rosacées : ulmaire, *Fillipendula* sp ou ronce odorante, *Rubus odoratus*.

Ces plantes pourraient compléter l'étalement des floraisons et profiter de la fixation d'azote importante de légumineuses comme le lupin ou la desmodie (*Desmodium canadensis*). Se fiant sur des expériences européennes et sur les résultats de notre étude, nous savons que certaines espèces ont de bonnes chances de revenir par semis spontané, dont l'agastache et la phacélie. Ceci a été observé dans nos parcelles mellifères de la zone agroforestière de Saint-Félix. La propagation initiale peut s'avérer coûteuse pour la phacélie, l'agastache et plusieurs de ces plantes, mais puisqu'il s'agit de cultivars et/ou espèces obtenues en pollinisation libre, les semences peuvent être conservées.

Ce genre de prairie mellifères permanente pourrait inclure d'autres légumineuses de culture facile : la gesse, *Lathyrus sativa*, la dolique, *Dolichos lablab*, et la desmodie, *Desmonium canadensis*, comptent parmi les légumineuses susceptibles de se révéler de bonnes sources de nectar et pollen même en terrains ingrats. Nos plants ont démontré une bonne adaptation mais ont cependant fleuri trop tard en raison de la saison exceptionnellement pluvieuse, ne permettant pas la vérification de leur fréquentation par les abeilles. Ces plantes, à l'instar du lotier corniculé, *Lotus corniculatus*, sont susceptibles d'obtenir la faveur de divers utilisateurs ou visiteurs des paysages agricoles : par leur valeur alimentaire (alimentation animale ou humaine), leurs attraits ornementaux et leur facilité de culture.

La desmodie a montré dans nos essais un enracinement intéressant, charnu et ramifié, s'étendant à l'horizontale, aspect intéressant pour l'amélioration des propriétés du sol. Elle pourrait compléter le travail de la phacélie en apportant de l'azote. Notre espèce était une indigène, *D. canadensis*. Elle a été semée en cellules (en raison du coût élevé des semences obtenues), et son comportement a pu être observé en parcelles expérimentales, confirmant une valeur prometteuse en culture auxiliaire, avec de possibles utilisations fourragères et médicinales (à valider). Les desmodies repoussent certains ravageurs et maîtrisent l'invasion des mauvaises herbes dominantes des cultures dans plusieurs nouveaux systèmes agraires. Elles offrent des fourrages en diverses zones des Amériques, et sont la base de systèmes agraires sans recours aux fertilisants chimiques ou phytopharmaceutiques. Elles sont utilisées dans des systèmes novateurs impliquant des stratégies de lutte de type *push-pull*. De tels modèles d'aménagements agricoles sont compatibles avec des alternatives intégrant les enjeux de l'agriculture et de l'apiculture et leurs diverses variantes sont intéressantes pour valoriser des milieux agroforestiers, avec une valeur ajoutée par une diversification de la faune et flore en lisière des champs. Le modèle *push-pull* peut intégrer de multiples associations d'angiospermes herbacées, de graminées et de ligneuses à valeur économique. Un tel modèle n'est qu'un des nombreux exemples de pratiques alternatives prometteuses. Il intègre des modalités idéales pour la valorisation mellifère (attire des pollinisateurs et auxiliaires), fourragère, alimentaire, apicole, énergétique et agronomique des paysages. Sa composition en triade pour gérer les ennemis et attirer les pollinisateurs pourrait intéresser plusieurs systèmes de cultures et inspirer la mise en place systématique de plantes à vocation apicole et à valeur ajoutée.

La desmodie est efficace contre des insectes nuisibles (pyrales et noctuelles) et les modèles développés en Afrique en associent certaines espèces au maïs, alternant les rangs au même morceau de terre. Le *push pull* utilise cette répulsion tout en « piégant » les ravageurs du maïs dans des plantes appâts des lisières. Le *Pennisetum purpureum*, attractive mais non affectée, s'utilise à cette fin. Les lisières ainsi occupées deviennent aussi des zones de récoltes fourragères. Ce système mixte retient mieux l'humidité et les

nutriments dans les sols et y fixe l'azote atmosphérique à des taux allant jusqu'à 110 kilogrammes par hectare/an. La desmodie est simplement récoltée par une coupe en surface, ou taillée, pour permettre un nouvel ensemencement en maïs (il n'y a pas de labour, comme dans les approches de semis direct, où la mauvaises herbes est détruite par un traitement superficiel où les racines se décomposent, laissant un sol perméable et aéré). Les racines vivaces de la desmodie taillée lui permettent de demeurer sur les lieux et d'émerger de nouveau (les conditions de cohabitation et gestion spatiotemporelle seraient à valider dans notre contexte) (Achaya, 2014).

Associations et méthodes prometteuses selon les observations agronomiques

La phacélie, le sarrasin et les crucifères (radis, moutardes, navette) apparaissent particulièrement indiquées pour des associations favorisant une grande biomasse souterraine et aérienne, de même que le lupin bleu (*L. angustifolia*), la bourache, le cosmos, la centaurée bleuet, la coriandre 'Leisure' et l'aneth 'Mammouth', qui pourraient être associés en bandes fleuries.

La phacélie et le lupin s'adaptent particulièrement bien aux situations d'éboulis, selon nos observations en différents sites. Ils et peuvent être installés sur des pentes abruptes par semis hydraulique ou à la volée dans des situations favorisant le remblai léger et graduel. Cette utilisation en bordures escarpées pourrait tenir le sol et favoriser son amélioration. D'autres méthodes de semis associant ces deux plantes pourraient profiter d'une position plus ou moins basses sur des sillons perpendiculaires aux pentes ou dans le sens de la pente, selon le relie. Ces alternatives seraient intéressantes à explorer pour favoriser à la fois une levée hâtive et un établissement plus viable. Les deux plantes combinées seraient d'excellentes options pour la valorisation fourragère (bétail, selon certaines conditions i.e. faibles taux de substances amères du lupin). Un tel mélange est particulièrement indiqué pour l'extraction des minéraux des profondeurs et pour des rotations en zones de sols légers et pauvres reposant sur des fonds argileux compacts, que la phacélie est capable d'améliorer grâce à son puissant système racinaire. Cette dernière qualité a été démontrée dans nos essais : une racine à la fois volumineuse et pivotante en son axe principal, avec de nombreuses ramifications secondaires, et ceci malgré un établissement tardif (levée à la mi-juin). Quant aux lupins, une bonne nodulation a été possible dans les sols n'ayant pas souffert de périodes sèches lors du semis. L'inoculation réussie (avec forte nodulation) et a été associée aux meilleurs développements. L'inoculation avec *Rhizobium leguminosae* devrait être substituée par *R. lupini*.

Ces cultures annuelles semblent donc offrir des options intéressantes pour des jachères apicoles mixtes, de haute taille, en combinant croissance rapide et floraisons prolongées. Les mélanges de plantes mellifères devraient dans certains cas exclure les brassicacées, trop agressives, qui seraient un danger d'invasion en cas de mauvaise gestion de la coupe ou de l'enfouissement, puisque les semences peuvent demeurer viables au sol très longtemps (jusqu'à 30 ans). Cependant, en culture bien contrôlée, ces crucifères apportent beaucoup d'attrait mellifère pour la récolte d'abondants pollens et nectars et leurs utilisations sont appréciées : pestos de roquette, graines pour germinations (utilisation prometteuse pour les radis (à l'instar du sarrasin, des carottes et de beaucoup d'autres plantes mellifères intéressantes).

Les tournesols à pollinisation libre, plantés en brise vents, ont été attractifs et florifères. Ils ont été visités surtout en fin de saison par les pollinisateurs. Ils constituent une bonne option comme brise-vents annuels, si plantés à intervalles de 10-15 mètre et placés sur 2-3 rangées.

Autres considérations

Les plantes ligneuses ainsi que des espèces pérennes, adventices et/ou pionnières, de même que des retours de cultures de crucifères ont démontré un attrait important dans les milieux d'observations mellifères. La présence abondante des butineuses sur certaines plantes à proximité des ruches a fait l'objet

d'observations qualitatives et a permis d'identifier un grand nombre de plantes potentielles pour retenir les abeilles dans un périmètre restreint :

- Des ligneuses : le lilas japonais, le robinier faux-acacia, le cognassier à fleurs, les rosiers rugueux, la ronce odorante, les hydrangées paniculées et *Heptacodium miconoides*,
- Des vivaces ou bisannuelles comme les hostas, l'hémérocalle, l'eupatoire, la monarde fistuleuse, la bardane, la vipérine, l'actée à racèmes, l'échinops ou boule azurée, la bourrache, l'asperge et la verge d'or.

Elles ont été très attractives et certaines nous ont servi de plantes étalon pour vérifier l'effet de plantes très nectarifères et/ou pollinifères et/ou attractives, introduites ou natives, et pour observer les comportements de distribution spatiotemporelle et la résilience climatique relative des offres mellifères des sites.

L'importance de la prise en compte du paysage

Les sources de problèmes potentiels dus à l'agriculture industrielle se trouvaient à moins de 2 km de tous nos sites ou presque et, malgré la richesse des ressources locales, les abeilles expérimentales ont pu y être exposées et même attirées (en 2012, un secteur peuplé de canola près du site témoin de Sainte-Mélanie, l'a pratiquement transformé en site mellifère (cette occupation variable due à la rotation de cultures, imprévisible d'une année à l'autre, n'a pu être anticipée par notre dispositif). En plus de modifications de l'affectation du sol, non planifiées, le départ des neiges et les précipitations excessives causent des retards dans le début des offres et bousculent l'organisation des étapes. Ces retards affectent surtout les cultures annuelles. Ils retardent davantage les récoltes florales provenant des plantes herbacées et affectent moins les ligneuses. À cet effet, la rigueur des stades phénologiques et floraisons des grandes ligneuses indigènes, dont la phénologie est davantage régulée par la photopériode dans notre zone à climat en dents de scie, a pu favoriser les zones agroforestières en termes de résilience aux débuts atypiques de la saison 2013. Les abeilles ont pu y composer avec le butinage des arbres et arbustes : sureaux, cornouillers, tilleuls, et de plusieurs arbrisseaux et arbustes de la famille des rosacées. Ces plantes recourent à leurs réserves et compensent pour les retards saisonniers.

Les abeilles des sites témoins encouraient encore plus de risque si elles ont répondu aux prédictions des modélisations citées par Janssens et al, (2006) : « *Pour peu que le paysage soit peu diversifié et constitué de zones de grandes cultures où l'appauvrissement des ressources augmente les distances de butinage, ces 2 km sont plus que probablement insuffisants pour modéliser la majorité du butinage (Crane, 1975 ; Deinzer et al. 1977 ; Beekman et Ratnieks, 2000). Ce butinage atteint, dans ce genre d'environnement et en fonction de la saison ou de la colonie (Buchmann et Shipman, 1991 ; Steffan-Dewenter et Kuhn, 2003), une distance médiane dépassant parfois les 6 km (Beekman et Ratnieks, 2000).* »

Janssens et al (2010) ont travaillé sur 12 sites sur un territoire approximatif de 20 000 m² avec 2.5 ruches par site et 13 km de distance min. entre les sites. Bien qu'ils déplorent des sources d'erreurs dues à l'inégalité du cheptel, ils en arrivent à conclure qu'il faut valoriser l'importance des espèces ligneuses et enrichir la diversité des espèces et des milieux. Ce réinvestissement dans la flore est déterminant de la résilience du paysage mellifère et du rendement des colonies: « *Dans le cadre de notre étude, les ruchers produisant le plus de miel sont ceux pour lesquels la zone de butinage est la plus diversifiée, tant en taxons mellifères qu'en structure paysagère* »... « *Les secteurs les plus importants pour le butinage s'avèrent être des parcelles diversifiées, éléments linéaires et arbres isolés occupés par des espèces mellifères aux taux de recouvrement élevé et à proximité du rucher.* »(Janssen, 2006). Trois de nos sites du milieu agroforestier se trouvaient avantagés en termes de structure, selon ces critères, et davantage marqués par l'alternance de forêt sauvage, relief accentué, milieux ouverts et éléments linéaires (haie, bords de route, ...) et ont affiché de bon résultats apicoles.

Opportunité de marché pour plantes culinaire et médicinales

Les opportunités développées, validées et en marche (les plantes sont en demande) sont les suivantes : agastache, mélisse de Turquie, coriandre et basilics divers thaï, sacré, lime et citron, nigelles, ciboulette chinoise.

Ces espèces sont toutes très appréciées pour la facilité de leur culture et elles ont des usages prometteurs pour des utilisations diverses :

- Culinaires : pestos, fromages, chocolats, miels additionnés de bractées ou graines (agastache, nigelle),
- Cosmétique : savonnerie, huiles,
- Boissons, fermentations et distillerie : thé, kombucha et hydromels, huiles essentielles, hydrolats.

Plusieurs des informations sur des usages novateurs ou des cultures moins connues résultent des partages lors de la recherche action auprès d'agriculteurs, herboristes et artisans de la transformation. Les plantes qui ressortent le plus de cette exploration sont l'agastache et la mélisse de Turquie, suscitant des usages, soit seules ou les deux en combiné, qui ont déjà fait leur chemin auprès des clientèles cibles.

Les plantes s'étant révélées les plus faciles et intéressantes pour des usages secondaires à partir d'aménagements de bandes fleuries annuelles sont la centaurée bleuette, *C. cyanus*, le *Cosmos sulphureus*, plusieurs autres composées comme les tournesols et l'estragon mexicain (*Tagetes lucida*), et toutes les apiacées testées, avec leurs arômes très diversifiés. Les plants de lavande, *L. stoechas*, cultivés comme annuelles, ont fleuri trop tard pour être évalués mais leur parfum a été très prisé. Les monardes, *M. citriodora* ont souffert de blanc et n'ont pas donné de floraison ni de rendement. Le *Schizonepeta cataria* a fleuri tard et son arôme corsé très particulier le rend moins populaire. De plus, plusieurs opportunités de marché restent à être valorisées, tel que discuté longuement dans le document en annexe qui constitue l'outil de référence.

L'agastache fenouil (*A. foeniculum*) et la menthe de Corée (*A. rugosa*) demeurent, avec la mélisse de Turquie, les reines incontestées des usages les plus prometteurs de nos essais comme cultures mellifères intensives avec usages de créneau. Elles s'associent bien à des apiacées en culture. De ce côté, donc, beaucoup de produits à grande diffusion pourraient être développés, avec des vertus alimentaires, aromatiques ou médicinales. Elles pourraient éventuellement susciter des usages agronomiques ou vétérinaires...

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Achaya, K. (2014). Une solution abordable contre les insectes nuisibles, nouvelles des avancées du Centre international de physiologie végétale et d'écologie (ICIPE), Inter Press Service News Agency, 17 janvier 2014 http://ipsinternational.org/fr/_note.asp?idnews=5810

Baker, R. J. (1977). Some Carbohydrates Found in Pollen and Pollen Substitutes Are Toxic To Honey Bees. *J. Nutr.* 107 : 1859-1862.

Beekman M., Ratnieks F.L.W. (2000). Long-range foraging by the honey-bee, *Apis mellifera* L., *Funct. Ecol.* 14, 490-496.

- Brodtschneider, R., Crailsheim, K. (2010). Nutrition and health in honey bees. *Apidologie* 41 : 278-294.
- Buchmann S.L., Shipman C.W. (1991) Foraging distances flown by honey bee colonies: analyses using Mathematica software, *Am. Bee J.* 131, 771
- Chauvin, R. (1999). *L'énigme des abeilles*. Éditions du Rocher. Mayenne, France. p.95-102, 189-192.
- Connell, J. H. (1978). Diversity in Tropical Rain Forests and Coral Reefs. *Science, New Series.* 199 (4335) : 1302-1310.
- Crane E. (1975). What makes a good honey plant? *Bee World* 56: 32–34.
- Deinzer M.L., Thompson P.A., Burgett D.M., Isaacson D.L. (1977). Pyrrolizidine alkaloids: their occurrence in honey from tansy ragwort (*Senecio jacobaea* L.). *Science* 195: 497–499.
- Free, John B. (1979). *L'organisation sociale des abeilles*. Vuibert. Paris, France. 96p.
- Giraldeau, L.-A., Dubois, F. (2009). *Le comportement animal*. Dunod. Paris, France. p.114-115.
- Janssens, X. Bruneau, É., Lebrun, P. (2006). Prédiction des potentialités de production de miel à l'échelle d'un rucher au moyen d'un système d'information géographique, *Apidologie* 37 : 351–365
- Michner, C.D. (2000). *The Bees of the World*. John Hopkins University Press. Etats-Unis. p.15-18.
- Naug, D. (2009). Nutritional stress due to habitat loss may explain recent honeybee colony collapses. *Biological Conservation* 142 : 2369-2372.
- Oldroyd, B. P. (2007). What's Killing American Honey Bees ? *PLoS Biology*. Vol. 5 (6) : 1195-1199.
- Rickelers, R.E. et Miller. G.L. (2005). *Écologie*. De Boeck et Larcier. Bruxelles, Belgique. P.611-612, 732.
- Seeley, T. D. (1989). The Honey Bee Colony as a Superorganism. *American Scientist* Vol. 77 (6) : 546-553.
- Spurgin, A. (2010). *Guide de l'abeille*. Delachaux et Niestlé. Paris, France. p.18-28, 87-90.
- Steffan-Dewenter I., Kuhn A. (2003) Honeybee foraging in differentially structured landscapes, *Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 1515: 569–575.
- Vidal-Naquet, N. (2011). Les maladies de l'abeille domestique d'élevage, *Apis mellifera* L. / Reared honeybee *Apis Mellifera* L. diseases. Communication à l'Académie Vétérinaire de France. 9p.
- Von Frisch, K. (1974). *Vie et moeurs des abeilles*. J'ai Lu – Documents. Paris, France. p.5-30.

5. SOMMAIRE DES ACCOMPLISSEMENTS DU PROJET

L'objet de cette recherche était d'évaluer des plantes hautement mellifères pour vérifier leur potentiel d'attractivité pour l'abeille. Nous cherchions aussi à voir si leur présence dans un site pouvait servir à améliorer la santé de l'abeille (*Apis mellifera*). Nous avons cherché à identifier des plantes mellifères qui offraient les meilleures opportunités multifonctionnelles, suite à leur mise en culture. Dans un premier temps, le potentiel de plusieurs plantes mellifères d'espèces horticoles et indigènes ont été documentés, en considérant divers aspects de l'alimentation de l'abeille : besoins en énergie, en protéines et en nutriments, bilans selon les distances des ressources et la qualité de concentration du nectar, des types de sucres préférés par les abeilles et ainsi que d'autres considérations comportementales. Par une compilation des informations recueillies, un document de référence a été créé, en tenant compte des besoins et des intérêts des apiculteurs. Ces besoins ont été identifiés par des entretiens particuliers ainsi que par le biais d'un sondage réalisé lors d'une journée d'information en apiculture de la Fédération des apiculteurs du Québec. Des schémas visuels et du matériel de vulgarisation ont été produits, avec un accent poussé sur la pertinence des interventions mellifères en milieu agricole, sur les prévisions et rendements des plantes mellifères et sur des démarches d'organisation et d'optimisation des ressources mellifères souhaitables. Ce travail intitulé « Conduite de cultures favorables à la santé de l'abeille mellifère et à la biodiversité alliée en milieu agricole », fait l'objet d'un document distinct.

Parallèlement à ce travail théorique, une recherche sur le terrain a été réalisée dans les Basses-Laurentides (région administrative de Lanaudière), dans des sites forestiers, agroforestiers et industriels. Il visait à identifier des plantes mellifères qui avaient un grand intérêt apicole, mais qui pouvaient aussi servir pour d'autres usages, soit aromatiques, médicinaux ou agronomiques. Quarante espèces de plantes ont été mises en cultures durant les deux saisons du projet (2012 et 2013). Certaines plantes n'ont pas eu de succès dans nos conditions expérimentales, mais 75 % des plantes mises en cultures ont généré des résultats intéressants. Nous avons aussi vérifié si la disposition des plants au sein des plantations mellifères (contiguë ou îlots), ainsi que la densité des plants et le nombre de fleurs ouvertes par plants, pouvaient affecter l'attractivité d'une plante. Les variables mesurées étaient le nombre de visites par fleur, nombre de visites par mètre carré (selon la densité des plants) et la durée des visites d'abeilles sur les inflorescences. Considérant ces variables, les plantes mellifères qui semblaient les plus attirantes pour l'abeille étaient, dans un ordre décroissant, l'agastache, la mélisse de Turquie, le cosmos sulfureux, la centaurée, la bourrache et la phacélie. D'autres espèces ont aussi été attractives, mais dans une moindre mesure : basilic, aneth et cataire citronnée. Ni leur disposition, ni leur densité n'ont eu une importance significative pour l'attractivité de l'abeille. Ce fait démontre que, pour des superficies équivalentes, les qualités intrinsèques des plantes surpassent la configuration spatiale de leur disponibilité dans une plantation. La santé du plant, donc son adaptation agronomique locale, est tout de même importante car le nombre de fleurs portées par le plant est ressorti comme étant un facteur déterminant pour son attractivité.

Basées sur des données météorologiques enregistrées durant la période de nos prises de données, trois plages horaires (ou périodes du jour) furent caractérisées selon des variables reconnues pour avoir un effet potentiel sur le comportement de butinage des abeilles (chaleur, humidité, ensoleillement, vent). Les trois plages horaires déterminées étaient : 8h-11h30; 11h30-15h; 15h-18h. Pour la plupart des plantes mellifères mentionnées plus haut, il n'y a pas eu de différence significative entre le nombre de visites d'abeilles par unité de surface, durant ces trois plages horaires. Toutefois, quelques plantes ont fait l'exception : la centaurée a reçu un plus grand nombre de visites entre 14h et 15h et la phacélie entre 16h et 17h. Ce fait souligne que la qualité et la disponibilité (quantité) du nectar peuvent varier dans une plante sélectionnée, selon les heures du jour et les conditions météo qui sévissent.

Nous avons aussi vérifié la possibilité d'utiliser une plante mellifère comme plante appât pouvant attirer ou maintenir la fréquentation des abeilles. Des observations comportementales effectuées sur l'agastache

et la phacélie ont été mises en relation avec la récompense en sucre (indice BRIX) offerte par ces plantes, à différents moments de leur développement et à différentes heures du jour. Nos résultats indiquent que l'agastache s'avèrerait être une bonne candidate comme culture piège. Sa récompense en nectar lui a assuré une constance et une fidélité des butineuses, malgré la présence d'une deuxième plante mellifère, la phacélie, implantée dans un voisinage immédiat. L'agastache est une plante pérenne, facile à cultiver, résistant bien à la sécheresse et qui fleurit du milieu l'été jusqu'à l'automne.

Trois paramètres ont été suivis pour comparer la santé des colonies dans les sites expérimentaux mellifères et leurs témoins respectifs. : 1) le développement du couvain, 2) le poids des ruches et 3) le nombre d'abeilles mortes retrouvées devant les ruches. Indépendamment du traitement (mellifère ou témoin), à la fin de la période d'observation, les ruches placées dans les sites du milieu industriel avaient un gain de poids inférieur à celui des ruches placées dans les autres environnements (agroforestier et forestier). En plus, pour cette zone seulement (industriel) le poids des ruches placées dans le site témoin a été, en moyenne, significativement plus faible que celui des ruches du site mellifère. Toujours en zone industrielle, la santé générale des colonies était inférieure dans les ruches du site témoin, où le couvain s'est mal développé et où la loque américaine a fait son apparition. Ceci n'a pas été observé dans les sites mellifères et les sites témoins des milieux agroforestiers et forestiers. De façon naturelle, ces dernières zones offraient une plus grande diversité en ressources florifères pour les abeilles, que le milieu industriel. Nous pouvons en conclure qu'en regard de la santé des colonies, l'implantation de plantes mellifères serait plus essentielle dans un paysage agricole peu diversifiée. Dans le milieu forestier, les ruches du site mellifère ont subi d'importantes pertes d'abeilles par empoisonnement, durant la période d'observation. Toutefois, ces ruches ont produit une quantité de miel importante, identique aux ruches moins affectées présentes dans le site témoin. Ce fait laisse croire que la disponibilité de plantes mellifères pourrait offrir une grande capacité de résilience aux colonies touchées par des stress environnementaux passagers.

6. PLAN DE FINANCEMENT ET CONCILIATION DES DÉPENSES

En documents joints