

Emile Gaumond (111 133 107)

Projet d'intervention

AGF-6500

Rapport du projet d'intervention :

Aménagements agroforestiers au profit des pollinisateurs, espèces ligneuses
d'intérêt

Maîtrise en agroforesterie

Travail présenté à

Alain Olivier

Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique

Université Laval, Québec.

30 janvier 2021

1 Résumé du projet d'intervention

C'est durant la session d'automne 2020 que j'ai réalisé mon projet d'intervention à la maîtrise professionnelle en agroforesterie. Le projet s'est réalisé en collaboration avec Mélissa Girard, agr. M. Sc. qui offre des services d'analyse pollinique du miel et de la formation apicole par son entreprise *Meli MIEL*. Les principaux objectifs du projet étaient la réalisation d'un document illustrant l'intérêt de l'agroforesterie en apiculture jumelé à l'apprentissage de la mélissopalynologie et à l'analyse de données sur les préférences alimentaires des abeilles domestiques.

Le document décrit brièvement l'importance des pollinisateurs ainsi que les problématiques auxquelles ils font face et propose des aménagements agroforestiers et des essences ligneuses spécifiques à intégrer pour bonifier la diversité florale en milieu agricole qui est bénéfique aux pollinisateurs, dont l'abeille domestique. Il a pour objectif d'être utilisé pour conseiller les apiculteurs et autres producteurs agricoles dans le choix des essences à intégrer et à favoriser, bien que la sélection d'arbres et d'arbustes proposée pourrait aussi bien être implantée en milieux urbains et résidentiels. Une grande partie de ce travail a consisté en la réalisation d'une revue de littérature suivie d'une partie pratique où j'ai fait l'apprentissage de la mélissopalynologie et où j'ai analysé les résultats obtenus par ce type d'analyse durant plusieurs années. C'est donc avec l'appui de ces résultats et une recherche bibliographique importante que j'ai su cibler des genres et des espèces spécifiques aux pollinisateurs pour ma proposition. L'information apportée pourra éventuellement servir et être présentée dans le cadre de l'enseignement de l'apiculture par Mélissa Girard en y intégrant notamment certaines notions d'agroforesterie.

2 Description du projet

2.1 Mise en contexte et cadre logique

À la suite des discussions abordées lors de mon exposé oral de fin de projet, plusieurs points ont été relevés quant aux problématiques du système agricole actuel. La place qu'occupent l'apiculture et l'arbre dans le système agricole semble rester marginale au Québec. Non pas que l'un ou l'autre ne font pas partie de l'agriculture, mais ils semblent être oubliés. Par exemple, aucun cours spécialisé dans la production apicole québécoise n'est offert à la faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation de l'Université Laval. Le seul cours qui s'y rapporte, soit le cours « Apidologie », que j'ai suivi, traite seulement de la biologie de l'abeille et ne permet pas à un aspirant apiculteur de se lancer dans cette entreprise. Contrairement aux productions animales et végétales qui sont très interreliées au niveau de la production, l'apiculture n'est pas reliée directement à une production spécifique, sauf peut-être dans le cas des productions de bleuets et de canneberges où l'abeille domestique est grandement sollicitée et presque essentielle, du fait de la perte des pollinisateurs indigènes et des énormes superficies cultivées en monoculture.

Le même parallèle peut être fait dans le domaine de l'agroforesterie, où la foresterie et l'agronomie sont deux disciplines qui opèrent séparées, toujours en silo. D'ailleurs, les champs de compétence entre les agronomes et les ingénieurs forestiers sont coupés au couteau. Par exemple, en acériculture, l'agronome ne peut rendre un diagnostic et prescrire un traitement pour les érables, mais il peut prendre des échantillons de sol et prescrire un plan de chaulage ou de fertilisation (Gaumont et Leblanc, s.d.). Pour atteindre une agriculture durable, il va de soi qu'il faut changer de paradigme et favoriser le mélange des disciplines pour aller chercher leurs avantages spécifiques.

Cette gestion en silo de l'agriculture est néfaste et met en péril la durabilité de l'agrosystème. Par exemple, la perte de biodiversité végétale en milieu agricole est attisée par le désir d'optimiser la surface cultivée et de s'assurer qu'elle est exempte de

mauvaises herbes et de ravageurs. Les producteurs auront tendance à éviter de laisser des bandes non cultivées au détriment de la faune et des producteurs apicoles qui pourraient en profiter.

C'est d'ailleurs ce genre de questionnement et de remise en question qui m'a mené à l'étude de l'agroforesterie et, ultimement, à la réalisation de ce projet d'intervention. Ma vision de l'agriculture est que c'est un ensemble complexe de systèmes dépendant les uns des autres (le sol, les arbres, les herbacées, les animaux, l'humain, l'eau, l'énergie...). C'est cette complexité qui est le point central de mon intérêt initial pour l'agriculture et c'est le but de mon projet d'intervention : créer des liens entre les cultures végétales, l'apiculture, les pollinisateurs et l'agroforesterie.

2.1.1 Portrait global du partenaire : historique, ressources et activités

Mélissa Girard est enseignante dans le programme *Exploitation d'une entreprise apicole* au Collège d'Alma. Elle est aussi propriétaire de sa propre entreprise, *Meli MIEL*, qui est une entreprise apicole, mais qui offre aussi le service d'analyse du miel et du pollen, dont l'analyse par méliissopalynologie, et l'enseignement de l'apiculture. La majeure partie des activités de *Meli MIEL* a lieu à son domicile, dans la région de Portneuf, près de Québec. Cela fait déjà plus de 11 ans que Mélissa est apicultrice et 6 ans qu'elle enseigne cette discipline tant au niveau collégial que de façon informelle à son propre compte.

Afin de clarifier ce qu'implique l'analyse pollinique du miel, voici une courte description étymologique du mot méliissopalynologie :

« Méli » provient du grec μέλι, qui signifie « miel ». « Palynologie » du grec παλύνειν qui signifie « saupoudrer », mais qui provient à son tour de πάλη qui signifie initialement « pollen ». Finalement, « logie », de λόγος, signifie « discours ».

En bref, la méliissopalynologie est l'étude des grains de pollen dans le miel pour déterminer les espèces qui ont été butinées par les abeilles. Ce service permet

d'identifier et de quantifier les espèces florales. Par la suite, grâce à des seuils établis selon chaque espèce florale, il est possible de certifier qu'un miel est monofloral ou qu'il est le résultat d'un mélange. La méliissopalynologie est aussi un moyen d'identifier les miels frauduleux, même si d'autres analyses sont parfois nécessaires. Ce service d'analyse est offert en collaboration avec le Centre de recherche en sciences animales de Deschambault (CRSAD). Actuellement, au Québec, seulement deux personnes offrent ce service d'analyse, dont Méliissa Girard.

Le choix de travailler avec Méliissa et de contribuer au développement de ses activités a été initialement alimenté par l'exemple inspirant qu'elle reflète au niveau de son expertise en apiculture et de son implication dans le domaine. J'ai rencontré Méliissa pour la première fois dans le cadre du cours « Apidologie » du département de biologie et j'ai, par la suite, assisté à une conférence qu'elle donnait à l'Université Laval dans le cadre des conférences offertes par « VIA Agro-écologie ». C'est à la suite de ces rencontres et de certaines discussions sur l'avenir de la méliissopalynologie que j'ai eu le désir de joindre mes diverses occupations du moment en un seul projet, soit l'étude de l'agroforesterie, l'apiculture et la possibilité d'explorer de nouvelles disciplines telles que la palynologie.

2.1.2 Importance et implication du partenaire dans son milieu

Méliissa Girard a fait sa maîtrise en biologie végétale de 2008 à 2010 dans le laboratoire de Valérie Fournier à l'Université Laval. C'est au cours de cette maîtrise qu'elle a acquis ses compétences en méliissopalynologie. Lors de son projet, elle a étudié l'effet de la diversité florale sur la santé des colonies d'abeilles dans des cultures de bleuets nains et de canneberges. Il y a peu de documentation, et peu d'experts sont actifs dans le domaine de la méliissopalynologie au Canada. C'est pourquoi, en 2010, à la suite de sa maîtrise, avec l'appui d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, elle a été mandatée pour faire la collection pollinique et l'élaboration d'un ouvrage photographique de référence, « Ouvrage de référence photographique de grains de pollen non acétolysés » (Girard et coll., 2012).

Mélissa Girard est aussi active en tant que conférencière dans les événements de « Les Apiculteurs et Apicultrices du Québec », « Miel Montréal », le « Centre de recherche en sciences animales de Deschambault », la « Société d'agriculture du Comté de L'Islet » et « VIA Agro-écologie », par exemple. De plus, elle a donné des ateliers sur l'apiculture dans des écoles primaires.

2.1.3 Problématique menant à l'intervention

En 2019, un article de la revue *Biological Conservation* affirmait l'extinction imminente de près de 40 % des espèces d'insectes dans les prochaines décennies (Sanchez-Bayo et Wyckhuys, 2019). Selon les résultats des auteurs, les principaux taxons affectés sont les lépidoptères (papillons), les hyménoptères (guêpes et abeilles) et les coléoptères. Sachant le rôle essentiel qu'ont ces pollinisateurs, les résultats de cette étude sont donc critiques, d'autant plus que la majorité des pollinisateurs se retrouve dans ces trois taxons. En effet, ce n'est pas moins de 70 à 84 % des cultures qui ont besoin de pollinisateurs pour assurer leur production (Klein et coll., 2007). Ainsi, nous dépendons tous des services essentiels rendus par ces ordres d'insecte.

Les causes du déclin fulgurant des pollinisateurs sont nombreuses. Sanchez-Bayo et Wyckhuys (2019) identifient 4 causes à ces pertes autant en diversité qu'en nombre de ces ordres d'insectes :

- La perte d'habitats naturels à cause de changements d'usage du territoire pour l'agriculture intensive et pour l'urbanisation ;
- La pollution due à l'usage de pesticides et de fertilisants de synthèse ;
- Les changements climatiques (problématique surtout importante pour les régions tropicales) ;
- Ainsi que d'autres facteurs biologiques, tels que l'introduction d'agents pathogènes et de ravageurs, dont certains seront discutés à la section 2.5.

La simplification et l'uniformisation du paysage agricole sont l'une des principales causes de la perte de biodiversité agricole. Effectivement, de 1991 à 2018, les superficies cultivées de maïs-grain, de maïs fourrager et de soya sont passées de 350 700 hectares à 830 500 hectares au Québec (Institut de la statistique du Québec, 2018 dans SPAAQ, 2019). Or, ces trois cultures n'ont pas d'intérêt pour les pollinisateurs (Cliche, 2018).

Aussi, les avancées techniques en agriculture ne sont pas toujours profitables pour les pollinisateurs. Par exemple, les analyses nutritionnelles des foins et des ensilages d'herbe ont montré une meilleure qualité avant la floraison (NRC, 1978 dans Gervais et coll., 2020). Alors, le moment idéal pour la récolte est lorsque 10 % des plantes sont en floraison, ce qui ne permet pas aux pollinisateurs de profiter de ces ressources (Cliche, 2018). De plus, la technologie des organismes génétiquement modifiés pour résister à certains herbicides permet d'éliminer toutes les adventices (Inf°OGM, 2014), dont plusieurs sont utiles aux pollinisateurs. Cela fait en sorte de rendre le champ semblable à un désert pour les pollinisateurs.

Cependant, certaines pratiques peuvent atténuer les problèmes actuels affectant les pollinisateurs, comme l'agroforesterie. Effectivement, cette pratique favorise une plus grande biodiversité autant végétale qu'animale par la création de milieux favorables pour les pollinisateurs (Dupraz et Liagre, 2011 et USDA, 2019). La présence d'une zone non cultivée incluant des espèces végétales variées favorise la biodiversité, dont celle de la faune auxiliaire, incluant certains pollinisateurs (Dupraz et Liagre, 2011 et Udawatta et coll., 2019). En effet, la zone où se retrouvent les ligneux n'est généralement pas travaillée et est rarement perturbée par les activités de culture, favorisant le maintien de certaines espèces, dont les micromammifères, les amphibiens et les arthropodes (Dupraz et Liagre, 2011). À une échelle plus importante, l'aménagement d'un réseau d'infrastructures agroforestières crée des corridors qui peuvent bénéficier à la connectivité des milieux arborés et indirectement aux déplacements de la faune (Anel et coll., 2017). Généralement, une plus grande abondance de parasites et de détritivores est observée, favorisant la diminution de la

pression des insectes herbivores sur les cultures (Thevathasan et Gordon, 2004). Cette plus grande biodiversité serait causée par l'hétérogénéité de la végétation, l'accumulation de matière organique et les meilleures conditions environnementales (Udawatta et coll. 2019). Cet ensemble de conditions crée plusieurs niches écologiques qui ne sont pas présentes en cultures conventionnelles.

Face aux problématiques auxquelles font face les pollinisateurs indigènes et l'abeille domestique dans plusieurs contextes, il semble pertinent de jumeler l'agroforesterie aux pratiques apicoles pour améliorer certains facteurs, dont la nutrition et les aires de nidification pour les pollinisateurs indigènes. C'est dans cette vision que mon projet d'intervention portant principalement sur la proposition d'aménagements favorables aux pollinisateurs a eu lieu, en exploitant l'information accessible quant aux potentiels de production nectarifère et pollinifère des ligneux ainsi que la fréquence d'observation des produits de ces derniers dans les récoltes des butineuses des colonies d'abeilles domestiques. Il s'agissait aussi d'une belle opportunité d'apprendre les techniques de méliissopalynologie.

2.2 Connaissances personnelles du candidat

2.2.1 Connaissances nécessaires pour mener à bien le projet d'intervention

Le projet d'intervention a nécessité mes connaissances générales sur les systèmes agroforestiers (haies brise-vent, bandes riveraines arborées, etc.) et sur leur intégration à l'agrosystème québécois. Mes connaissances en apiculture et en agroforesterie m'ont permis de créer des liens entre ces deux disciplines pour mettre en évidence leurs relations synergiques. Les rôles et la valeur qu'ont les pollinisateurs dans l'agrosystème québécois ont été ciblés. La réalisation du projet a demandé aussi le développement plus approfondi de ces connaissances afin d'être en mesure de cibler les meilleurs aménagements pouvant contribuer à la santé des pollinisateurs tout en considérant les contraintes du milieu agricole québécois. Le choix d'espèces a demandé aussi des connaissances spécifiques sur celle-ci afin de pouvoir justifier leurs apports à l'agrosystème et son environnement.

2.2.2 Lien avec votre bagage acquis dans le cadre de votre formation étudiante

Évidemment, tant lors de mon baccalauréat en biologie que lors de la réalisation de ma maîtrise professionnelle en agroforesterie, l'enjeu de la biodiversité et les diverses problématiques y étant reliées ont été des sujets récurrents. Plus particulièrement, les cours « Écologie intégrative des symbioses végétales », « Mycologie générale » et « Agroforesterie tempérée » m'ont fait découvrir la complexité des relations entre les organismes, comme c'est le cas dans l'agrosystème. Ensuite, je suis allé chercher des connaissances en agriculture par le biais du microprogramme en agriculture biologique. Le cours « Apidologie », quant à lui, m'a ouvert les yeux sur les insectes pollinisateurs et les problématiques générales actuelles.

Finalement, les divers cours, conférences et rencontres faits pendant la réalisation de la maîtrise en agroforesterie à l'Université Laval ont permis le bon déroulement de ce projet d'intervention. Il va de soi que le cursus obligatoire du programme m'a aidé à approfondir ma compréhension de l'agroforesterie. Cependant, l'apprentissage va au-delà de ce cadre strictement théorique, grâce aux opportunités engendrées par la fréquentation d'un milieu dynamique permettant la rencontre de gens impliqués et diversifiés.

2.2.3 Nouveaux acquis attendus et comment les obtenir

Lors de la réalisation de ce projet, il était attendu que j'aie l'opportunité de développer mes connaissances tant sur les concepts clés de l'agroforesterie que sur les pollinisateurs en général. Le projet m'a permis d'apprendre les techniques de méliissopalynologie afin d'être capable d'offrir ce service par moi-même, lorsque j'aurai assez d'expérience. De plus, des apprentissages sur les espèces végétales importantes pour les pollinisateurs ont été faits (période de floraison, caractéristiques générales, famille taxonomique, forme et texture du pollen, valeur écologique) par la consultation d'ouvrages de référence.

Un autre élément important à ce projet est l'acquisition de connaissances plus spécifiques quant au processus de sélection des végétaux pour les aménagements agroforestiers. Bien que, lors de ma formation, j'aie découvert les systèmes et les aménagements agroforestiers, je sens qu'il reste une certaine lacune quant à l'application de ces pratiques à l'agrosystème québécois. C'est donc en documentant les types d'aménagements existants et en étudiant les principaux groupes de ligneux d'ici qu'il a été possible d'obtenir ces acquis.

3 Plan d'action de l'intervention

3.1 Objectifs de l'intervention

3.1.1 Objectif principal

Le principal objectif de ce projet d'intervention est la mise à profit de l'agroforesterie dans les milieux agricoles pour favoriser la santé des pollinisateurs, autant pour la production apicole que pour les populations de pollinisateurs indigènes. En d'autres mots, l'objectif principal est de déterminer comment l'agroforesterie peut contribuer à préserver ou restaurer la santé de pollinisateurs et ainsi favoriser la pollinisation des cultures qui les nécessitent (bleuets, canneberges, pommes, etc.), mais aussi potentiellement contribuer à augmenter la production de miel et la santé générale des colonies d'abeilles domestiques. C'est par l'atteinte des sous-objectifs suivants que la réalisation de l'objectif principal pourra être accomplie.

3.1.2 Sous-objectifs

- Objectif 1 : La réalisation d'une revue de littérature exposant les problématiques actuelles du système agricole et l'impact de l'agroforesterie sur la santé des pollinisateurs (en partie intégrée à ce document).
- Objectif 2 : La proposition d'essences agroforestières d'intérêt pour les pollinisateurs (incluant une fiche descriptive complète sur chaque espèce).
 - Potentiel mellifère/pollinifère
 - Période de floraison/fructification
 - Description pollinique
 - Autre description technique de l'espèce
- Objectif 3 : L'apprentissage de techniques de méliissopalynologie et la présentation de contextes où la présence d'essences ligneuses semble se démarquer dans le pollen de certains miels.

3.2 Détail de la démarche

3.2.1 Actions à entreprendre en lien avec chacun des objectifs

- Objectif 1 : Recherche documentaire. Tri de l'information. Rédaction.
- Objectif 2 : Recherche documentaire. Analyse de données. Tri de l'information. Réalisation des fiches.
- Objectif 3 : Apprentissage de la méliissopalynologie.

3.2.2 Méthodologie : données utilisées, technologies, types d'analyse, etc. pour chacun des objectifs ou sous-objectifs

- Objectif 1 : Les références utilisées proviennent d'articles scientifiques et de livres spécifiques à ce sujet.
- Objectif 2 : Les données obtenues par Mélissa Girard lors de ses analyses polliniques ont servi à identifier et à confirmer certaines espèces (analyse de l'occurrence des pollens dans les échantillons de Mélissa Girard).
- Objectif 3 : Des techniques de microscopie, de méliissopalynologie ont été utilisées. Pour ce faire, les données et le matériel de Mélissa Girard ont été utilisés. Du matériel a été prêté par le département de phytologie de l'Université Laval et par Opti-Ressources.

3.2.3 Indicateurs de réussite de chacun des objectifs

- Objectif 1 : Réalisation d'une revue de littérature
- Objectif 2 : Réalisation de fiches descriptives sur les essences à favoriser dans les aménagements agroforestiers
- Objectif 3 : Maîtrise des techniques de méliissopalynologie

3.4 Plan de gestion des coûts

3.4.1 Budget

Aucun budget n'est prévu pour la réalisation du projet. De ce fait, toutes les dépenses ont été réduites au minimum. Cependant, il y a quand même eu certains frais. Évidemment, la réalisation d'une recherche bibliographique engendre peu de frais. Cependant, seuls certains vieux livres abordent la production de ressources nectarifère et pollinifère des plantes d'ici. J'ai donc pris l'initiative d'acheter à mes frais certains ouvrages qui n'étaient pas disponibles ailleurs.

Pour ce qui est de la partie méliissopalynologie du projet, Mélissa Girard a fourni une partie du matériel, tandis que le département de phytologie de l'Université Laval m'a permis d'avoir accès à certains équipements, comme un microscope. Il est aussi important de mentionner que l'entreprise Opti-Ressources, située à Charny, a fait le prêt d'un microscope pour permettre la réalisation à distance du projet.

En bref, bien que peu de coûts ont été engendrés, sans l'appui de Mélissa Girard, du département de phytologie de l'Université Laval et d'Opti-Ressources, il n'aurait pas été possible de réaliser le projet sans un budget de plusieurs centaines de dollars.

3.4.2 Justification des dépenses planifiées

Les ouvrages que j'ai achetés pour pouvoir faire ce projet ont été considérés comme une dépense faite dans n'importe quel cours universitaire avec livres obligatoires. Certains ouvrages n'étaient pas disponibles à la bibliothèque de l'Université Laval ou en ligne. Ces acquisitions m'ont permis d'avoir accès à certaines données spécialisées (quantités théoriques de nectar et de pollen produites pour chaque espèce).

Les microscopes utilisés durant le projet ont été prêtés par le département de phytologie de l'Université Laval et par Opti-Ressources. L'accès à un microscope était

essentiel à l'apprentissage de la méliissopalynologie vu la taille des grains de pollen, de l'ordre de micromètres (μm).

3.5 Plan de gestion des risques

3.5.1 Risques environnementaux

Étant donné l'aspect plutôt théorique du projet, aucun risque environnemental direct n'est ciblé. Cependant, advenant le cas de l'application du document élaboré, dont l'implantation des essences proposées, certains risques pourraient être encourus. En effet, l'implantation de certaines espèces en milieux agricoles ou naturels peut mener à des problématiques spécifiques qui n'ont pas été spécifiées dans les fiches. Les notes quant aux problématiques possibles visent les contextes généraux. Certaines espèces peuvent être déconseillées à proximité de certaines cultures spécifiques, car elles partagent avec elles un ravageur ou un agent pathogène, tandis que d'autres espèces peuvent être envahissantes dans certains contextes. Par exemple, il ne faudrait pas planter d'espèces du genre *Prunus* dans le cas d'une production commerciale de cerises ou de prunes, puisque l'aménagement pourrait ainsi être le réservoir de ravageurs et de maladies, comme le nodule noir, causé par le champignon *Dibotryon morbosum* (Gouvernement du Canada, 2014).

En bref, il est donc important de bien considérer les particularités des cultures lors du choix d'espèces à implanter dans le milieu, afin de réduire certains risques.

3.5.2 Acceptation sociale, enjeux éthiques

Étant donné, le caractère du travail fait, l'enjeu de l'acceptabilité sociale semble rapidement écarté, car il n'y a pas d'obligation engendrée par la réalisation du projet. Il semble que l'un des enjeux éthiques pouvant être soulevés est celui mentionné précédemment dans la section sur les risques environnementaux, où il est nécessaire de considérer l'ensemble des conditions pour assurer la prise de la meilleure décision quant aux espèces à implanter afin de minimiser les impacts négatifs sur l'environnement tant agricole que naturel.

Cependant, certains impacts indirects pourraient être soulevés. Par exemple, ces aménagements peuvent déranger les producteurs voisins et contribuer à des tensions dans les relations sociales. Il est important de penser non seulement aux productions qui sont faites sur son propre terrain, mais aussi à celles qui sont faites autour. Par exemple, la plantation d'espèces du genre *Prunus* près d'un verger de cerises ou de prunes (maladie du nodule noir) ou encore la prolifération indirecte de mauvaises herbes dans les champs du voisin pourraient être des situations qui posent un problème. Dans tous les cas, il faut s'informer du contexte géographique à proximité du site d'implantation du projet et, par la suite, communiquer avec les voisins concernés pour s'assurer de l'acceptabilité du projet. Bref, il faut considérer l'enjeu du territoire dans la prise de décision pour d'éventuels aménagements.

3.6 Plan de gestion de la qualité

3.6.1 Cibles à atteindre

Comme cela a été mentionné dans les objectifs et dans le graphique de Gantt, plusieurs cibles ont été établies afin de mener à bien le projet. En effet, pour atteindre l'objectif principal qui est de mettre à profit l'agroforesterie pour le bien-être et la santé des pollinisateurs et le succès de la production apicole, il était nécessaire de répondre aux différences sous-objectifs mentionnées précédemment. Le contrôle de la qualité du projet s'est donc articulé par l'atteinte des sous-objectifs établis, soit la réalisation de la revue de littérature, la proposition d'une série d'essences ligneuses d'intérêt accompagnée de leur justification, ainsi que la maîtrise et l'apprentissage des techniques de méliissopalynologie.

4 Résultats de l'intervention

4.1 Résultats

4.1.1 Résultats obtenus

Premièrement, la revue de littérature est terminée et a été donnée à Mélissa Girard (voir le document intégral en annexe 1). Elle pourra lui permettre d'intégrer les notions d'agroforesterie appliquées aux pollinisateurs à ses cours et aux autres activités auxquelles elle participe dans le domaine apicole. Ainsi, la portée de cette information et de ce travail sera plus grande. Cependant, bien que cette revue de littérature ait été complétée et bien approfondie, le niveau de précision des propositions d'essences et des possibles aménagements reste à mon avis encore à améliorer. C'est le manque de données techniques sur la production théorique de nectar et de pollen qui est limitant pour l'évaluation précise de la valeur écologique des espèces afin de pouvoir les comparer. J'aurais initialement voulu terminer ce projet par la présentation d'un document complet avec des exemples d'aménagements et des fiches claires et bien définies d'essences ligneuses et herbacées d'intérêt. Le format initialement visé devait s'apparenter à celui des fiches descriptives du livre d'Hydro-Québec, *Répertoire des arbres et arbustes ornementaux* (Hydro-Québec, 2005). Cet ouvrage caractérise de façon précise les végétaux afin de faire un choix éclairé des essences en fonction de plusieurs conditions, telles que le sol, l'hydrologie, l'enracinement, l'espace aérien occupé par les ligneux et bien d'autres. Il s'agit d'un ouvrage de référence complet et pratique. J'aurais aimé atteindre le même niveau de description des espèces en y intégrant notamment les caractéristiques spécifiques aux ressources pour les pollinisateurs, mais aussi au contexte d'application agroforestier. En raison de contraintes de temps et de charge de travail, je n'ai malheureusement pas atteint le niveau de finition désiré pour la présentation de mes propositions (voir l'exemple en annexe 2) et les données recueillies en sont encore majoritairement sous une forme difficile d'accès, soit un tableau de données brutes (annexe 3). Les caractéristiques générales de ligneux d'intérêt y sont notées, mais aussi accompagnées d'une

description approfondie de la morphologie pollinique de ces derniers ainsi que de la fréquence d'observation des pollens dans les analyses du miel de Mélissa des 10 dernières années. Il est donc possible, par l'analyse rapide de ces données, de cibler les essences les plus fréquemment retrouvées dans le miel des abeilles au Québec. Cette banque de données peut me permettre de faciliter grandement l'identification des pollens par microscopie en filtrant les différentes caractéristiques clés des pollens. Cet outil, accompagné de l'ouvrage photographique des pollens de Mélissa, me permet maintenant de cibler rapidement les espèces ou les genres des plantes dont proviennent probablement les pollens observés.

À titre d'exemple, il est possible de constater que le pollen de certaines espèces ligneuses se retrouve dans une proportion importante des échantillons de miel analysés. En effet, ils contiennent du pollen de saule (45 % des échantillons), d'érable (46 % des échantillons), de pommier (33 % des échantillons), de tilleul (42 % des échantillons) et de sumac vinaigrier (58 % des échantillons). Cependant, il est important de mentionner que les concentrations des pollens dans les échantillons ne sont pas nécessairement représentatives de la composition en nectar de ces derniers. Il est donc nécessaire d'interpréter ces résultats en considérant les caractéristiques propres à chacune des espèces dont le pollen est observé.

Ces observations provenant de la méllissopalynologie permettent de démontrer l'importance des espèces ligneuses pour l'abeille domestique et probablement pour les autres pollinisateurs. Cette constatation me paraît significative, car, avant la réalisation de ce projet, je percevais une certaine tendance collective à penser que le tilleul était le seul arbre d'importance pour l'abeille. Cependant, il est démontré que différentes espèces d'arbres offrent des ressources alimentaires essentielles à des moments clés du cycle de vie des pollinisateurs, soit lors de l'émergence des reines bourdons et de la sortie de l'hivernement des colonies d'abeilles domestiques (Ramsay, 2015). Plus particulièrement, les saules offrent du pollen en abondance très tôt en saison, tandis que les érables sont parmi les premiers à fournir du nectar en quantité intéressante pour les pollinisateurs, et ce, bien avant la floraison des herbacées (Ramsay, 2015). Cela montre

le potentiel effet que peuvent avoir des aménagements agroforestiers adaptés (qui incluent les ligneux identifiés) pour répondre aux besoins des insectes pollinisateurs, considérant les problématiques de faible biodiversité du paysage agricole.

Deuxièmement, les discussions à la suite de ma présentation du projet dans le cadre du cours m'ont permis de réaliser que le projet pourrait être porté encore plus loin et que le thème général de ce dernier mérite une certaine attention. À titre d'exemple, Jean-François Bissonnette, directeur de programme de la maîtrise en agroforesterie et professeur du cours « Initiation au développement durable » du département de géographie, a mentionné un intérêt pour que je produise une capsule pour son cours sur le sujet. De plus, Alain Olivier a porté un intérêt à ce que je participe au Congrès mondial d'agroforesterie, une occasion particulièrement intéressante pour porter encore plus loin la problématique centrale à mon projet d'intervention, soit la perte de biodiversité végétale en milieu agricole pour les pollinisateurs, et le rôle particulier que peut jouer l'agroforesterie dans l'atténuation de cette dernière.

Troisièmement, j'ai pu apprendre, même si mon apprentissage n'est pas terminé, la méliissopalynologie. Cet apprentissage, qui a été fait en parallèle de la mission principale, me permettra d'en faire une activité professionnelle à long terme. Le travail sur les espèces végétales m'a permis de cibler les espèces les plus à même d'être retrouvées dans le miel au Québec et d'apprendre leur période de floraison. Ces composantes sont importantes puisque le métier d'identification est une approche qui demande non seulement de l'observation et de l'identification au microscope, mais aussi un service d'interprétation des résultats obtenus, qui doit concorder avec la succession des floraisons.

Finalement, je suis particulièrement satisfait des accomplissements et des apprentissages réalisés lors de mon projet, mais aussi de mon travail sur l'outil développé pour l'identification (banque de données sur la morphologie des pollens et sur les caractéristiques des végétaux d'intérêt apicole). En effet, cet outil me servira dans le futur et il sera en continuel développement au fil de mes analyses.

4.1.2 Bilan des actions par rapport aux indicateurs de réussite

- Objectif 1 : La revue de littérature a bel et bien été terminée et donnée à Mélissa Girard pour lui permettre d'intégrer ces notions d'agroforesterie appliquées aux pollinisateurs domestiques et indigènes.
- Objectif 2 : Des fiches ont été réalisées, mais le travail pourrait se poursuivre sur des espèces d'intérêt modéré pour les pollinisateurs et pour les espèces herbacées. Cependant, des données techniques quant aux valeurs théoriques de production de nectar et de pollen seraient nécessaires pour évaluer précisément la valeur écologique pour les pollinisateurs.
- Objectif 3 : L'apprentissage de la méliissopalynologie a débuté cette session-ci. Cependant, les connaissances acquises lors du projet seront réinvesties pour le travail d'interprétation à la suite de l'analyse au microscope. Cet apprentissage continuera personnellement et professionnellement. De plus, l'outil de travail que j'ai développé à partir des données compilées de la littérature et de mes observations facilitera grandement le processus d'identification des pollens.

4.2 Bilan de la gestion

4.2.1 Gestion des coûts

En général, comme cela a été mentionné précédemment, les coûts du projet ont été tenus au minimum grâce à la collaboration des différents partenaires du projet. Certains frais ont été engendrés, mais ils ont été assumés de façon personnelle, soit par l'achat de certains ouvrages de référence afin de combler les manques dans la littérature disponible gratuitement dans la banque de données de la bibliothèque ou en ligne. Ces dépenses ont été considérées au même titre que les frais engendrés pour la réalisation de n'importe quel cours universitaire et sont en fait des outils de travail durable.

4.2.2 Gestion des risques

En retour sur les risques identifiés à la section précédente, les propositions d'essences ont été analysées selon différents critères généraux (intérêt pour les pollinisateurs, rusticité, adaptation au milieu, résistance aux maladies et autres ravageurs). Cependant, les problématiques ne sont pas toutes énumérées à cause de la grande variabilité qui existe en fonction de la situation géographique et du type de culture, par exemple. Il va de soi de faire une analyse spécifique à chaque projet pour favoriser son bon déroulement et pour éviter les interactions défavorables entre les cultures et les espèces incluses dans l'aménagement. Les fiches ne sont pas exhaustives quant aux interactions avec les cultures et ont pour but spécifique de mettre en évidence les espèces les plus intéressantes pour les pollinisateurs pour le Québec.

4.2.3 Gestion de la qualité

En ce qui concerne la gestion de la qualité des différentes réalisations de ce projet, le tout s'est déroulé comme prévu. Les différents sous-objectifs ont tour à tour été accomplis, permettant de répondre à l'objectif principal. Je comprends qu'en gestion de projet, il est essentiel de bien contrôler la qualité des différentes étapes réalisées, mais le format de mon projet se porte plus ou moins bien à cet exercice. Par souci de limiter la répétition, je ne crois pas qu'il soit nécessaire de développer davantage sur ce point.

4.3 Analyse de l'intervention

4.3.1 Discussion sur les problèmes ou difficultés rencontrés, mode de résolution de ceux-ci

Plusieurs facteurs ont influencé le déroulement du projet. Il est impossible de nier que la situation sanitaire mondiale actuelle concernant la COVID-19 a affecté le projet, mais, dans l'ensemble, il a été possible de bien gérer l'ensemble du travail malgré certains désagréments. La majorité du travail a été effectué à distance. Le reste (accès à un microscope à l'Université Laval, prêt du microscope, etc.) a été fait dans le

respect des règlements et des normes sanitaires établis par le gouvernement et l'Université Laval. Cependant, étant donné le travail à distance et la majeure partie à la maison, la gestion du temps et de l'assiduité ont demandé plus d'effort, ce qui a été un défi. Malgré tout, je crois avoir été en mesure d'en faire une gestion adéquate pour l'accomplissement avec succès du projet.

Comme cela a été souligné dans les sections précédentes, l'accès à l'information a aussi représenté un certain défi. La faible quantité de publications et, ainsi, de données, combinée au fait que les ouvrages commencent à dater, ont été sans aucun doute des facteurs limitants pour la réalisation du projet. Cependant, cette difficulté est aussi ce qui a initialement alimenté mon désir de travailler sur le sujet. De plus, la recherche d'information et de documentation a permis la rencontre de gens inspirants et a permis d'aller plus loin que de seulement consulter des ouvrages de référence sans vraiment avoir d'échange. J'ai par exemple particulièrement apprécié mes échanges avec Jane Ramsay, l'auteure du livre *Plants for Beekeeping in Canada and the Northern USA* (Ramsay, 2015), dont l'ouvrage a été particulièrement intéressant pour la réalisation de mon travail, tout comme j'ai particulièrement apprécié l'opportunité de pouvoir travailler avec Mélissa.

4.3.2 Respect du budget planifié – explication des variances

(Non applicable, se référer à la section 3.4, *Plan de gestion des coûts*)

4.4 Transfert aux partenaires

4.4.1 Outils de transfert mis en place

La réalisation du document principal du projet est l'outil majeur de transfert avec le partenaire. Par ce document, il sera possible par la suite de transmettre des notions de base en agroforesterie aux élèves en apiculture, en introduisant l'importance de l'arbre dans l'agrosystème. Le document pourra aussi servir lors des conférences données par Mélissa Girard afin de toucher un public encore plus grand. Évidemment, l'usage des propositions et de la documentation fournie sera à la discrétion du

partenaire. De plus, par le travail en collaboration avec Mélissa Girard au sein de son entreprise *Meli MIEL*, un transfert important de connaissances a eu lieu dans le sens où mes apprentissages en méliissopalynologie pourront servir à prendre la relève pour certaines tâches dans l'analyse du miel de façon commerciale, toujours en collaboration avec Mélissa Girard.

4.4.2 Recommandations aux partenaires

Ma recommandation principale pour le partenaire touche essentiellement la transmission des notions de base en agroforesterie au public de son enseignement. Je crois que par la réalisation de mon projet, j'ai été en mesure de démontrer que l'agroforesterie et certains changements dans les pratiques agricoles ont le potentiel de favoriser la santé des pollinisateurs, dont l'abeille domestique, notamment par la diversification des ressources florales.

Mes recommandations les plus importantes ne s'adresseraient cependant pas directement au partenaire principal de ce projet, mais à tous les acteurs impliqués dans le développement et le déploiement d'aménagements agroforestiers. Il est compris et bien démontré de manière générale que l'agroforesterie a des impacts positifs sur la biodiversité. Cependant, pour l'atteinte de dudit impact, il faut penser plus loin que de planter n'importe quels arbres dans les champs. Je cite ici en exemple celui des aménagements de haies brise-vent. En effet, il est estimé que, pour l'atteinte de l'objectif de favoriser les pollinisateurs, il serait nécessaire de concevoir des haies composées d'entre 10 et 20 espèces d'intérêt pour les butineurs (MAPAQ, 2015). Les haies brise-vent classiques, dans leur composition végétale homogène, ne sont pas propices à l'établissement de communautés de pollinisateurs, contrairement aux bordures de forêt qui améliorent autant leur diversité (de 30 %) que leur abondance (de 40 %) (Moisan-de Serres et coll., s.d.). En bref, ma recommandation serait donc de garder cette réalité en tête lors de la planification d'aménagements et de tenter de favoriser la plus grande biodiversité végétale possible par le choix d'espèces variées en fonction des contraintes contextuelles.

5 Conclusion

En conclusion à la réalisation de ce projet, je peux affirmer que les principaux objectifs ont bien été atteints, mais évidemment pas sans contraintes. Bien que la problématique du déclin des pollinisateurs et de la santé de ces derniers soit multifactorielle, l'une des avenues possibles est de favoriser de bonnes pratiques agricoles dont l'augmentation de la biodiversité végétale. Il est en effet possible de varier l'alimentation des pollinisateurs et ainsi réduire les périodes de disette en offrant une succession des floraisons, grâce à des changements de pratiques agricoles comme, par exemple, par l'implantation de projets agroforestiers.

Pour le succès de tels aménagements, il est impératif de passer par l'évaluation spécifique du milieu dans lequel ils seront implantés. Aussi, l'usage du territoire (agricole, urbain, forestier...) et les conditions de la région (précipitations, composition du sol, topographie, méthodes de culture, climat...) devront être pris en compte. En effet, il est difficile de conseiller un plan d'aménagement général qui serait applicable à tous les contextes. Mon projet aura permis de mettre en lumière certaines conditions à respecter pour atteindre l'effet attendu sur la santé des pollinisateurs, en ciblant notamment certains types de ligneux et leur apport.

Le projet d'intervention m'a surtout permis d'acquérir une expertise dans des domaines qui attirent mon intérêt en plus d'avoir élargi mon réseau de contacts en lien avec ces disciplines. Ultimement, il me permettra de prendre le relais des activités d'analyse pollinique de Mélissa Girard et d'offrir moi-même ce service au Québec pour en assurer la pérennité.

Je crois que la création de liens entre l'agroforesterie, l'apiculture et l'agriculture en général ne peut être que bénéfique pour la durabilité de l'agrosystème. J'espère que mon projet aura permis de démontrer que les aménagements agroforestiers sont un allié de taille dans la lutte pour l'atténuation des dommages de l'agriculture sur

les écosystèmes et je souhaite que cette vision se perpétue avec d'autres projets plus ambitieux sur le sujet.

6 Références

- Anel B., A. Cogliastro, A. Olivier et D. Rivest. 2017. Une agroforesterie pour le Québec. Document de réflexion et d'orientation. Comité agroforesterie, Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec, Québec. 73 p.
- Cliche, J.-F. 2018. Désert de miel au cœur du Québec [en ligne], Le Soleil. Consulté le 5 décembre 2020 à l'adresse <https://www.lesoleil.com/les-choix-de-la-redaction/desert-de-miel-au-cur-du-quebec-b23bd28fd12d3cb0444a2263ce816db9>.
- Dupraz, C. et F. Liagre. 2011. Agroforesterie et environnement : du local au global. pp. 126-163 Dans : Dupraz, C. et F. Liagre. 2011. Agroforesterie : des arbres et des cultures. 2^e édition. Éditions France agricole, Paris, France. 432p.
- Gaumond, F., et Leblanc, R. S.d. Approche multidisciplinaire dans le respect des compétences. Consulté le 15 janvier 2021 à l'adresse https://www.oifq.com/images/pdf/gaumond_leblanc.pdf.
- Gervais, R., Chouinard, Y. et Goulet, G. 2020. Module 4 – Composition de l'animal et de ses aliments – Nutrition animale (SAN-2000), Université Laval, Québec, Qc.
- Girard, M., Chagnon, M. et Fournier, V. 2012, Pollen diversity collected by honey bees in the vicinity of *Vaccinium* spp. Crops and its importance for colony development. Botany, 90(7) : 545-555.
- Gouvernement du Canada. 2014. Nodule noir du prunier et du cerisier. Consulté le 14 janvier 2021 à l'adresse <https://www.agr.gc.ca/fra/agriculture-et-environnement/pratiques-agricoles/agroforesterie/maladies-et-ravageurs/nodule-noir-du-prunier-et-du-cerisier/?id=1198101468695>.
- Hydro-Québec. 2005. Répertoire des arbres et arbustes ornementaux, Qc. 547 p.
- Inf°OMG. 2014. Qu'est-ce qu'une plante tolérant un herbicide (Roundup Ready ou autre) ? Consulté le 5 décembre 2020 à l'adresse <https://www.infogm.org/faq-qu-est-ce-que-une-plante-OGM-roundup-ready>.
- Klein, A.-M., B. E. Vaissiere, J. H. Cane, I. Steffan-Dewenter, S. A. Cunningham, C. Kremen, et T. Tschardt. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 274:303-313.

- MAPAQ. 2015. Les haies brise-vent, un gain pour les abeilles et la production. Consulté le 4 décembre 2020 à l'adresse <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Regions/mauricie/infolettreMAPAQMauricie/agroenvironnement/Pages/haiesbrisevent.aspx>
- Moisan-De Serres, J., Fournier, V. et Chagnon, M. s.d. Influence des haies brise-vent et spécificité des pollinisateurs indigènes dans la culture du bleuet nain [en ligne]. Consulté le 4 décembre 2020 à l'adresse https://www.craaq.qc.ca/documents/files/Evenements/MESCI001/De_Serres.pdf.
- Ramsay, J. 2015. Plants for Beekeeping In Canada and the Northern USA – A Directory of Nectar and Pollen Sources Found in Canada and the Northern USA. Imprimé au Canada par Printorium Bookworks. Island Blue. Victoria B.C. 198 p.
- Sánchez-Bayo, F., et K. A. Wyckhuys. 2019. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation* 232:8-27.
- Syndicat professionnel Les apiculteurs et apicultrices du Québec (SPAAQ). 2019. Sans les pollinisateurs, il n'y a pas d'agriculture – Mémoire présenté à la commission de l'agriculture, des pêcheries, de l'énergie et des ressources naturelles dans le cadre des audiences sur les pesticides, Longueuil, QC.
- Thevathasan, N. V., et Gordon, A. M. (2004). Ecology of tree intercropping systems in the North temperate region: Experiences from southern Ontario, Canada. In *New Vistas in Agroforestry* 257-268. Springer, Dordrecht.
- Udawatta, R.P., L.M. Rankoth et S. Jose. 2019. Agroforestry and biodiversity. *Sustainability* 11, 2879.
- USDA. 2019. Buffer Strips: Common Sense Conservation. Natural Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture, consulté le 5 décembre 2020 à l'adresse https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/national/home/?cid=nrcs143_023568.

7 Annexes

Annexe 1 : Revue de littérature présentée à Mélissa Girard en
décembre 2020

Aménagements agroforestiers au profit des pollinisateurs, espèces d'intérêt

Documentation sur les pollinisateurs et les aménagements agroforestiers

Projet d'intervention

Maîtrise en agroforesterie

Emile Gaumont, étudiant à la maîtrise en agroforesterie,
Université Laval, Québec

Décembre 2020

Table des matières

Objectif	2
Introduction	2
1 Précarité des pollinisateurs	2
2 Les insectes pollinisateurs du Québec	3
2.1 Portrait de la diversité des insectes pollinisateurs.....	3
2.2 Cas des colonies d'abeilles domestiques.....	3
2.3 Comparaison entre <i>Apis mellifera</i> et les abeilles indigènes	4
2.4 Problématiques.....	5
3 Principales causes de la perte de biodiversité du milieu agricole	6
4 Solutions possibles.....	6
5 L'agroforesterie	7
5.1 Définition	7
5.2 Intérêt pour la biodiversité et les pollinisateurs.....	8
5.3 Propositions d'aménagements pour la diversification des ressources des pollinisateurs	9
6 Sélection d'espèces.....	11
6.1 Espèces d'arbres	11
6.2 Espèces d'arbustes	11
6.3 Espèces herbacées	11
Fiches informatives des espèces d'intérêts	12
Bibliographie.....	14

Objectif

Ce guide a comme objectif de présenter certaines espèces végétales bénéfiques pour les pollinisateurs indigènes et pour l'abeille domestique pouvant être intégrées dans les aménagements agroforestiers.

Introduction

En 2019, un article de la revue *Biological Conservation* affirmait l'extinction imminente de près de 40% des espèces d'insectes dans les prochaines décennies (Sanchez-Bayo et Wyckhuys, 2019). Selon les résultats des auteurs, les principaux taxons affectés sont les lépidoptères (papillons), les hyménoptères (guêpes et abeilles) et les coléoptères. En rappelant le rôle critique qu'ont ces pollinisateurs, les résultats de cette étude sont donc critiques, surtout que la majorité des pollinisateurs se retrouve dans ces trois taxons. En effet, ce n'est pas moins de 70% à 84% des cultures qui ont besoin de pollinisateurs pour assurer leur production (Klein et coll., 2007). Ainsi, nous dépendons tous des services essentiels rendus par ces ordres d'insecte.

1 Précarité des pollinisateurs

Les causes du déclin fulgurant des pollinisateurs sont nombreuses. Sanchez-Bayo et Wyckhuys (2019) identifient 4 causes à ces pertes autant en diversité et qu'en nombre de ces ordres d'insectes :

- La perte d'habitats naturels à cause de changements d'usage du territoire pour l'agriculture intensive et pour l'urbanisation ;
- La pollution due à l'usage de pesticides, de fertilisants de synthèse ;
- Les changements climatiques (problématique surtout importante pour les régions tropicales) ;
- Ainsi que d'autres facteurs biologiques, tels que l'introduction de pathogènes, maladies et ravageurs, dont certains seront discutés en section 2.5.

2 Les insectes pollinisateurs du Québec

2.1 Portrait de la diversité des insectes pollinisateurs

Les principaux ordres d'insectes pollinisateurs sont les hyménoptères (guêpes et abeilles), les diptères (mouches), les hyménoptères (papillons) et les coléoptères. Ce sont cependant les abeilles qui contribuent le plus à la pollinisation des cultures (AAC, 2014).

La diversité des pollinisateurs indigènes est très importante puisqu'au Canada, il y a plus de 970 espèces différentes d'abeilles indigènes (AAC, 2014). De celles-ci, 90 % sont solitaires tandis que les autres sont sociales. Par exemple, chez les bourdons, il peut y avoir des colonies allant de 100 à 400 d'individus (AAC, 2014). Il faut savoir que l'abeille domestique n'est pas native de l'Amérique du Nord, mais bien de l'Europe, et qu'elle se différencie en plusieurs points.

2.2 Cas des colonies d'abeilles domestiques

2.2.1 Origine et distribution

L'abeille domestique (*Apis mellifera*) est une espèce introduite en Amérique, elle provient originellement de l'Europe. Elle est l'espèce la plus importante lorsqu'on parle de pollinisation à des fins commerciales, comme il en est le cas pour plusieurs monocultures telles que le canola, la pomme et le bleuets au Canada (AAC, 2019). Dans le contexte du déclin des pollinisateurs naturels, l'utilisation des services de pollinisation par l'abeille domestique est de plus en plus importante. Il s'agit donc d'une espèce d'intérêt économique pour ce service, mais aussi pour la production de miel et des autres produits de la ruche.

2.2.2 Portrait de l'industrie

L'industrie apicole au Canada représente une production de 80 345 livres de miel pour l'année 2019. Le nombre d'entreprises apicoles est de 10 344 producteurs au Canada, où 27 % sont situés en Colombie-Britannique et 24 %, en Ontario. Cependant, c'est en Alberta que l'on retrouve le plus de colonies avec 303 500 colonies. Cela représente 39 % des colonies du Canada, soit un total de 773 182 colonies. En termes de quantité de miel produit, ce sont l'Alberta, la Saskatchewan et le Manitoba qui sont les plus grands producteurs, avec une production respective de 31 %, 25 % et 23 % du miel total canadien. La plupart du miel produit au Canada est exporté pour un total de 53 827 livres. (AAC, 2019)

Au Canada, en 2013, la valeur estimée de la contribution de l'abeille domestique aux cultures importantes est de 2 051 243 \$ (AAC, 2016). Au Québec, les services de pollinisation commerciale représentent environ 7,6 millions de dollars pour la saison de

production de 2019, avec au total d'environ 55 823 ruches en location (Institut de la statistique du Québec, 2019). Il est aussi possible d'observer qu'en général, le nombre de ruches en location est en augmentation au Québec.

2.3 Comparaison entre *Apis mellifera* et les abeilles indigènes

La période de vol, qui correspond à la période où les abeilles butinent, s'étend du printemps jusqu'à l'automne pour *Apis mellifera*, contrairement aux abeilles solitaires qui ont une période de vol allant de trois à six semaines (AAC, 2014). Cependant, à l'inverse de certaines abeilles adaptées au climat nordique comme les bourdons, l'abeille domestique est moins active lors des basses températures printanières et automnales (AAC, 2014).

La distance de vol d'*Apis mellifera* est très grande, soit généralement jusqu'à 2,5 km, mais les ressources les plus proches seront priorisées (CRAAQ, 2018). Pour les abeilles indigènes, on parle plus d'un rayon de 350 à 450 mètres pour les abeilles moyennes, comme les andrènes et les mégachiles, et d'un rayon de 1,5 km pour les grosses abeilles, comme les bourdons (AAC, 2014).

La profondeur de la corolle des fleurs influence la disponibilité des ressources pour l'abeille à miel. Cette dernière a une langue courte, elle ne peut donc pas butiner les fleurs à corolle profonde comme le lupin ou les lobélies. Celles-ci sont accessibles aux bourdons, par exemple. (AAC, 2014)

La stratégie de l'abeille domestique est de vivre en colonie allant de 40 000 à 80 000 individus et hiverne ainsi. Les abeilles doivent donc accumuler des réserves pour passer l'hiver, contrairement aux abeilles indigènes où ce sont seulement les reines fécondées qui hibernent dans le sol en attendant de constituer une nouvelle colonie au printemps (ACC, 2014).

La ruche est un milieu artificiel permettant de recréer une cavité dans un arbre, normalement recherché par l'abeille domestique pour établir la colonie. Mais, ce comportement n'est pas retrouvé chez les abeilles indigènes où 70 % nichent dans le sol. Le reste niche principalement dans des tiges creuses ou dans des trous dans le bois. (AAC, 2014)

Le nectar récolté sert de source de glucides, tandis que le pollen sert comme source de protéines, de lipides, de vitamines et de minéraux (CRAAQ, 2018). Dans les deux cas, l'abeille domestique accumule ces deux composés pour pouvoir les utiliser lorsqu'ils ne sont pas disponibles, comme en l'hiver.

Toutes les abeilles partagent le comportement de la « constance florale », soit de butiner une espèce jusqu'à ce que la ressource soit épuisée (AAC, 2014). Ce comportement permet de fournir une bonne pollinisation (CRAAQ, 2018).

Les espèces sociales, comme les bourdons et l'abeille domestique, sont polylectiques, donc ils changent de source florale en fonction de la succession des floraisons. Au contraire, les espèces solitaires, qui ont habituellement une période de vol réduite, vont se synchroniser et se spécialiser pour une seule espèce (AAC, 2014).

2.4 Problématiques

Les problématiques en apiculture sont semblables à celles des pollinisateurs indigènes avec comme différence majeure que les apiculteurs travaillent constamment à atténuer les aléas auxquels les colonies font face. Les principales maladies sont la dysenterie, la nosérose, le couvain plâtré, la loque européenne, la loque américaine. Certaines maladies sont aussi causées par des parasites, dont l'acariose et la varroase. De plus, il y a aussi des déprédateurs qui s'attaquent aux ruches, comme le petit coléoptère de la ruche (*Æthia tumida*) et la fausse-teigne. (CRAAQ, 2020)

Ces problématiques ont cependant été transférées aux espèces indigènes. En effet, l'introduction d'*Apis mellifera* et l'importation de bourdons pour la pollinisation ont contribué à introduire des pathogènes exotiques, comme les champignons unicellulaires *Nosema bombi* et *Nosema ceranea* ainsi que le protozoaire *Crithidia bombi* chez les populations de bourdons sauvages (Environnement et Changement climatique Canada, 2016).

Les insecticides, comme les néonicotinoïdes, ont des effets à long terme sur l'abeille quant à sa capacité de récolter le pollen, à s'orienter et à se reproduire (MELCC, s.d.). De plus, les néonicotinoïdes sont utilisés dans près de 100 % des superficies de culture de maïs et dans près de 50 % des superficies de culture de soya lors du semi, même si des études ont démontré que ce produit n'augmentait pas les rendements comparativement à des semences non traitées (MELCC, s.d.).

Certains produits phytosanitaires sont lipophiles, ils s'accumulent donc dans la cire où les larves se développeront, ce qui accentue le problème chez l'abeille domestique où le matériel est réutilisé année après année (CRSAD, s.d.).

Cependant, malgré les soins apportés aux colonies d'abeilles domestiques, celles-ci sont tout de même affectées par la variété de maladies, de parasites et de déprédateurs, le tout accentué par leur contamination par des pesticides affectant leur santé. Effectivement, au Canada, pour la période 2019-2020, le taux de mortalité des colonies d'abeilles domestiques est évalué à 30,2 % (ACPA, 2020). Le Québec, pour cette même période, a un taux plus élevé de mortalité avec 33,8 % (ACPA, 2020).

Plusieurs facteurs font pression sur les colonies d'abeilles domestiques comme sur les autres pollinisateurs naturels. En effet, les intoxications, les insuffisances alimentaires, la malnutrition, les maladies et les parasites sont tous des menaces qui planent sur la santé des pollinisateurs (Paysage32, 2014). Les pollinisateurs ont besoin d'une

alimentation complète en acides aminés essentiels, d'où l'importance de la diversité florale. Aussi, cette alimentation en nectar et en pollen doit être constamment présente surtout pour les pollinisateurs indigènes, qui n'accumulent pas de réserves comme *Apis mellifera* et qui sont parfois actives que quelques jours par été pour préparer les nids pour sa progéniture (Ouellet et Duchesne, 2013).

Dans le contexte des services de pollinisation commerciale, la transhumance des colonies vient ajouter à son tour des facteurs aggravants. En effet, le stress causé par le transport peut avoir comme effet d'accentuer les problématiques déjà présentes chez les abeilles. De plus, lorsque les colonies d'abeilles se retrouvent dans des milieux agricoles faibles en biodiversité florale, puisque majoritairement en monoculture, les abeilles sont alors confrontées à un stress nutritionnel important, ce qui cause des carences dans le couvain (Girard et coll., 2012).

En bref, pour des colonies d'abeilles domestiques et indigènes en santé, la présence d'une diversité florale est essentielle pour la qualité de l'alimentation comme pour la succession des floraisons couvrant leur période de butinage.

3 Principales causes de la perte de biodiversité du milieu agricole

La simplification et l'uniformisation du paysage agricole sont l'une des principales causes de la perte de biodiversité agricole. Effectivement, de 1991 à 2018, les superficies cultivées de maïs-grain, de maïs fourrager et de soya sont passées de 350 700 hectares à 830 500 hectares (Institut de la statistique du Québec, 2018 dans SPAAQ, 2019). Ces trois cultures ne sont pas d'intérêt pour les pollinisateurs (Cliche, 2018).

Les avancées techniques en agriculture ne sont pas toujours profitables pour les pollinisateurs. Par exemple, les analyses nutritionnelles des foin et des ensilages d'herbe ont montré une meilleure qualité avant la floraison (NRC, 1978 dans Gervais et coll., 2020). Alors, le moment idéal pour la récolte est à 10% de la floraison, ce qui ne permet pas aux pollinisateurs de profiter de ces ressources (Cliche, 2018). De plus, la technologie des organismes génétiquement modifiés pour résister à certains herbicides permet d'éliminer toutes les adventices (Inf'OGM, 2014). Cela fait en sorte de rendre le champ semblable à un désert pour les pollinisateurs.

4 Solutions possibles

Bien que la problématique du déclin des pollinisateurs et de la santé de ces derniers soit multifactorielle, l'une des avenues possibles est de favoriser de bonnes pratiques agricoles dont l'augmentation de la biodiversité végétale. Il sera alors possible

de varier l'alimentation des pollinisateurs et ainsi réduire les périodes de disette en offrant une succession des floraisons.

À la ferme, il est possible d'appliquer des principes de base pour choisir les produits phytosanitaires les moins dommageables. Aussi, il est possible de limiter les contacts avec les pollinisateurs en les appliquant, par exemple, en absence de fleurs ou encore lorsque les abeilles sont inactives (très tôt le matin, tard le soir ou lorsqu'il fait froid) (AAC, 2018). Il est important de limiter la dérive des pesticides, même si des infrastructures (zone tampon arborée, par exemple) sont présentes pour les capter : ces sites peuvent servir pour la nidification ou le butinage, et ainsi, de refuge aux pesticides pour les abeilles indigènes (AAC, 2018).

Selon Ouellet et Duchesne (2013), les solutions idéales, soient celles qui peuvent offrir l'ensemble des ressources de nourriture, de refuge aux pesticides et de sites de nidification, sont les bandes enherbées en contour des cultures, les bordures de champs en culture extensive, les milieux humides naturels ou aménagés et les mesures agroforestières. La protection des milieux naturels déjà présents est à privilégier, mais la création de tels habitats est aussi envisageable.

5 L'agroforesterie

5.1 Définition

Selon le CRAAQ, l'agroforesterie se définit comme suit :

« L'agroforesterie est un système intégré qui repose sur l'association d'arbres ou d'arbustes à des cultures ou à des élevages, et dont l'interaction permet de générer des bénéfices économiques, environnementaux et sociaux. » (Comité Agroforesterie du CRAAQ, 2011)

Par l'agroforesterie, il est possible d'améliorer la santé des sols, la qualité de l'eau, la biodiversité et de favoriser l'atténuation et l'adaptation aux changements climatiques par la séquestration du carbone (Anel et coll., 2017). Dans certains cas, la présence d'arbres peut permettre une réduction de la consommation d'énergie des bâtiments, par des besoins en chauffage et en climatisation moins importants (Mize et coll., 2008). Cet impact sur la température est aussi vrai en pâturage, où les animaux peuvent profiter de l'ombre des arbres et avoir de meilleures productivités (Devendra, 1999). De plus, l'arbre en milieu agricole avec son système racinaire développé agit comme un filet de sécurité en captant les éléments lessivés du sol, dont les intrants agricoles (Dupraz et Liagre, 2011).

L'aménagement de systèmes agroforestiers a le potentiel de diversifier l'offre de l'agrosystème notamment par les produits de l'arbre, dont le bois, les fruits, etc. Bien qu'il

soit estimé qu'à partir de l'implantation des arbres, 10 à 20 ans sont nécessaires avant la retombée des bénéfices économiques (Vézina, 2005).

Plusieurs types de systèmes agroforestiers permettent de répondre aux divers besoins de l'agrosystème. Les haies brise-vent, les bandes riveraines arborées, les bandes tampons en sont des exemples. L'image typique de l'agroforesterie dans le contexte québécois semble être portée sur des aménagements uniformes et linéaires, mais l'arbre peut être intégré de façon non homogène, comme dans le cas des îlots intraparcellaires, d'arbres en bordure de bâtiments, etc.

(Illustration haies agroforestières + bandes riveraines + Îlots en pâturage)

ou

(Illustration d'exemples d'aménagements agroforestiers tels que <https://xerces.org/pollinator-conservation/habitat-restoration/planning>)

D'autres types d'aménagements peuvent aussi intégrer l'arbre et apporter des retombées positives significatives sans être théoriquement des pratiques agroforestières. Que ce soit en milieu urbain, sous les emprises de lignes électriques ou en bordure des routes, implanter des espèces ligneuses, accompagnées d'herbacées, peuvent offrir des bénéfices environnementaux considérables.

(Illustration emprise électrique, bord de route/urbain)

5.2 Intérêt pour la biodiversité et les pollinisateurs

L'agroforesterie favorise une plus grande biodiversité autant végétale qu'animale par la création de milieux favorables pour ces espèces (Dupraz et Liagre, 2011 et USDA, 2019). La présence d'une zone non cultivée incluant des espèces végétales variées favorise la biodiversité, dont celle de la faune auxiliaire, incluant certains pollinisateurs (Dupraz et Liagre, 2011 et Udawatta et coll., 2019). En effet, la zone où se retrouvent les ligneux n'est généralement pas travaillée et est rarement perturbée par les activités de culture, favorisant le maintien de certaines espèces, dont les micromammifères, les amphibiens et les arthropodes (Dupraz et Liagre, 2011). À une échelle plus importante, l'aménagement d'un réseau d'infrastructures agroforestières crée des corridors qui peuvent bénéficier à la connectivité des milieux arborés et indirectement aux déplacements de la faune (Anel et coll. 2017). Généralement, une plus grande abondance de parasites, de détritivores, de prédateurs et de pollinisateurs est observée, favorisant la diminution de la pression des insectes herbivores sur les cultures (Thevathasan et Gordon, 2004). Cette plus grande biodiversité serait causée par la végétation hétérogène, l'accumulation de matière organique et les meilleures conditions environnementales (Udawatta et coll., 2019). Cet ensemble de conditions crée plusieurs niches écologiques qui ne sont pas présentes en cultures conventionnelles.

En général, les arbres, comme ceux de la famille des saules et des érables, ont la particularité de fleurir tôt en saison, contrairement aux herbacées qui sont plus souvent nombreuses durant l'été et l'automne (Ramsay, 2015 et MAPAQ, 2015). Ce sont alors des sources importantes de pollen et de nectar pour l'établissement printanier des colonies d'abeilles domestiques et indigènes, comme les bourdons. La famille des saules est particulièrement intéressante pour la qualité du pollen et sa production de nectar, parfois même avant que la neige soit complètement fondue (Ramsay, 2015).

La présence d'arbres permet aussi aux abeilles de récolter une résine végétale servant de désinfectant et de mortier, la propolis. Elle provient de certains conifères et des bourgeons de plusieurs espèces d'aulnes, de saules, de bouleaux, de peupliers, etc. (Ouellet et Duchesne, 2013).

En bref, la mise en place de systèmes agroforestiers a sans aucun doute un impact positif sur la biodiversité et participe à la durabilité de l'agroécosystème.

5.3 Propositions d'aménagements pour la diversification des ressources des pollinisateurs

5.3.1 Haies brise-vent

La fonction principale d'une haie brise-vent est de diminuer la vitesse du vent dans les cultures et de répartir le couvert de neige en hiver. Cependant, ce type d'aménagement peut avoir des buts secondaires. Par exemple, les haies brise-vent peuvent être installées pour contrer la dérive de pesticides ou pour minimiser l'érosion. Dans ces cas, elles vont généralement être composées de 4 espèces ou moins, choisies dans ce but précis. Cependant, les haies brise-vent qui ont comme second objectif de favoriser les pollinisateurs devraient être composées d'entre 10 et 20 espèces qui sont intéressantes pour ceux-ci (MAPAQ, 2015). En effet, Moisan-de Serres et coll. (s.d.) affirment que les haies brise-vent, dans leur composition végétale homogène, ne sont pas propices à l'établissement de communautés de pollinisateurs, contrairement aux bordures de forêt qui améliorent autant leur diversité de 30 % que leur abondance de 40 %. Cela démontre l'importance de la diversité dans cet aménagement pour atteindre un niveau semblable aux bordures de forêt. Au Québec, le peuplier hybride est le plus populaire grâce à sa vitesse de croissance qui permet d'atteindre 10,6 m en moyenne après 5 ans (Fortier et coll., 2008), mais il est peu intéressant pour les pollinisateurs (Ramsay, 2015).

Pour les cultures qui nécessitent d'être pollinisées par les insectes, comme chez le bleuets, la canneberge ou le canola, il est important de considérer l'impact du vent sur l'efficacité des pollinisateurs indigènes. En effet, ces derniers sont beaucoup plus efficaces

lors qu'ils en sont protégés. Les haies brise-vent permettraient d'augmenter leur efficacité et, donc, les rendements des cultures (MAPAQ, 2015).

5.3.2 Bandes riveraines aménagées

Les bandes riveraines agroforestières sont des bandes tampons le long des cours d'eau composées d'arbres, d'arbustes et d'herbacées. Lorsqu'elles sont aménagées judicieusement, ces bandes peuvent ralentir le ruissellement, favoriser l'infiltration, limiter la dispersion des polluants, stabiliser les sols et réduire l'érosion des berges (Bentrup, 2008). Les bandes riveraines agroforestières ont le potentiel de favoriser des aménagements durables des rives. L'ombrage offert par la canopée des arbres et arbustes sur les cours d'eau favorise une température moins importante du milieu aquatique, ce qui peut avoir des conséquences positives sur les espèces habitant le cours d'eau (Dupraz et Liagre, 2011).

Certains ouvrages spécifiques aux bandes riveraines peuvent faciliter le choix des végétaux afin de répondre aux conditions spécifiques de ce milieu, dont :

- *Répertoire des végétaux recommandés pour la végétalisation des bandes riveraines* (FIHOQ, 2008).
- *Végétalisation de la bande riveraine* du MELCC (MDDEP, 2011)
- *À chacun sa bande* du groupe *GESTRIE SOL* (Martineau et coll., 2014)

5.3.3 Autres applications

En plus des arbres implantés au milieu agricole, la diversification des espèces végétales ligneuses en milieu urbain et périurbain peut aussi favoriser la santé des pollinisateurs. Par exemple, la plantation d'espèces ligneuses peut se faire dans les bords de route, dans les parcs, dans les emprises électriques ou encore dans les jardins communautaires pourvu que la diversité végétale soit respectée.

(Illustration d'exemples d'aménagements urbains incluant des arbres et arbustes)

5.3.4 Conditions d'application

Pour qu'un tel aménagement soit porteur de succès, l'évaluation spécifique du milieu dans lequel il sera implanté doit être faite. Il est impératif de considérer l'usage du territoire (agricole, urbain, forestier...) et les conditions de la région (précipitations, composition du sol, topographie, méthodes de culture, climat...). En effet, il est difficile de conseiller un plan d'aménagement général qui serait applicable à tous les contextes. Les fiches en annexe permettent de connaître ces différentes composantes et d'aider à la sélection des espèces à intégrer.

6 Sélection d'espèces

Dans cette section, plusieurs espèces d'arbres, d'arbustes et d'herbacées ayant un potentiel intéressant en pollen ou/et en nectar pour les abeilles sont présentées. Le but est de favoriser une couverture des périodes de floraison la plus longue possible et une diversité des espèces plantées afin d'offrir une ressource alimentaire diversifiée. La sélection a été faite selon plusieurs critères, dont leur rusticité au Québec, leur intérêt en production et en qualité de nectar et de pollen, leur résistance aux maladies, etc. Les espèces exotiques envahissantes ont été exclues, même si certaines sont intéressantes pour les pollinisateurs. Ces essences peuvent être plantées dans un contexte agroforestier, mais aussi dans les milieux urbains.

Dans ces fiches, la période de floraison est indiquée, mais varie selon les conditions climatiques et les cycles de floraison des végétaux. Les données de ces tableaux sont principalement tirées de l'ouvrage de Ramsay (2015).

6.1 Espèces d'arbres

Arbres		Période de floraison								Productions		
Nom latin	Nom commun	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sep.	Oct.	Nectar	Pollen	Miel (kg/ha)
Salix sp.	Saules									X	X	
Acer sp.	Érables									X	X	101 à 500
Malus sp.	Pommiers									X	X	0 à 50
Aesculus hippocastanum	Maronnier d'inde									X	X	26 à 100
Tilia sp.	Tilleuls									X	X	201 à >500

6.2 Espèces d'arbustes

Arbustes et petits arbres		Période de floraison								Productions		
Nom latin	Nom commun	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sep.	Oct.	Nectar	Pollen	Miel (kg/ha)
Alnus sp.	Aulnes										X	
Rhododendron canadense	Rhododendron du Canada									X	X	
Crataegus sp.	Aubépine									X	X	26 à 50
Prunus sp.	Cerisiers/Pruniers									X	X	0 à 50
Rubus sp.	Framboisiers/mures									X	X	0 à 50
Sorbus aucuparia	Sorbier des oiseaux									X	X	26 à 50
Sambucus sp.	Sureaux sp.										X	
Amelanchier sp.	Amélanchier									X	X	
Viburnum sp.	Viornes									X	X	
Ilex sp.	Houx									X	X	
Rhus typhina	Sumac vinaigrier									X	X	51 à 100
Cephalanthus occidentalis	Bois bouton									X		

6.3 Espèces herbacées

- À élaborer si nécessaire.

Fiches informatives des espèces d'intérêts

À la page suivante, gabarit de fiche :

Nom commun*(Nom latin)*

Zone de rusticité : X?

Type de sol :

Humidité du sol :

pH du sol :

Potentiel nectarifère (faible, moyen, fort)

Potentiel pollinifère (faible, moyen, fort)

Période de floraison (ex)					
Mois 1			Mois 2		

Description de l'espèce (court paragraphe)

- Description + usages produits de l'espèce
- Plus notes ex : adapter sols compactés
- Résistant, dérive herbicide...
- Contraintes de l'espèce

Photo complète 9 X 9 cm

Photo fleur 4,5 x 4,5cm

Photo pollen VP 4,5 x 4,5 cm

Comparatif taille 4,5 x 9 cm

Indiquer hauteur, largeur, et racine

Bibliographie

- Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC). 2014. Les insectes pollinisateurs indigènes et l'agriculture au Canada, Catalogue no A59-12/2014E, 47 p.
- Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC). 2016. Aperçu statistique de l'industrie apicole canadienne et contribution économique des services de pollinisation rendus par les abeilles domestiques pour 2013-2014 [en ligne]. Consulté le 1er décembre 2020 à l'adresse <https://www.agr.gc.ca/fra/horticulture/rapports-sur-l-industrie-horticole/apercu-statistique-de-l-industrie-apicole-canadienne-et-contribution-economique-des-services-de-pollinisation-rendus-par-les-abeilles-domestiques-pour-2013-2014/?id=1453219857143>.
- Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC). 2018. Pratiques visant à réduire l'intoxication des abeilles par des pesticides agricoles au Canada – Références intégrées [en ligne]. Consulté le 03 décembre 2020 à l'adresse http://honeycouncil.ca/wp-content/uploads/2018/12/Reduce.Bee_.Poisoning.CanadaGuide.FRENCH.FINAL_.nocrops.pdf.
- Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC). 2019. Aperçu statistique de l'industrie apicole canadienne 2019 [en ligne]. Consulté le 1er décembre 2020 à l'adresse <https://agr.gc.ca/fra/horticulture/rapports-sur-l-industrie-horticole/apercu-statistique-de-l-industrie-apicole-canadienne-2019/?id=1594646761058>.
- Anel B., A. Cogliastro, A. Olivier et D. Rivest. 2017. Une agroforesterie pour le Québec. Document de réflexion et d'orientation. Comité agroforesterie, Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec, Québec. 73 p.
- Association canadienne des professionnels de l'apiculture (ACPA). 2020. Enquête sur la mortalité hivernale des colonies d'abeilles au Canada [en ligne]. Consulté le 1er décembre 2020 à l'adresse https://www.agrireseau.net/apiculture/documents/103419/rapport-sur-les-mortalites-hivernales-des-colonies-d_abeilles-au-canada-acpa-2020
- Bentrup, G. 2008. Conservation buffers: design guidelines for buffers, corridors, and greenways. Gen. Tech. Rep. SRS-109. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. Asheville. 110p.
- Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec (CRAAQ). 2018. Biologie de l'abeilles – 3e édition, Québec, QC. 49p.
- Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec (CRAAQ). 2020. Guide – Gestion optimale du rucher – 3e édition, Québec, QC. 157 p.
- Centre de recherche en sciences animales de Deschambault (CRSAD). S.d. Les cadres de couvain : remplacement et rotation [en ligne]. Consulté le 1er décembre 2020 à l'adresse http://crsad.qc.ca/uploads/tx_centrerecherche/Le_replacement_des_cadres_de_couvain_Bernier.pdf.
- Cliche, J.-F. 2018. Désert de miel au cœur du Québec [en ligne], Le Soleil. Consulté le 5 décembre 2020 à l'adresse <https://www.lesoleil.com/les-choix-de-la-redaction/desert-de-miel-au-cur-du-quebec-b23bd28fd12d3cb0444a2263ce816db9>.
- CRAAQ, Comité Agroforesterie. 2011. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec. 2011. Terminologie et définitions, Comité Agroforesterie. 2 p.

- Dupraz, C. et F. Liagre. 2011. Agroforesterie et environnement : du local au global. pp. 126-163 Dans : Dupraz, C. et F. Liagre. 2011. Agroforesterie : des arbres et des cultures. 2e édition. Éditions France agricole, Paris, France. 432p.
- Environnement et Changement climatique Canada. 2016. Programme de rétablissement du bourdon à tache rousse (*Bombus affinis*) au Canada [Proposition], Série de programmes de rétablissement de la Loi sur les espèces en péril, Environnement et Changement climatique Canada, Ottawa, vii + 61 p.
- FIHOQ. 2008. Répertoire des végétaux recommandés pour la végétalisation des bandes riveraines du Québec. FIHOQ, Saint-Hyacinthe. 28p.
- Fortier, J., B. Truax et D. Gagnon. 2008. Peuplier hybride en zone riveraine : Améliorer l'agroenvironnement tout en produisant du bois. Agriculture et Alimentaire Canada, Québec, QC, Canada.
- Gervais, R., Chouinard, Y. et Goulet, G. 2020. Module 4 – Composition de l'animal et de ses aliments – Nutrition animale (SAN-2000), Université Laval, Québec, Qc.
- Girard, M., Chagnon, M. & Fournier, V. 2012, Pollen diversity collected by honey bees in the vicinity of *Vaccinium* spp. Crops and its importance for colony development. *Botany*, 90(7) : 545-555.
- Inf'OMG. 2014. Qu'est-ce qu'une plante tolérant un herbicide (Roundup Ready ou autre) ? [en ligne]. Consulté le 5 décembre 2020 à l'adresse <https://www.infogm.org/faq-qu-est-ce-que-une-plante-OGM-roundup-ready>.
- INSTITUT DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC (2019). Faits saillants de l'Enquête sur l'apiculture au Québec – Enquête 2019, [En ligne], Québec, L'Institut, p. 1-3. [en ligne]. Consulté le 5 décembre 2020 à www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/agriculture/apiculture-miel/FS_apicole19.pdf.
- Klein, A.-M., B. E. Vaissiere, J. H. Cane, I. Steffan-Dewenter, S. A. Cunningham, C. Kremen, and T. Tscharntke. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the royal society B: biological sciences* 274:303-313.
- MAPAQ. 2015. Les haies brise-vent, un gain pour les abeilles et la production. [en ligne]. Consulté le 4 décembre 2020 à l'adresse <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Regions/mauricie/infolettreMAPAQMauricie/agroenvironnement/Pages/haiesbrisevent.aspx>
- Martineau, I., F. Boivin et É. Léger. 2014. À chacun sa bande : guide des bandes riveraines en milieu agricole. Club-conseil Gestrie-Sol, Granby. 24p.
- MDDEP. 2011. Guide d'analyse des projets d'intervention dans les écosystèmes aquatiques, humides et riveraines - Végétalisation de la bande riveraine consulté le 5 décembre 2020 à l'adresse <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rives/vegetalisation-bande-riveraine.pdf>
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). S.d. La protection des pollinisateurs [en ligne]. Consulté le 1er décembre 2020 à l'adresse <http://www.environnement.gouv.qc.ca/pesticides/strategie2015-2018/pollinisateurs.htm?fbclid=IwAR0cDCd7bBEXqe3gJS0XAFIPv0wvIw58UPqx235qiy75f444GuZJQhf13IY>.

- Moisan-De Serres, J., Fournier, V. et Chagnon, M. s.d. Influence des haies brise-vent et spécificité des pollinisateurs indigènes dans la culture du bleuet nain [en ligne]. Consulté le 4 décembre 2020 à l'adresse https://www.craaq.qc.ca/documents/files/Evenements/MESCI001/De_Serres.pdf.
- Ouellet, B. & Duchesne, R.-M. 2013. L'habitat des pollinisateurs en milieu agricole : éléments à considérer pour en assurer la conservation et la restauration au Québec, Centre universitaire de formation en environnement, Université de Sherbrooke, Québec, QC.
- Paysage32, A. e. 2014. Abeille, arbre et territoire - Des paysages agroforestiers pour accueillir et nourrir les abeilles domestiques
- Ramsay, J. 2015. Plants for Beekeeping In Canada and the Northern USA – A Directory of Nectar and Pollen Sources Found in Canada and the Northern USA. Imprimé au Canada par Printorium Bookworks. Island Blue. Victoria B.C. 198 p.
- Sánchez-Bayo, F., and K. A. Wyckhuys. 2019. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological conservation* 232:8-27.
- Syndicat professionnel Les apiculteurs et apicultrices du Québec (SPAAQ). 2019. Sans les pollinisateurs, il n'y a pas d'agriculture – Mémoire présenté à la commission de l'agriculture, des pêcheries, de l'énergie et des ressources naturelles dans le cadre des audiences sur les pesticides, Longueuil, QC.
- Thevathasan, N. V., & Gordon, A. M. (2004). Ecology of tree intercropping systems in the North temperate region: Experiences from southern Ontario, Canada. In *New Vistas in Agroforestry* 257-268. Springer, Dordrecht.
- Udawatta, R.P., L.M. Rankoth et S. Jose. 2019. Agroforestry and biodiversity. *Sustainability* 11, 2879
- USDA. 2019. Buffer Strips: Common Sense Conservation. Natural Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture, consulté le 5 décembre 2020 à l'adresse https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/national/home/?cid=nrcs143_023568

Annexe 2 : Exemple d'une fiche dans le format initialement visé

Sumac vinaigrier

(Rhus typhina)

Zone de rusticité : 3a
Exposition : Ensoleillé
Type de sol : Bien adapté à tout type de sol
Humidité du sol : Faible
pH du sol : Acide à alcalin
Enracinement : Superficiel
 Drageonnant
Croissance : Rapide

Potentiel nectarifère :

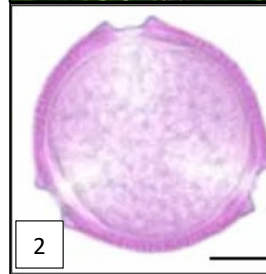
- 51 à 100 kg/ha de miel potentiel
- Miel couleur ambré

Potentiel pollinifère :

- Pollen retrouvé dans plus de 50% des miels



1



2

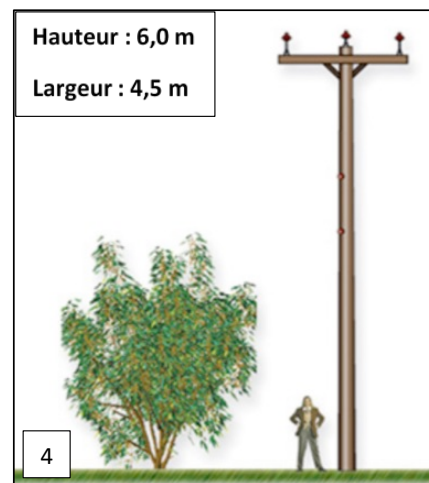


3

Description de l'espèce :

- Tolérant aux sels de déglacage
- Caractère envahissant
- Valeur ornementale :
 - Feuilles rouges à l'automne
 - Fruits persistants durant l'hiver
- Valeur pour la faune :
 - Fruits mangés par les oiseaux

Période de floraison					
Juin			Juillet		



4

(Ramsay, 2015., Hydro-Québec, 2005. et Chabot, 1948. / Photos : 1 (Pixabay), 2 (Mélicca Girard), 3 (Wikipédia), 4 (Hydro-Québec))

