

ACCROÎTRE LES CONNAISSANCES SUR L'IMPLANTATION DE PARCELLES DE BUTINAGE
DANS LA CULTURE DU BLEUET SAUVAGE
14-BIO-12

DURÉE DU PROJET : JUILLET 2014/ JANVIER 2017

RAPPORT FINAL

Réalisé par :

Mireille Bellemare, M.Sc. Biol., Club Conseil Bleuets
Laurie Godin, agroéconomiste, Club Conseil Bleuets
Marie Filteau Ph. D. (consultante analyses statistiques)

pour

le Syndicat des producteurs de bleuets du Québec

27 janvier 2017

Les résultats, opinions et recommandations exprimés dans ce rapport émanent de l'auteur ou des auteurs et n'engagent aucunement le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

TITRE DU PROJET
ACCROÎTRE LES CONNAISSANCES SUR L'IMPLANTATION DE PARCELLES DE BUTINAGE
DANS LA CULTURE DU BLEUET SAUVAGE

NUMÉRO DU PROJET
14-BIO-12



Source des photos du rapport : CCB

TABLE DES MATIERES

Résumé du projet.....	6
Objectifs et aperçu de la méthodologie	7
Objectifs	7
Aperçu de la méthodologie.....	7
Postulat 1 : Évaluation de l'impact de la présence ou de l'absence des parcelles de butinage sur les pollinisateurs indigènes et sur les indicateurs de rendements.	7
Postulat 2 : Évaluation de l'impact de la distance de la parcelle de butinage sur les indicateurs de rendements et sur les pollinisateurs indigènes.	8
Résultats significatifs obtenus et discussion.....	11
Résultats combinés 2015-2016.....	11
<i>Relation entre le taux de mise à fruit et le rendement</i>	11
<i>Lien entre les hypothèses testées et les postulats initiaux</i>	12
<i>Hypothèse 1 : La présence d'une parcelle de butinage à proximité des champs de bleuets favorise la productivité (TMF, rendement).</i>	13
<i>Hypothèse 2 : La proximité d'une parcelle de butinage favorise la productivité (TMF, rendement).</i>	14
<i>Hypothèse 3 : La présence d'une parcelle de butinage à proximité des champs de bleuets influence la richesse spécifique, la diversité et l'abondance des pollinisateurs indigènes</i>	15
<i>Hypothèse 4 : La proximité d'une parcelle de butinage influence la diversité, la richesse spécifique et l'abondance des pollinisateurs indigènes</i>	19
<i>Hypothèse 5 : La présence d'une parcelle de butinage à proximité des champs de bleuets influence la composition et la structure des communautés de pollinisateurs indigènes</i>	19
<i>Hypothèse 6 : La composition et la structure des communautés de pollinisateurs indigènes varie en fonction de la proximité d'une parcelle de butinage :</i>	21
<i>Hypothèse 7 : La structure et la composition des communautés de pollinisateurs indigènes varient en fonction de la productivité (TMF et rendement)</i>	21
<i>Hypothèse 8 : Les parcelles de butinage ont un impact économique positif (évaluation des services environnementaux).</i>	25
Volet – Caractérisation des parcelles	26
Volet – Indice de floraison	34
Constats	48
Diffusion des résultats	49
2015	49
Applications possibles pour l'industrie	50
Références	51

Point de contact pour information	52
remerciements aux partenaires financiers.....	53
Annexes	54
ANNEXE 1 : Carte des dispositifs expérimentaux	55
Annexe 2 : Portrait de la bleuetière du Centre de recherche les Buissons (Côte-Nord)..	63
<i>Hypothèse 2 – Bleuetière Centre de recherche les Buissons: La proximité d'une parcelle de butinage favorise la productivité (TMF, rendement).</i>	64
<i>Hypothèse 4 – Bleuetière Centre de recherche les Buissons: La proximité d'une parcelle de butinage influence la diversité et l'abondance des pollinisateurs indigènes</i>	65
<i>Analyse des communautés – Bleuetière Centre de recherche les Buissons</i>	66
Annexe 3	68
Complément : Figures et statistiques.....	68
<i>Hypothèse 2 : La proximité d'une parcelle de butinage favorise la productivité (TMF, rendement).</i>	68
<i>Hypothèse 4 : La proximité d'une parcelle de butinage influence la diversité et l'abondance des pollinisateurs indigènes</i>	70
<i>Hypothèse 5 : La présence d'une parcelle de butinage à proximité des champs de bleuets influence la composition et la structure des communautés de pollinisateurs indigènes</i>	71
<i>Hypothèse 6 : La composition et la structure des communautés de pollinisateurs indigènes varie en fonction de la proximité d'une parcelle de butinage :</i>	72
<i>Hypothèse 7 : La structure et la composition des communautés de pollinisateurs indigènes varient en fonction de la productivité (TMF et rendement)</i>	72
Annexe 4 – Affiche d'information 2015 (pièce jointe)	73
Annexe 5 – Diaporama 18 décembre 2015 (pièce jointe)	73
Annexe 6 – Diaporama journée bleuet 2016 (pièce jointe)	73
Annexe 7 – Affiche d'information 2016 (pièce jointe)	73
Annexe 8 : Article de la Terre de chez Nous – accessible en ligne (lien hyper texte)	73
Figure 1: Calcul du nombre de fleurs par tige et collecte des insectes (gauche) et récolte des bleuets (droite).....	8
Figure 2 : Échantillonnage des pollinisateurs : Piège bol installé dans une parcelle de butinage (haut - gauche) et en bleuetière (haut -droite) et collecte des insectes (bas – gauche).....	9
Figure 3: Identification des insectes à l'aide d'une loupe binoculaire	9
Figure 4: Valeur des corrélations entre les taux de mise à fruits et rendements et la structure des communautés (l'abondance des espèces).....	24

Graphique 1: Relation entre le taux de mise à fruit et le rendement (normalisés). Les points représentent les différents années/sites.	12
Graphique 2: Effet de la présence ou de l'absence de parcelles de butinage sur le taux de mise à fruit et le rendement (moyenne \pm écart-type)	13
Graphique 3: Richesse, diversité et abondance des insectes pollinisateurs indigènes avec et sans parcelles de butinage selon les différents sites	16
Graphique 4: Analyse multidimensionnelle pour comparaison de la composition et de la structure des communautés	19
Graphique 4: Analyse multidimensionnelle pour comparaison de la composition et de la structure des communautés	20
Graphique 5: Classification hiérarchique de la matrice de corrélation entre les différents facteurs.....	22
Graphique 6: Indice de floraison (faible, moyen et fort) pour chacune des parcelles de butinage	37
Tableau 1: Abondance relative (%) des pollinisateurs répertoriés dans le projet (2015-2016, tous les sites).....	17
Tableau 2: Caractérisation des parcelles de butinage	27

RÉSUMÉ DU PROJET

Les parcelles de butinage présentent plusieurs avantages en agriculture: lieux de nidification et d'alimentation pour les pollinisateurs indigènes, attraction de prédateurs naturels, protection des endroits sensibles à l'érosion éolienne et hydrique et amélioration de la biodiversité faunique et floristique. Les bleuetières sont des endroits appropriés pour la mise en place de parcelles de butinage puisque le bleuetier est dépendant de la pollinisation par les insectes. Aussi, 70% des bleuetières de la région du Saguenay-Lac-St-Jean (SLSJ) ont des superficies de plus de 200 ha donc, relativement homogènes et avec une biodiversité limitée. Une trentaine de parcelles de butinage ont été implantées dans des bleuetières de la région du SLSJ et de la Côte-Nord. Cependant, aucun suivi n'a été réalisé et nous avons peu d'informations sur leur biodiversité, leur pérennité et leur efficacité. Pour ce projet, 12 parcelles de butinage ont été sélectionnées afin de déterminer leurs impacts sur la productivité du bleuetier et sur les pollinisateurs. La grande variabilité entre les parcelles de butinage utilisées pour l'étude et leur nombre limité nous a empêchés de démontrer les augmentations de productivité et de biodiversité qu'elles peuvent procurer. Cependant, une certaine tendance dans les résultats de 2015 ainsi que la revue de littérature nous portent à penser que ce type d'aménagement peut avoir des effets bénéfiques au niveau des services économiques et environnementaux.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

Objectifs

Évaluer si l'implantation de parcelles de butinage est une pratique écologiquement et économiquement favorable dans la production du bleuet nain. Afin d'étudier ces aménagements, la caractérisation des parcelles de butinage (âge, superficie, biodiversité) a été réalisée. Les données obtenues sont mises en relation avec les rendements obtenus et les variables économiques.

Plus concrètement, ce projet vise à vérifier ces deux postulats expérimentaux :

1. Évaluation de l'impact de la **présence** ou de l'**absence** des parcelles de butinage sur les pollinisateurs indigènes et sur les indicateurs de rendements.
2. Évaluation de l'impact de la **distance** de la parcelle de butinage sur les pollinisateurs indigènes et sur les indicateurs de rendements.

Ainsi, au final, ce sont huit hypothèses qui ont été vérifiées à l'aide des analyses statistiques :

Hypothèse 1 : La présence d'une parcelle de butinage à proximité des champs de bleuets favorise la productivité (taux de mise à fruit (TMF), rendement)

Hypothèse 2 : La proximité d'une parcelle de butinage favorise la productivité (TMF, rendement)

Hypothèse 3 : La présence d'une parcelle de butinage à proximité des champs de bleuets influence la richesse spécifique, la diversité et l'abondance des pollinisateurs indigènes

Hypothèse 4 : La proximité d'une parcelle de butinage influence la diversité et l'abondance des pollinisateurs indigènes

Hypothèse 5 : La présence d'une parcelle de butinage à proximité des champs de bleuets influence la composition et la structure des communautés de pollinisateurs indigènes

Hypothèse 6 : La composition et la structure des communautés de pollinisateurs indigènes varie en fonction de la proximité d'une parcelle de butinage :

Hypothèse 7 : La structure et la composition des communautés de pollinisateurs indigènes varient en fonction de la productivité (TMF et rendement)

Hypothèse 8 : Les parcelles de butinage ont un impact économique positif (évaluation des services environnementaux)

Aperçu de la méthodologie

Postulat 1 : Évaluation de l'impact de la présence ou de l'absence des parcelles de butinage sur les pollinisateurs indigènes et sur les indicateurs de rendements.

Pour vérifier le premier postulat, trois parcelles de butinage ont été sélectionnées en 2015 et deux en 2016. Elles devaient être situées à plus de 500 m de toute autre parcelle de butinage afin d'éviter un biais. Dans le but de capturer les pollinisateurs présents

dans les champs, un premier piège bol a été installé à 20 m et un second à 100 m de la parcelle de butinage. Afin de servir de témoin un piège bol a aussi été installé dans un champ ne comportant pas de parcelle de butinage. En 2015, un seul bol a été placé dans le champ témoin (à 20 m) tandis qu'en 2016, un second piège a aussi été installé à 100 m dans le champ témoin pour vérifier l'éventualité d'un effet de bordure. L'abondance et la diversité des pollinisateurs ont été mesurées. De plus, des quadrats permanents ont été mis en place à proximité de ces pièges afin de mesurer les indicateurs de rendement : taux de mise à fruit et masse récoltée (figure 1). Le taux de mise à fruit a été évalué par un décompte du nombre de fleurs et de fruits sur 10 tiges sélectionnées au hasard dans chacun des quadrats permanents. La masse récoltée a été évaluée à l'aide d'une cueilleuse manuelle sur un aller retour de 10 m. La superficie totale des parcelles récoltées était variable en raison de la diversité des récolteuses utilisées dans le projet, chacune avait une largeur différente. Les rendements ont été ajustés individuellement à la largeur de chacune des récolteuses.



Figure 1: Calcul du nombre de fleurs par tige et collecte des insectes (gauche) et récolte des bleuets (droite)

Postulat 2 : Evaluation de l'impact de la distance de la parcelle de butinage sur les indicateurs de rendements et sur les pollinisateurs indigènes.

Pour vérifier le second postulat, six pièges bol (figure 2) ont été disposés sur un transect à différentes distances de chacune des parcelles de butinage entre 0 et 200 m selon le site (Annexe 1). Sept parcelles ont été étudiées en 2015 et cinq en 2016. Les indicateurs de rendements (taux de mise à fruit et masse de bleuets récoltée), l'abondance et la diversité des pollinisateurs indigènes y ont été mesurés. Un minimum de neuf collectes de données ont été réalisées durant l'été.



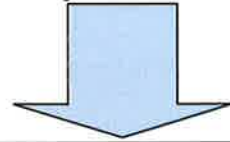
Figure 2 : Échantillonnage des pollinisateurs : Piège bol installé dans une parcelle de butinage (haut - gauche) et en bleuetière (haut -droite) et collecte des insectes (bas –gauche)

Une portion importante du projet était l'identification des insectes récoltés. Seul le groupe des hyménoptères avait été sélectionné pour l'étude puisque ces insectes sont reconnus comme étant les principaux pollinisateurs dans les bleuetières. Un total de **6423 spécimens** ont été collectés dans le cadre de ce projet (4360 en 2015 et 2063 en 2016).



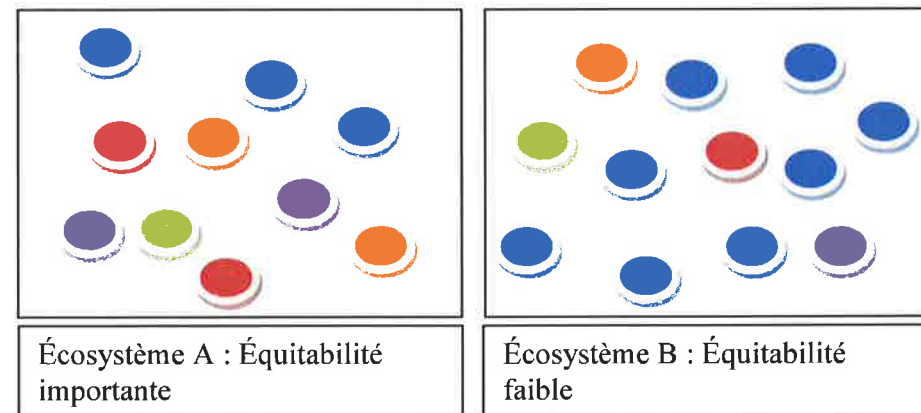
Figure 3: Identification des insectes à l'aide d'une loupe binoculaire

L'un des aspects que nous souhaitons étudier dans ce projet est la contribution des parcelles de butinage au niveau de la biodiversité des pollinisateurs indigènes. Afin de bien définir la structure de la communauté des pollinisateurs indigènes, trois indicateurs de la biodiversité ont été analysés soit la richesse spécifique, l'abondance et la diversité.



Richesse spécifique	Donne une information sur le nombre d'espèces inventoriées sur un site; Liée à la qualité du territoire mais aussi à sa superficie et sa situation géographique.
Abondance	Nombre d'individus d'une espèce donnée; Les individus sont généralement plus abondants là où les conditions sont plus favorables pour eux, même si l'abondance est avant tout liée à la capacité de survie et de reproduction des organismes.
Diversité	Complète la notion de richesse spécifique avec un indice d' équité : Une espèce représentée abondamment ou par un seul individu n'apporte pas la même contribution à l'écosystème. L'indice utilisé dans ce rapport est Shannon : tient compte de la richesse et de l'abondance relative des espèces. Plus l'équité est proche de 1, plus les espèces sont équi-réparties, c'est-à-dire qu'elles présentent un nombre d'individus équivalents et qu'aucune d'elles n'est dominante par rapport à l'autre. http://www.biodiversite-positive.fr/les-indicateurs-de-diversite-evaluer-la-biodiversite/

Représentation graphique de la diversité :



L'écosystème A est écologiquement plus complexe, plus stable et plus diversifié.

Inspiré de : <http://www.biodiversite-positive.fr/les-indicateurs-de-diversite-evaluer-la-biodiversite/>

Un autre aspect étudié dans ce projet était la composition et la structure des communautés de pollinisateurs. Pour ce faire, une analyse de positionnement multidimensionnel non-métrique a été utilisée. Cela permet d'obtenir des mesures qui décrivent la similarité dans les échantillons (axes). La résultante reflète la composition, c'est-à-dire quelles espèces sont partagées entre les sites en les comparant deux à deux.

Ça reflète aussi la structure car l'abondance de chaque espèce est prise en compte. Par exemple, des échantillons ont une structure similaire s'ils contiennent des pourcentages comparables des mêmes espèces.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS ET DISCUSSION

Le rapport d'étape « *Accroître les connaissances sur l'implantation de parcelles de butinage dans la culture du bleuet sauvage - 14-BIO-12* (1^{er} février 2016) » présente les résultats préliminaires de l'année 2015 et est disponible auprès de l'auteure.

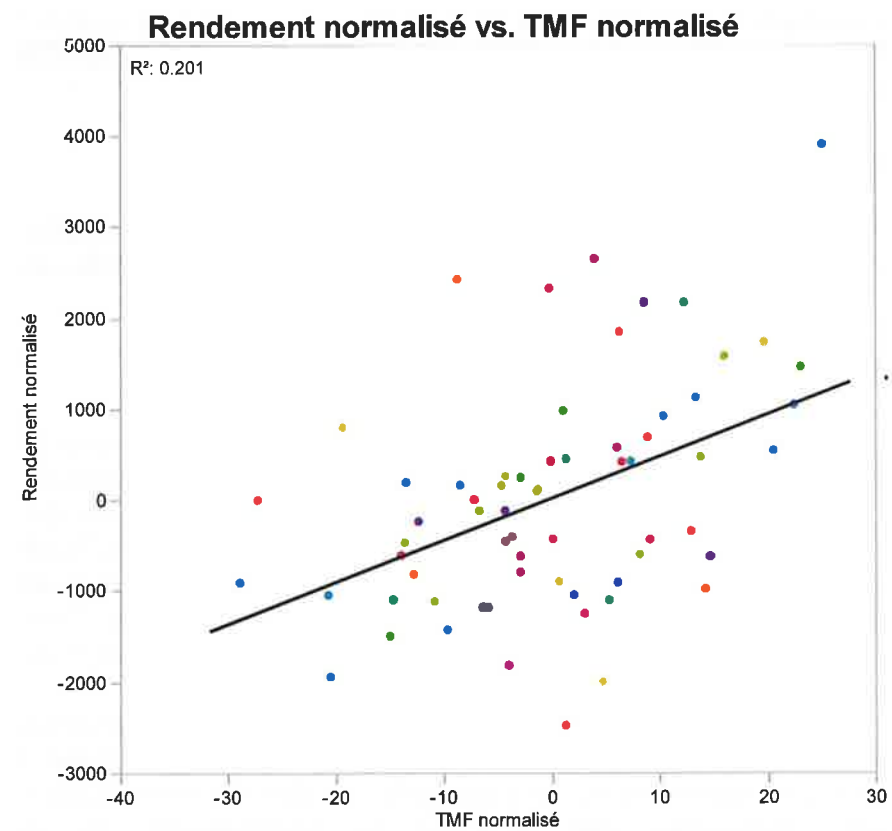
Résultats combinés 2015-2016

L'analyse des résultats de 2015 a été faite sur des données non normalisées, mais l'effet du site a tout de même été pris en compte dans plusieurs analyses. Ainsi, certains des effets observés en 2015, étaient peut-être plus liés aux variations entre les sites qu'aux variations sur un même site. Par exemple, l'abondance d'une espèce pollinisatrice donnée dans un site était peut-être liée au fait que ce site était à la base plus productif (meilleur rendement en fruits) et non à l'impact de la parcelle de butinage. Pour les analyses combinées, les données ont été normalisées afin de retirer ce genre de biais.

Avant d'entrer dans le concret des analyses des résultats, un point important à mentionner est l'observation suivante : **Les parcelles de butinage doivent être entretenues puisque les mauvaises herbes peuvent les envahir et causer la mort des espèces végétales implantées pour favoriser les pollinisateurs.** En 2016, particulièrement, la qualité de la floraison a été difficile à évaluer en raison de la dégradation de certaines parcelles. La qualité des parcelles de butinage est un facteur important à considérer pour l'évaluation subséquente de la productivité de la bleuetière et de la structure des communautés des pollinisateurs indigènes.

Relation entre le taux de mise à fruit et le rendement

Les taux de mise à fruit et les rendements ont été mesurés pour chacun des pièges à chacun des sites. Les données utilisées pour réaliser le graphique 1 ont été normalisées afin d'enlever l'effet des sites, ce qui inclut les différences des populations de bleuetiers (variabilité clones), les conditions topographiques et climatiques. Ainsi, on remarque que lorsque le taux de mise à fruit augmente, le rendement aussi augmente ($R^2 = 0,201$).



Graphique 1: Relation entre le taux de mise à fruit et le rendement (normalisés). Les points représentent les différents années/sites.

Lien entre les hypothèses testées et les postulats initiaux

Les hypothèses 1 et 2 viennent répondre au premier postulat : « *Évaluation de l'impact de la présence ou de l'absence des parcelles de butinage sur les pollinisateurs indigènes et sur les indicateurs de rendements.* ». Pour ces hypothèses, toutes les parcelles échantillonnées en 2015 et 2016 sont incluses dans l'analyse.

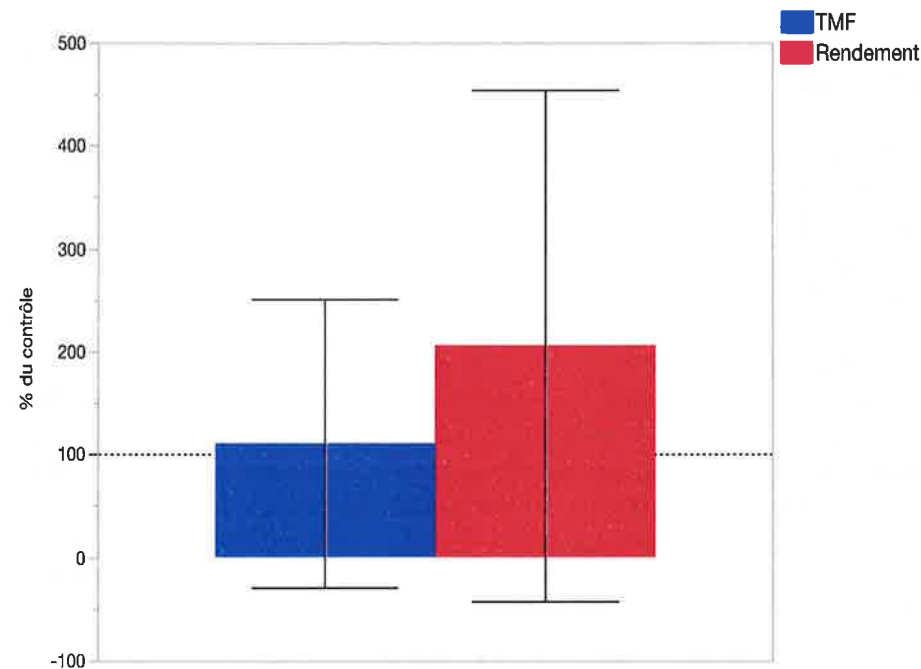
Les hypothèses 3 à 7 viennent répondre au second postulat : « *Évaluation de l'impact de la distance de la parcelle de butinage sur les indicateurs de rendements et sur les pollinisateurs indigènes.* ». Pour ces hypothèses, les données des parcelles Côte-Nord ont été exclues car cette bleuétière n'avait aucun pollinisateur commercial (contrairement aux autres) et que la diversité des pollinisateurs indigènes est très différentes de ceux du Lac-St-Jean.

L'hypothèse 8 permet de faire la synthèse de cette étude et de valider si économiquement, cet aménagement est favorable.

Hypothèse 1 : La présence d'une parcelle de butinage à proximité des champs de bleuets favorise la productivité (TMF, rendement).

→ **Hypothèse non validée :**

Contrairement à ce qui avait été observé en 2015, il n'y a pas de différence significative entre les parcelles témoins et les parcelles à proximité d'une parcelle de butinage au niveau du taux de mise à fruit (Prob >|t| = 0,8296) et du rendement (Prob >|t| = 0,2362) pour toutes les données combinées (2015-2016; test de T) (graphique 2). En effet, on peut interpréter comme ceci ce graphique : la barre bleue pour le TMF est à ~111%, donc le TMF avec parcelle de butinage serait de 11% plus élevé que le contrôle (témoin) sans parcelle, mais pas de façon significativement différente. Idem pour le rendement où la barre rouge est à ~206% donc le rendement serait de 106% plus élevé que le contrôle sans parcelle, sans que l'on puisse affirmer que ce soit significativement différent. L'écart-type est très élevé, ce qui indique que les données étaient très variables, d'où la difficulté à mettre en évidence une différence significative.



Graphique 2: Effet de la présence ou de l'absence de parcelles de butinage sur le taux de mise à fruit et le rendement (moyenne ± écart-type)

Malgré le fait que nous n'avons pu prouver l'efficacité des parcelles de butinage sur la productivité bleuets sauvage, d'autres études ont pu le démontrer dans d'autres cultures. En effet, selon une étude de Garibaldi et al. (2013), réalisée sur 41 cultures, des pratiques d'aménagement intégré associant les abeilles commerciales et les insectes indigènes amélioreraient les rendements des cultures. Cela s'expliquerait par la complémentarité des pollinisateurs qui visitent une même fleur. Aussi, l'étude

d'AgriNova (2009) dans le bleuet sauvage montre que l'aménagement de parcelles de butinage pourrait indirectement mener à une augmentation du rendement, via l'augmentation du poids des bleuets à proximité, soit environ sur une centaine de mètres. Les parcelles de butinage étudiées sur la Côte-Nord dans le projet actuel ont fait l'objet d'une étude antérieure dans laquelle il a pu être démontré que ce type d'aménagement écologique de plates-bandes végétales (et de nichoirs) mène à un taux de mise à fruits plus élevé (Desjardins, 2012). Le taux de mise à fruits qui était de 26% en bleuetière conventionnelle est passé à 40% en bleuetière écologique (plates-bandes végétales et nichoirs). Enfin, une étude récente (Venturini et al., 2017) s'est penchée sur trois différents types de parcelles de butinage en bleuetière, soit, la régénération naturelle, un semis de trèfles et un semis de fleurs sauvages. Une augmentation de 10% du taux de mise à fruit y a été notée ($\alpha=0,1$), quatre ans après la mise en place des parcelles. Cela nous indique que l'impact des parcelles de butinage prend un certain temps avant d'être mesurable.

Hypothèse 2 : La proximité d'une parcelle de butinage favorise la productivité (TMF, rendement).

→ **Hypothèse soutenue pour les petites parcelles; la superficie de la parcelle a un impact.**

Plus précisément lorsque tous les sites sont inclus dans l'analyse : La distance entre le piège et la parcelle n'a pas d'impact sur le taux de mise à fruit ($\text{Prob } >|t| = 0,2531$) et le rendement ($\text{Prob } >|t| = 0,8962$) lorsque les deux années sont combinées (Annexe 3 - graphique A). Il s'agit du même constat qu'observé en 2015 où l'analyse avait été réalisée en prenant en compte les sites.

Si l'on ajoute la variable « catégorie de superficie de parcelles de butinage » à l'analyse, la distance vient alors à avoir un impact sur le rendement (Annexe 3 – graphique B) : Pour de petites parcelles (< 200 m²), le rendement est diminué lorsqu'on s'éloigne de la parcelle de butinage alors que pour des parcelles de grandes dimensions (1500 m²), plus on s'éloigne, plus le rendement augmente. Il faut porter attention à la conclusion en regard à ces données car les petites parcelles étaient représentées par une seule bleuetière (Groupe Forêt Girardville). Aussi, parmi les grosses parcelles on compte deux parcelles sur trois qui sont rectilignes, c'est-à-dire une à cinq rangées de plants sur une grande distance. Peut-être aurait-il fallu placer plusieurs transects perpendiculaires à ces lignes pour assurer une meilleure collecte de données. La parcelle 2 de la bleuetière Coopérative de Normandin est composée uniquement de saules, qui fleurissent hâtivement au printemps, soit un peu avant et pendant la floraison du bleuetier en mai. La 3^e grosse parcelle est celle où des amélanchiers seulement ont été introduits et dont la floraison chevauche celle du bleuetier. Ainsi, les pistes de la lacune entre le dispositif de collecte de données et la configuration de la parcelle et la compétition pour l'offre de pollen aux insectes indigènes à proximité des grosses parcelles peuvent expliquer que celles-ci n'aient pas eu l'effet escompté.

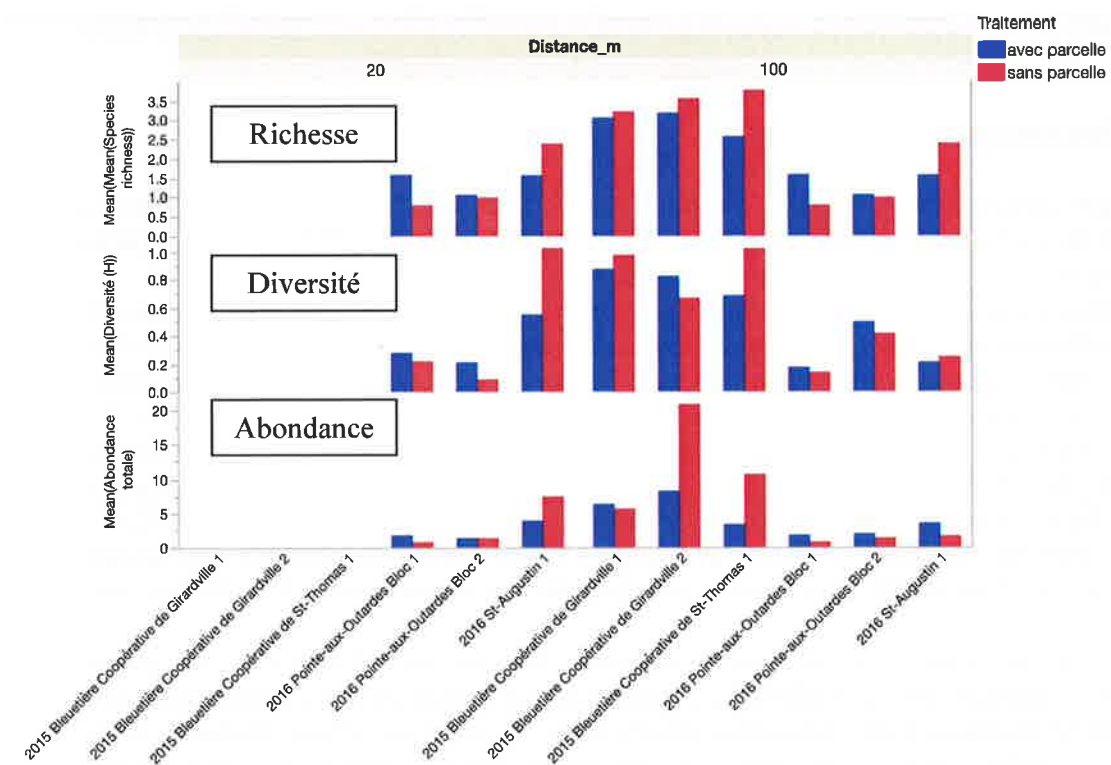
Hypothèse 3: La présence d'une parcelle de butinage à proximité des champs de bleuets influence la richesse spécifique, la diversité et l'abondance des pollinisateurs indigènes

→ **Hypothèse non validée :**

Aucune différence significative n'a pu être observée pour la richesse spécifique, la diversité et l'abondance des pollinisateurs indigènes dans le cadre de cette étude (graphique 3). Cependant, une étude dans le bleuet en corymbe a montré que l'abondance de l'abeille domestique (*Apis mellifera*) et la richesse (nombre d'espèces) des pollinisateurs indigènes étaient deux facteurs d'importance équivalente pour évaluer la qualité de la pollinisation (Rogers et al. 2014). Aussi, la richesse des pollinisateurs indigènes est un meilleur indicateur de la pollinisation que leur abondance. De plus, il y est indiqué que pour chaque groupe d'espèces additionnel présent durant la floraison, le bleuet produit une moyenne de 3,66 graines viables de plus. Cela représente un gain de 757\$/ha pour le cultivar «O'Neal». L'étude de Rogers et ses collaborateurs (2014) vient renforcer la littérature existante énonçant l'idée que des services écosystémiques plus stables et productifs sont associés à la diversité des communautés de pollinisateurs.

Aussi, tel qu'observé dans une étude antérieure réalisée sur la Côte-Nord, les plates-bandes végétales (et les nichoirs) procurent une augmentation des insectes alliés dans la culture du bleuet nain (Desjardins, 2012). Dans le contexte d'une bleuetière sans ajout de pollinisateurs commerciaux, six fois plus d'abeilles indigènes ont été capturées dans les aménagements écologiques. L'étude avait aussi permis de trouver que les végétaux (plate-bande) les plus attractifs pour les ennemis naturels (prédateurs et parasitoïdes) sont la verge d'or, l'immortelle, l'achillée et l'onagre. De même, il a été observé que les végétaux les plus attractifs pour les abeilles sont le chèvrefeuille, le framboisier, le rosier, l'échinacée, le trèfle blanc et alsike et la monarde.

Plus récemment, Venturini et ses collaborateurs (2017), n'ont pas pu démontrer une différence au niveau de la diversité des pollinisateurs indigènes (Shannon-Wiener Index) lorsqu'ils ont comparé trois différents types de parcelles de butinage et des champs témoins en bleuetières. Ils ont cependant observé une augmentation significative du taux de visite aux fleurs par les pollinisateurs indigènes quatre ans après leur mise en place. Dans cette étude, certains points intéressants ont également été soulevés. Par exemple, les pollinisateurs dits sociaux, comme les bourdons et l'abeille domestique préféraient les parcelles de trèfles. En contrepartie, les pollinisateurs solitaires (osmies, mégachiles, colletes, etc.) préfèrent les parcelles de fleurs sauvages. Une autre preuve de l'utilité des parcelles de butinage en bleuetière est que 37% du pollen récolté par les bourdons provenaient des fleurs de ces parcelles.



Graphique 3: Richesse, diversité et abondance des insectes pollinisateurs indigènes avec et sans parcelles de butinage selon les différents sites

En tout, dans ce projet, **99 espèces**, dont certaines identifiées au genre seulement, ont été dénombrées. Le tableau 1 illustre l'abondance relative de chaque espèce pour les périodes mai-juin et juillet-août. Il faut noter que pour la période mai-juin, il peut y avoir un chevauchement plus ou moins long entre la floraison des plants des parcelles de butinage et celle du bleuettier.

Tableau 1 : Abondance relative (%) des pollinisateurs répertoriés dans le projet (2015-2016, tous les sites)

Espèce	Abondance relative (%) mai-juin	Abondance relative (%) juillet-aout
<i>Andrena albispina</i>	0,01	0,16
<i>Andrena algida</i>	0,06	0,00
<i>Andrena atlantica</i>	0,01	0,00
<i>Andrena bisalicis</i>	0,35	0,96
<i>Andrena bradleyi</i>	0,37	0,64
<i>Andrena carolina</i>	0,45	0,00
<i>Andrena clarkella</i>	0,33	0,00
<i>Andrena critica</i>	0,05	0,00
<i>Andrena dunningi</i>	0,05	0,00
<i>Andrena frigida</i>	0,00	0,48
<i>Andrena hirticincta</i>	0,00	0,00
<i>Andrena imitatrix</i>	0,02	0,00
<i>Andrena inconnu</i>	0,00	0,00
<i>Andrena integra</i>	0,19	0,00
<i>Andrena kalmiae</i>	0,03	0,00
<i>Andrena mariae</i>	0,04	0,00
<i>Andrena miranda</i>	0,33	0,00
<i>Andrena miserabilis</i>	0,07	0,00
<i>Andrena morrisonella</i>	0,00	0,00
<i>Andrena nivalis</i>	0,14	0,06
<i>Andrena perplexa</i>	0,05	0,00
<i>Andrena recta</i>	0,03	0,00
<i>Andrena regularis</i>	0,33	0,16
<i>Andrena robertson</i>	0,04	0,00
<i>Andrena rufosignata</i>	0,03	0,00
<i>Andrena rugosa</i>	0,50	0,64
<i>Andrena seawilensis</i>	0,01	0,00
<i>Andrena solidaginis</i>	0,01	0,00
<i>Andrena thaspiae</i>	0,16	0,00
<i>Andrena tridens</i>	0,04	0,00
<i>Andrena vicina</i>	0,14	0,00
<i>Bombus ashtoni</i>	0,10	0,21
<i>Bombus borealis</i>	1,00	0,88
<i>Bombus fernaldae</i>	0,02	0,00
<i>Bombus fervidus</i>	0,39	1,34
<i>Bombus flavidus</i>	0,08	0,00
<i>Bombus frigidus</i>	0,46	2,46
<i>Bombus impatiens</i>	0,82	1,28
<i>Bombus inconnu</i>	0,32	1,01
<i>Bombus insularis</i>	0,05	0,08
<i>Bombus rufocinctus</i>	0,00	0,13
<i>Bombus sandersoni</i>	0,33	0,92
<i>Bombus ternarius</i>	2,51	10,04
<i>Bombus terricola</i>	0,08	0,13
<i>Calliopsis andreniformis</i>	0,10	0,00
<i>Colletes kincaidii</i>	0,02	0,02
<i>Colletes validus</i>	12,08	0,00
<i>Dolichovespula arenaria</i>	0,03	0,00
<i>Dolichovespula maculata</i>	0,08	0,73
<i>Halictus confusus</i>	0,63	0,64
<i>Halictus inconnu</i>	0,06	0,00
<i>Halictus ligatus</i>	0,03	0,00
<i>Halictus parallelus</i>	0,00	0,00
<i>Halictus rubicundus</i>	0,41	0,72
<i>Halictus spiuibi</i>	0,05	0,00
<i>Hylaeus inconnu</i>	0,06	0,38

Espèce	Abundance relative (%) mai-juin	Abundance relative (%) juillet-aout
<i>Lasioglossum acuminatum</i>	6,00	1,39
<i>Lasioglossum athabascense</i>	0,00	0,32
<i>Lasioglossum atwoodi</i>	0,00	0,03
<i>Lasioglossum cinctipes</i>	0,23	0,45
<i>Lasioglossum cressonii</i>	7,96	1,41
<i>Lasioglossum divergens</i>	0,21	0,00
<i>Lasioglossum ephialtum</i>	1,32	9,26
<i>Lasioglossum forbesii</i>	0,28	1,39
<i>Lasioglossum inconnu</i>	14,04	20,38
<i>Lasioglossum leucocomum</i>	0,18	0,00
<i>Lasioglossum leucozonium</i>	0,61	2,33
<i>Lasioglossum macoupinense</i>	0,00	2,31
<i>Lasioglossum pilosum</i>	39,39	26,79
<i>Lasioglossum quebecense</i>	0,33	1,66
<i>Lasioglossum viridatum</i>	0,29	0,00
<i>Lasioglossum zonulum</i>	0,86	2,63
<i>Megachile inconnu</i>	0,13	0,66
<i>Megachile relativa</i>	0,00	0,32
<i>Megachile rotundata</i>	0,63	0,79
<i>Megachile texana</i>	0,02	0,00
<i>Normada composita</i>	0,05	0,00
<i>Normada cuneata</i>	0,03	0,21
<i>Normada imbricata</i>	0,10	0,00
<i>Normada inconnu</i>	0,01	0,21
<i>Normada luteoloides</i>	0,03	0,00
<i>Normada ovata</i>	0,00	0,00
<i>Normada valida</i>	0,03	0,00
<i>Osmia atriventris</i>	0,07	0,00
<i>Osmia bucephala</i>	0,06	0,00
<i>Osmia inconnu</i>	0,03	0,21
<i>Osmia integra</i>	0,23	0,00
<i>Osmia similina</i>	0,14	0,00
<i>Osmia tersula</i>	0,05	0,00
<i>Sphecodes confertus</i>	0,09	0,00
<i>Sphecodes dichrous</i>	0,64	0,00
<i>Sphecodes inconnu</i>	0,01	0,00
<i>Sphecodes levis</i>	0,04	0,00
<i>Sphecodes persimilis</i>	0,01	0,00
<i>Sphecodes stygius</i>	0,15	0,16
<i>Toxomerus marginatus</i>	1,35	0,92
<i>Vespiinae inconnu</i>	0,03	0,00
<i>Vespula inconnu</i>	0,81	1,37
<i>Vespula maculifrons</i>	0,00	0,38

Hypothèse 4 : La proximité d'une parcelle de butinage influence la diversité, la richesse spécifique et l'abondance des pollinisateurs indigènes

→ **Hypothèse validée mais la proximité n'est pas nécessairement favorable**

La distance a un effet marginal sur le nombre d'espèces (richesse) et l'abondance, mais l'abondance augmente lorsqu'on s'éloigne de la parcelle (Annexe 3 – graphique C). Une hypothèse pour expliquer cette observation pourrait être que la distance maximale mesurée n'était pas suffisante (soit entre 100 et 200 m dépendant des sites) pour observer un déclin. La faible abondance des pollinisateurs indigènes à proximité de la parcelle de butinage est un patron observé aussi chez l'abeille domestique pour laquelle il a été démontré que les groupes de ruches doivent être placés à des distances de 200 à 300 m puisque le rayon de butinage le plus efficace se situe entre 100 et 150 m de la ruche (CRAAQ, 2010).

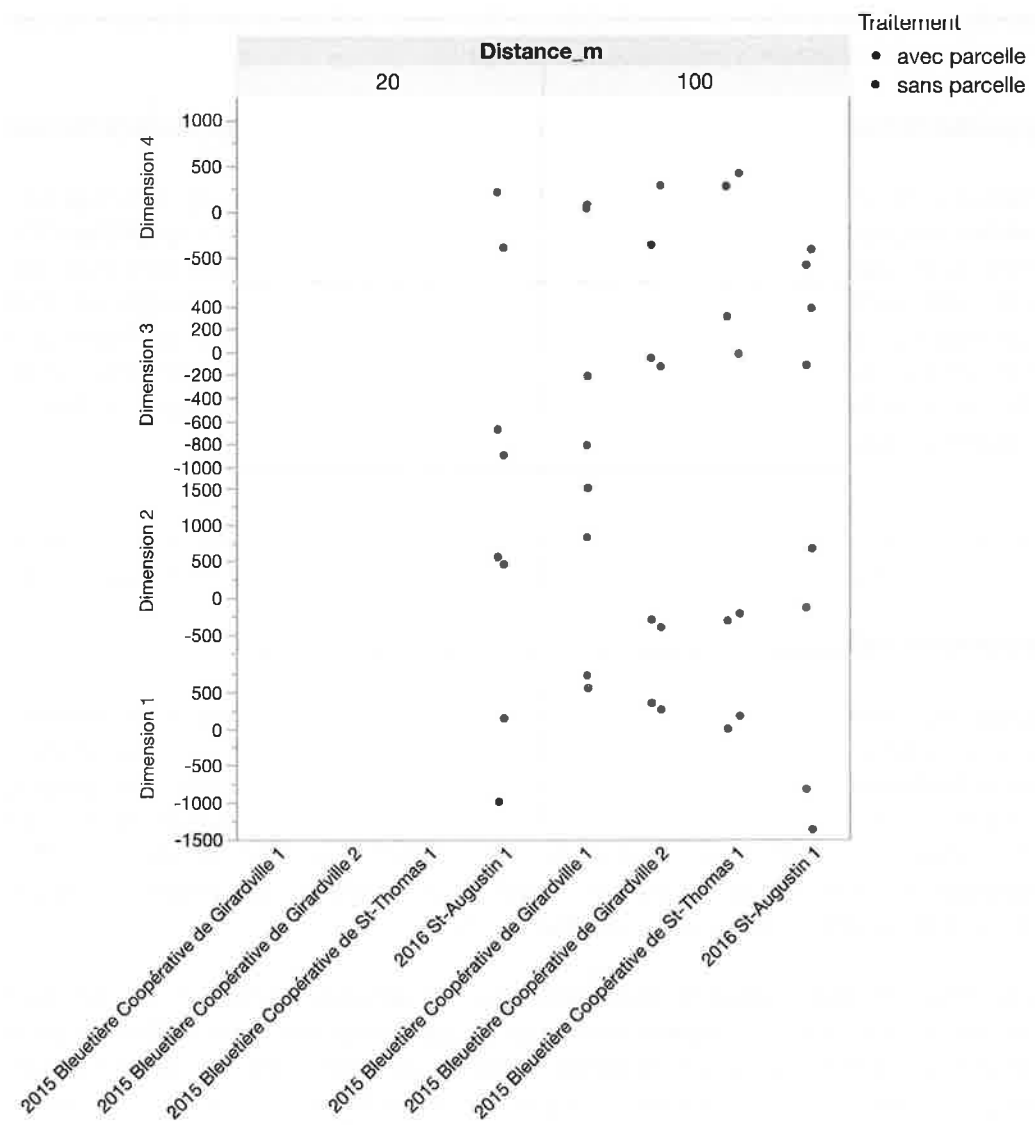
Hypothèse 5 : La présence d'une parcelle de butinage à proximité des champs de bleuets influence la composition et la structure des communautés de pollinisateurs indigènes

→ **Hypothèse validée**

Pour cette hypothèse et les suivantes, une analyse multidimensionnelle a été réalisée¹. Les échantillons dont les communautés de pollinisateurs sont similaires sont rapprochés dans l'espace multidimensionnel (l'espace est représenté par chacun des rectangles du graphique 4. L'analyse multivariée permet d'observer les similarités et les tendances partagées entre les sites. Un changement dans au moins une des dimensions indique une variation des communautés de pollinisateurs, soit en composition (espèces présentes), en abondance relative, ou dans le temps (Annexe 3 - graphique D).

Il y a une petite différence entre les traitements avec et sans parcelle dans la dimension 3. Les témoins (cercles rouges) sont toujours plus à gauche (sur l'axe des y – visuellement en bas sur le graphique 4), ce qui signifie que la composition de leurs communautés diffère de celles de leurs pièges comparés qui sont à côté de la parcelle de butinage. L'effet de la présence d'une parcelle sur les communautés est donc mesurable, mais n'affecte qu'une dimension de celle-ci, donc certains paramètres seulement, soit par exemple l'abondance de *Colletes validus* (figure 4). En effet, l'abondance de chaque espèce contribue à la composition et à la structure globale des communautés, certaines espèces plus que d'autres, dont *Colletes validus*.

¹ L'idée fondamentale du positionnement multidimensionnel est de représenter chaque objet ou stimulus dans un espace euclidien, habituellement bi ou tridimensionnel, de telle sorte que deux objets semblables soient représentés par deux points proches l'un de l'autre, et un couple dissemblable par des points éloignés. (<http://www.modulad.fr/archives/numero-32/desbois-32/desbois-32.pdf>). Un espace euclidien est un espace vectoriel de dimension finie muni d'un produit scalaire (le **produit scalaire** est une opération algébrique s'ajoutant aux lois s'appliquant aux vecteurs. À deux vecteurs elle associe un scalaire, c'est-à-dire un nombre tel que ceux qui définissent cet espace vectoriel — réel pour un espace vectoriel réel, complexe pour un espace vectoriel complexe. – Wikipédia).



Graphique 5: Analyse multidimensionnelle pour comparaison de la composition et de la structure des communautés

Hypothèse 6 : La composition et la structure des communautés de pollinisateurs indigènes varie en fonction de la proximité d'une parcelle de butinage :

→ **Hypothèse marginalement validée**

Attention, ce test ne permet pas d'établir de causalité², mais il met en lumière des corrélations.

La distance corrèle marginalement avec les dimensions 1 et 2 ce qui signifie que les communautés de pollinisateurs ont tendance à varier de manière similaire lorsqu'on s'éloigne des parcelles (Annexe 3 – graphique E).

Hypothèse 7 : La structure et la composition des communautés de pollinisateurs indigènes varient en fonction de la productivité (TMF et rendement)

→ **Hypothèse soutenue**

Le TMF corrèle également négativement avec le nombre d'espèces, la diversité et l'abondance, donc trois des paramètres de structure de communautés. Ceci signifie qu'on retrouve moins de pollinisateurs indigènes dans les endroits où le TMF est élevé. Ces résultats soulèvent l'hypothèse d'effets de compétition entre les communautés de pollinisateurs indigènes et les pollinisateurs commerciaux.

Le rendement est négativement corrélé avec la richesse, l'un des paramètres de structure de la communauté, ce qui signifie qu'on retrouve moins d'espèces différentes dans les endroits les plus productifs (Annexe 3 – graphique E).

² Causalité : Lien qui unit la cause à l'effet (Larousse). En effet, il y a une différence entre corrélation et causalité. Si deux événements sont corrélés (proches dans le temps ou dans l'espace), cela ne veut pas dire que l'un a causé l'autre.

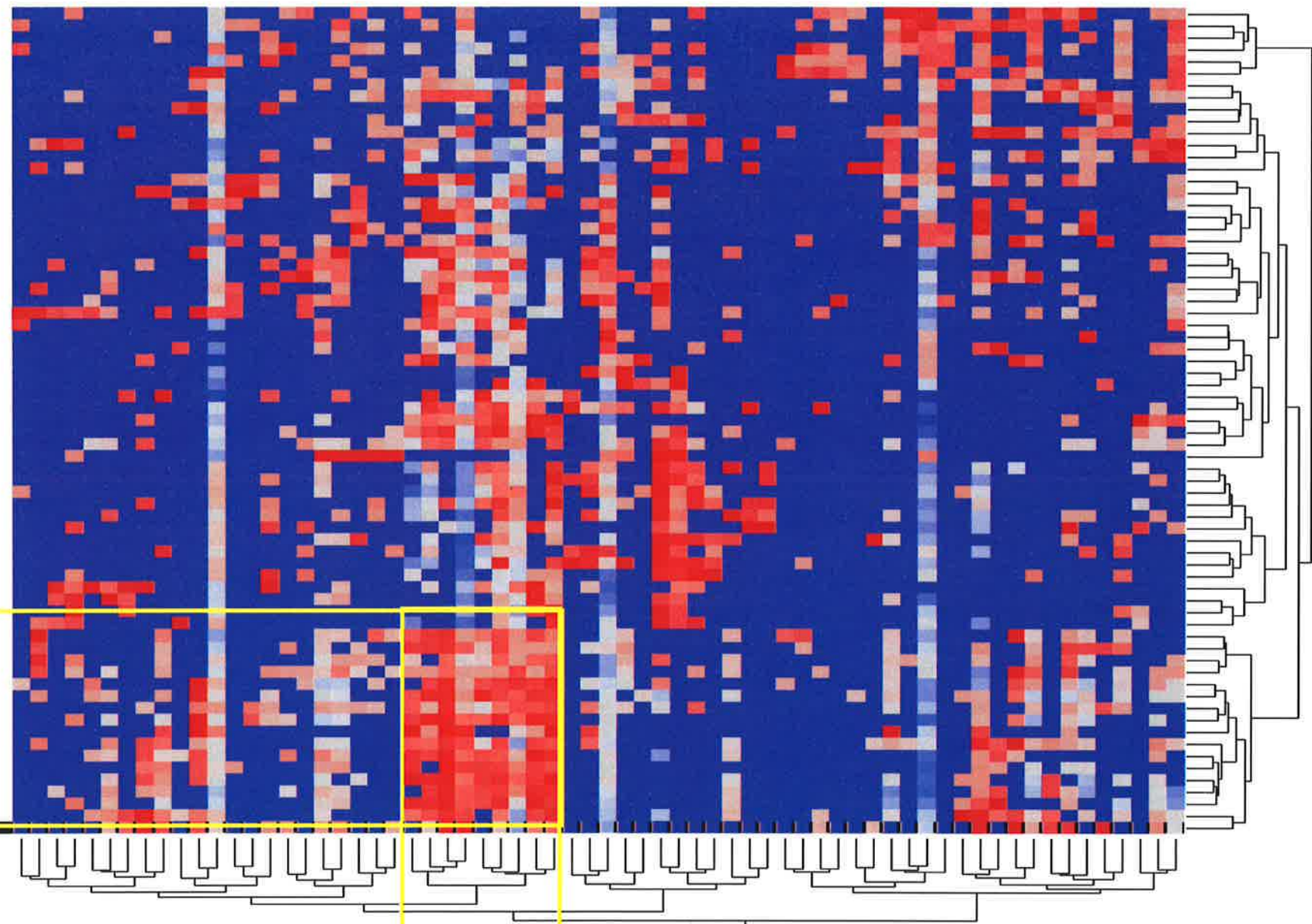
Le graphique 5 présente un portrait global des interactions entre les différents facteurs étudiés, soit les **relations** entre les différentes propriétés des parcelles de butinage, les **communautés** de pollinisateurs et la **production** de bleuets. Les rectangles jaunes viennent mettre en évidence ce fait : *Lasioglossum pilosum* est une espèce dominante.

L'abondance relative est illustrée par une couleur rouge. Le bleu indique l'absence.

(Ne pas tenir compte des dimensions dans cette analyse.)

- 2015 Bleuétière Coopérative de Girardville avec parcelle 1 0
- 2015 Bleuétière Coopérative de Girardville avec parcelle 1 100
- 2015 Bleuétière Coopérative de Girardville avec parcelle 1 60
- 2015 Bleuétière Coopérative de Girardville avec parcelle 1 50
- 2015 Bleuétière Coopérative de Girardville avec parcelle 1 10
- 2015 Bleuétière Coopérative de Girardville avec parcelle 1 20
- 2015 Bleuétière Coopérative de Girardville avec parcelle 1 0
- 2015 Bleuétière Coopérative de Girardville avec parcelle 2 70
- 2015 Bleuétière Coopérative de Normandin avec parcelle 2 200
- 2016 St-Augustin avec parcelle 1 20
- 2015 Bleuétière Coopérative de Girardville sans parcelle 1 100
- 2016 St-Augustin avec parcelle 2 60
- 2016 St-Augustin sans parcelle 12 20
- 2016 St-Augustin avec parcelle 1 200
- 2015 Bleuétière Coopérative de Normandin avec parcelle 1 0
- 2015 Bleuétière Coopérative de Normandin avec parcelle 2 150
- 2015 Bleuétière Coopérative de Normandin avec parcelle 1 70
- 2015 Bleuétière Coopérative de Normandin avec parcelle 1 85
- 2015 Bleuétière Coopérative de Normandin avec parcelle 2 20
- 2015 Bleuétière Coopérative de Normandin avec parcelle 2 100
- 2015 Bleuétière Coopérative de Normandin avec parcelle 1 40
- 2015 Bleuétière Coopérative de St-Thomas avec parcelle 1 20
- 2015 Bleuétière Coopérative de St-Thomas avec parcelle 1 150
- 2015 Bleuétière Coopérative de St-Thomas avec parcelle 1 100
- 2015 Bleuétière Coopérative de St-Thomas avec parcelle 1 200
- 2015 Bleuétière Coopérative de St-Thomas avec parcelle 1 60
- 2015 Bleuétière Coopérative de Normandin avec parcelle 1 100
- 2016 St-Augustin avec parcelle 1 0
- 2015 Bleuétière Coopérative de Normandin avec parcelle 1 60
- 2015 Bleuétière Coopérative de Normandin avec parcelle 2 0
- 2016 St-Augustin avec parcelle 1 150
- 2016 St-Augustin sans parcelle 12 100
- 2016 Groupe Forêt Girardville avec parcelle 2 0
- 2016 Groupe Forêt Girardville avec parcelle 2 40
- 2016 Groupe Forêt Girardville avec parcelle ligne 6 0
- 2016 Groupe Forêt Girardville avec parcelle ligne 6 5
- 2016 Groupe Forêt Girardville avec parcelle ligne 6 20
- 2016 St-Augustin avec parcelle 1 100
- 2016 Groupe Forêt Girardville avec parcelle 2 100
- 2016 Groupe Forêt Girardville avec parcelle ligne 6 50
- 2016 Groupe Forêt Girardville avec parcelle ligne 6 65
- 2016 Groupe Forêt Girardville avec parcelle 2 60
- 2016 Groupe Forêt Girardville avec parcelle 2 20
- 2016 St-Augustin avec parcelle 2 20
- 2016 Groupe Forêt Girardville avec parcelle 2 150
- 2016 Groupe Forêt Girardville avec parcelle 2 200
- 2016 Groupe Forêt Girardville avec parcelle ligne 6 100
- 2016 St-Augustin avec parcelle 1 50
- 2016 St-Augustin avec parcelle 2 0
- 2016 St-Augustin avec parcelle 2 100
- 2016 St-Augustin avec parcelle 2 40
- 2016 St-Augustin avec parcelle 2 80
- 2015 Bleuétière Coopérative de Girardville avec parcelle 2 100
- 2015 Bleuétière Coopérative de Girardville avec parcelle 2 50
- 2015 Bleuétière Coopérative de Girardville avec parcelle 2 5
- 2015 Bleuétière Coopérative de Girardville avec parcelle 2 100
- 2015 Groupe Forêt Girardville avec parcelle ligne 7 20
- 2015 Bleuétière Coopérative de St-Thomas sans parcelle 1 100
- 2015 Groupe Forêt Girardville avec parcelle ligne 7 40
- 2015 Bleuétière Coopérative de Normandin avec parcelle 2 60
- 2015 Groupe Forêt Girardville avec parcelle 1 100
- 2015 Groupe Forêt Girardville avec parcelle 1 20
- 2015 Groupe Forêt Girardville avec parcelle 1 5
- 2015 Groupe Forêt Girardville avec parcelle ligne 7 5
- 2015 Groupe Forêt Girardville avec parcelle ligne 7 70
- 2015 Groupe Forêt Girardville avec parcelle ligne 7 50
- 2015 Groupe Forêt Girardville avec parcelle 1 50

- Mean(Abondance relative (%), Bombus borealis, 06-5)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum leucozonium, 07-1)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum zonulum, 06-6)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum zonulum, 07-1)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum zonulum, 07-1)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum cressonii, 05-1)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum cressonii, 05-2)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum zonulum, 06-5)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum zonulum, 06-5)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum cressonii, 06-1)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum cressonii, 06-3)
- Mean(Abondance relative (%), Bombus impatiens, 06-4)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum pilosum, 08-1)
- Dimension 4
- Mean(Abondance relative (%), Bombus inconnu, 07-1)
- Mean(Abondance relative (%), Toxomerus marginatus, 06-1)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum acuminatum, 06-5)
- Mean(Abondance relative (%), Bombus terrarius, 06-2)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum cressonii, 07-1)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum cressonii, 06-5)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum cressonii, 06-5)
- Mean(Abondance relative (%), Colletes validus, 06-3)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum acuminatum, 06-1)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum acuminatum, 06-2)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum pilosum, 05-1)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum pilosum, 06-2)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum pilosum, 06-4)
- Dimension 1
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum pilosum, 06-1)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum pilosum, 06-5)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum pilosum, 07-1)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum pilosum, 06-3)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum pilosum, 06-6)
- Mean(Abondance relative (%), Bombus fervidus, 06-2)
- Mean(Abondance relative (%), Bombus fervidus, 06-2)
- Mean(Abondance relative (%), Colletes validus, 06-1)
- Dimension 3
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum acuminatum, 06-4)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum acuminatum, 06-6)
- Mean(Abondance relative (%), Colletes validus, 05-1)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum ephialtum, 07-1)
- Mean(Abondance relative (%), Colletes validus, 06-2)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum pilosum, 08-2)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum cressonii, 06-4)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum ephialtum, 08-2)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum inconnu, 08-2)
- Mean(Abondance relative (%), Bombus borealis, 06-6)
- Mean(Abondance relative (%), Bombus borealis, 06-6)
- Mean(Abondance relative (%), Bombus terrarius, 07-1)
- Mean(Abondance relative (%), Bombus terrarius, 06-3)
- Mean(Abondance relative (%), Bombus terrarius, 07-1)
- Mean(Abondance relative (%), Colletes validus, 06-4)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum leucozonium, 06-4)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum inconnu, 06-5)
- Mean(Abondance relative (%), Toxomerus marginatus, 06-4)
- Dimension 2
- Mean(Abondance relative (%), Toxomerus marginatus, 06-5)
- Mean(Abondance relative (%), Bombus terrarius, 06-1)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum inconnu, 07-1)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum inconnu, 08-1)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum inconnu, 05-1)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum inconnu, 06-3)
- Mean(Abondance relative (%), Bombus terrarius, 08-1)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum inconnu, 06-1)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum inconnu, 06-6)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum acuminatum, 05-1)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum ephialtum, 06-3)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum ephialtum, 05-1)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum inconnu, 06-2)
- Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum inconnu, 06-4)



Graphique 6: Classification hiérarchique de la matrice de corrélation entre les différents facteurs.

Plus spécifiquement, lorsque l'on combine les données des deux années, *Colletes validus* (date de collecte (d.c.) : 01-03 juin 2016) est associée à un **meilleur** taux de mise à fruit et rendement (figure 4). Alors que les *Lasioglossum* inconnu (d.c. 15-17 juin), *zomulum* (date de collecte : 15-17 juin et 4-15 juillet), et *pilosum* (d.c. 8-10 juin) sont associées aux rendements les plus **faibles** (figure 4). Ce portrait est un peu différent de celui de 2015, où *Lasioglossum pilosum* était l'espèce pour laquelle on retrouvait une corrélation entre son abondance et les taux de mise à fruit plus élevés. Il faut considérer cependant qu'en 2015, l'effet du site n'était pas pris en compte dans la corrélation, c'est pourquoi le résultat est différent. L'analyse d 2015 montrait que les sites avec plus de *L. pilosum* avaient un meilleur taux de mise à fruit. Dans la nouvelle analyse, seul l'effet local est pris en compte et les corrélations sont d'autant plus significatives si on observe les mêmes tendances à tous les sites.

Lorsqu'on considère le rendement uniquement, les espèces indicatrices d'un **meilleur** rendement sont encore *Colletes validus* (d.c. 19 mai et 3 juin), *Lasioglossum ephialtum* (d.c. 4-14-15 juillet) et *Lasioglossum pilosum* (d.c. 18-19 août) (figure x). Au contraire, *Bombus ternarius* (d.c. 12 août), *Lasioglossum cressonii* (d.c. 8 juin), *Lasioglossum pilosum* (d.c. 19 mai, 4-7 juin, 12-14 juin et 12 août) et *Lasioglossum* inconnu (d.c. 19 mai, 1-3 juin, 8-10 juin, 4-14-15 juillet et 12 août) sont associées aux rendements les plus **faibles**.

Espèces associées à un **meilleur** rendement et TMF:

Y	X	Spearman ρ	FDR: Spearman p /
Mean(Abondance relative (%), Colletes validus, 06-1)	Dimension 3	0.3747	0.042

Espèces associées à un **moindre** rendement et TMF:

Y	X	Spearman ρ	FDR: Spearman p Adj PValue
Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum inconnu, 06-5)	Dimension 3	-0.4432	0.008
Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum zonulum, 07-1)	Dimension 3	-0.4352	0.010
Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum pilosum, 06-3)	Dimension 3	-0.4345	0.010
Mean(Abondance relative (%), Lasioglossum zonulum, 06-5)	Dimension 3	-0.4170	0.015

Espèces associées à un meilleur rendement :

Y	X	Spearman ρ	FDR: Spearman ρ
Mean(Abondance relative (%), Lasiglossum ephialtum, 07-1)	Dimension 1	-0.7735	0.000
Mean(Abondance relative (%), Colletes validus, 05-1)	Dimension 1	-0.7335	0.000
Mean(Abondance relative (%), Colletes validus, 06-2)	Dimension 1	-0.4136	0.017
Mean(Abondance relative (%), Lasiglossum pilosum, 08-2)	Dimension 1	-0.3856	0.030

Espèces associées à un moindre rendement :

Y	X	Spearman ρ	FDR: Spearman ρ Adj PValue
Mean(Abondance relative (%), Bombus ternarius, 08-1)	Dimension 1	0.3950	0.027
Mean(Abondance relative (%), Lasiglossum cressonii, 06-3)	Dimension 1	0.4004	0.024
Mean(Abondance relative (%), Lasiglossum pilosum, 05-1)	Dimension 1	0.4265	0.012
Mean(Abondance relative (%), Lasiglossum inconnu, 06-1)	Dimension 1	0.4426	0.008
Mean(Abondance relative (%), Lasiglossum inconnu, 05-1)	Dimension 1	0.4626	0.004
Mean(Abondance relative (%), Lasiglossum inconnu, 08-1)	Dimension 1	0.4890	0.002
Mean(Abondance relative (%), Lasiglossum pilosum, 08-1)	Dimension 1	0.4901	0.002
Mean(Abondance relative (%), Lasiglossum inconnu, 06-3)	Dimension 1	0.5143	0.001
Mean(Abondance relative (%), Lasiglossum pilosum, 06-2)	Dimension 1	0.5224	0.000
Mean(Abondance relative (%), Lasiglossum pilosum, 06-4)	Dimension 1	0.6587	0.000
Mean(Abondance relative (%), Lasiglossum inconnu, 07-1)	Dimension 1	0.6588	0.000

Figure 4: Valeur des corrélations entre les taux de mise à fruits et rendements et la structure des communautés (l'abondance des espèces)

Hypothèse 0 : Les parcelles de butinage ont un impact économique positif (évaluation des services environnementaux).

À priori, le fait que les parcelles de butinage aient un impact économique positif dépend de la validation des hypothèses 1 et 3, qui mesurent respectivement l'impact sur la productivité des bleuetiers et sur la richesse, la diversité et l'abondance des pollinisateurs indigènes. Comme le témoignent les résultats présentés précédemment, ces hypothèses n'ont pas été validées d'un point de vue statistique. Cependant, une certaine tendance dans les résultats de 2015 ainsi que la revue de littérature nous montrent que ce type d'aménagement peut avoir des effets bénéfiques.

Du point de vue du producteur, ces bénéfices doivent se manifester par des services rendus par les pollinisateurs qui n'auraient pas été présents dans la bleuetière, n'eut été de la parcelle de butinage. Cette donnée est impossible à quantifier avec les résultats obtenus dans ce projet, mais on peut affirmer que les pollinisateurs indigènes jouent un rôle important dans la pollinisation du bleuetier. En effet, si on prend l'exemple des résultats mesurés à Pointe-aux-Outardes (Côte-Nord), on constate un taux de mise à fruit moyen de 28 % en l'absence de pollinisateurs commerciaux. Ce résultat est donc entièrement attribuable aux pollinisateurs indigènes. L'impact économique positif de ces derniers est donc non négligeable et des aménagements favorables à leur alimentation comme les parcelles de butinage leur sont bénéfiques. On ne peut cependant pas conclure qu'à court terme, les dépenses engagées pour l'aménagement et l'entretien des parcelles de butinages résultent en un gain marginal pour le producteur. Pour que ce soit le cas, la parcelle devrait permettre de polliniser l'équivalent d'un peu plus que 2 ruches fortes (150\$/ruche) annuellement (voir les coûts d'entretien au paragraphe suivant). Venturini et ses collaborateurs (2017) ont réalisé une étude sur des parcelles de butinage en bleuetière à partir de semis et ils estiment que quatre ans sont nécessaires pour rembourser les investissements. Ils émettent néanmoins des réserves puisque dans leurs calculs l'augmentation de 10% du taux de mise à fruit était marginalement significative.

Pour ce qui est des services environnementaux, ils se définissent par l'effet positif des parcelles sur la biodiversité, soit sur la richesse, la diversité et l'abondance des pollinisateurs indigènes, mais aussi l'augmentation de la diversité végétale. Si, dans un contexte de bleuetière, l'effet sur la présence des insectes pollinisateurs indigènes n'a pas été démontré, l'impact sur la diversité végétale est quant à lui bien réel. L'implantation de végétaux sur des superficies moins productives comme c'est souvent le cas pour les parcelles permet également de protéger le sol et de limiter le dépérissement du site en plus de créer de la nourriture et des abris supplémentaires pour certaines espèces animales. Pour attribuer une valeur à de tels services, le coût de remplacement est souvent utilisé. Dans ce cas-ci, il s'agit directement du coût d'aménagement de la parcelle et des frais annuels d'entretien. Pour une parcelle de 0,12 ha (moyenne du projet), cette valeur approximative est de 1800 \$ à l'implantation plus 300 \$ annuellement pour l'entretien.

Volet – Caractérisation des parcelles

Le tableau 2 présente les diverses caractéristiques des parcelles de butinages étudiées. Les informations qui y sont présentées concernent l'année d'implantation, les étapes de mise en place, la présence de paillis, les espèces implantées et le nombre répertorié, leur densité et état ainsi que l'entretien réalisé. On constate que les **parcelles sont très variables** entre elles à plusieurs niveaux (âge, présence de paillis, espèces implantées, entretien, etc.), ce qui explique pourquoi il a été **difficile de les comparer statistiquement**.

Tableau 2: Caractérisation des parcelles de butinage

Parcelle	Année de plantation	Étapes de mise en place	Paillis	Espèce	Nombre	Densité	État* (qualitatif)	Entretien	Commentaires
Bleuetière Coopérative St-Thomas - 1	2000	Pas rotoculté Ajout de fumier	Non	Amélanchier	331	Entre plants : 3m / entre rangs: 1m à 2m	Plants sains/1,15 à 2,15 m de hauteur (2014)	Désherbage en 2008 et ajout de chaux	Bordure forestière à proximité/lac à 10 m/ Présence de sorbier, peuplier, viorne trilobée, chèvrefeuille, épilobe cerisier, saule, danthonie dans et près de la parcelle et de d'aulne rugeux, bouleau et saule dans la bordure forestière /La parcelle est envahie par autres spp (2016)
Bleuetière Coopérative de Girardville - 1	2013	Décompactation du sol Ajout de fumier, terre noire, tourbe et chaux / Ensemencement engrais vert de trèfle / Enfouissement / Engrais 10-52-10 liquide à la plantation / Arrosage à la plantation	Plasti que	Potentille	151	Entre plants: 1m / entre rangs: 2m	Plants sains / 50 à 75 cm de hauteur	Bon entretien glyphosate entre les rangs (2014) et années suivantes	Bordure forestière à 8 m/ Présence de pin gris, épinette noire, némopante, kalmia, aulne. cassandre, graminée, spirée, thé du Labrador, viorne cassinoïdes / Fossé (eau) à moins de 8 m
				Viorne cassinoïdes	192	Entre plants: 1,5m / entre rangs: 1,7 m	Présence de plants attaqués par ravageurs / 30 à 55 cm de hauteur		
Bleuetière Coopérative de Girardville - 2	2013	Décompactation du sol Ajout de fumier, terre noire, tourbe et chaux / Ensemencement engrais vert de trèfle / Enfouissement / Engrais 10-52-10 liquide à la plantation / Arrosage à la plantation	Plasti que	Potentille	133	Entre plants: 1m / entre rangs 1,8m	Plants sains / 45 à 100 cm de hauteur	Bon entretien glyphosate entre les rangs (2014) et années suivantes	Bordure forestière à 10 m / Présence de ping gris, épinette / Fossé (eau) à 10 m: quenouille et cassandre
				Viorne cassinoïdes	142	Entre plants: 1,5m / entre rangs: 1,6m	Plants sains, quelques feuilles mangées insectes /25 à 50 cm de hauteur		
				Rosier rugueux	178	Entre plants: 1m / entre rangs: 1m à 1,3m	Plants sains, tiges terminales parfois brunes / 55 à 100 cm de hauteur		
Bleuetière Coopérative de Normandin - 1	2009	Engrais à la plantation (10-52- 10) / Chaux et terre noire trou de plantation	Non	Potentille	372	Entre plants: 1,8m / entre rangs: 0,9m	Plants matures	?	Brise-vent à 5,5m et plantation de pin rouge à 1m / bleuetiers éloignés de la parcelle
Bleuetière Coopérative de Normandin - 2	2012	Travail du sol (rotoculteur)	Section plasti que/	Saules : <i>Salix vimilanis</i> (bouture) 667- <i>Salix bebbiana</i> 667- <i>Salix miyabeana</i> 667- <i>Salix vimilanis</i> (racine) 667)	287	Entre plants: 0,8m	Plants sains /Entre 0,8 et 1,7 m	?	Brise-vent à 30 m / Sur le bord d'un chemin de sable

Parcelle	Année de plantation	Étapes de mise en place	Pailiss	Espèce	Nom	Densité	Etat* (qualitatif)	Entretien	Commentaires			
Groupe Forêt Girardville - 1	2013	Décompaction du sol / Ajout de fumier, terre noire, tourbe et chaux / Ensemencement engrais vert de trèfle / Enfouissement / Engrais 10-52-10 liquide à la plantation / Arrosage à la plantation	Plastique	Cerisier	43	Entre plants: 1,1m /entre rangs 1,8 à 2,5 m	Plants attequés ravageurs/ 0,75 à 1 m de hauteur	Désherbage en 2014	Bande forestière à 1 m /bouleau, cerisier, fougère, peuplier / Rivière à 67 m / envahi (2016)			
				Potentille	41	Entre plants: 1 m/Ente rang de hauteur	Plants sains / 0,6 à 0,9 m					
				Cerisier	49	Entre plant 1,6m-entre rangs1,25-1,35m	Plants attequés ravageurs et mortalité observée / 0,5 à 0,75 m)	Bande forestière adjacente à la parcelle /framboisier, épilobe, cerisier, pin gris, auline rugueux, fougère, verge d'or /Ruisseau à 10 m / envahi (2016)				
				Potentille	20	Entre plant 1,4-1,6m entre rangs 1,3-1,4m	Plants sains / 0,6 à 0,8 m de hauteur					
				Amélanchier	26	Entre plants: 55 cm / entre rangs: 1,8m	Plants sains mais mortalité observée / 0,35 à 0,55 m de hauteur	Bande forestière à 1 m/ bouleau-cerisier, fougère. Peuplier, épilobe, immortelle / Rivière à 57 m / envahi (2016)				
				Cerisier	38	Entre plants: 1m / entre rangs: 2m	Plants attequés ravageurs /0,2 à 0,5 m de hauteur					
				Potentille	63	Entre plants : 1,2m/ entre rangs : 2m	Petits plants /0,35 à 0,5 m de hauteur					
				Saule	61	Entre plants: 1,6 à 1,95m / entre rangs 1,3m	Plants sains /1,1 à 1,2 m					
				Potentille	54	Entre plants: 1,2m / Entre rangs: -2m	Plants sains / 0,45 à 1 m	Bande forestière adjacente à la parcelle / cerisier, framboisier, peuplier, épinette, bouleau / Ruisseau à 20 m / envahi (2016)				

Parcelle	Année de plantation	Étapes de mise en place	Paillis	Espèce	Nombre	Densité	État* (qualitatif)	Entretien	Commentaires
Bleuetière Coopérative de St-Augustin -1	2011	Couvre sol	Copeaux	Rosier rugueux	27	Entre plants et entre rangs: 1 m	Plants de qualité moyenne à faible /25 à 35cm de hauteur	Aucun	Problème de plantation - plants trop en surface / Brise-vent à 4 m (pins rouges) /plantes à proximité:comptomie, graminées,verge d'or, épilobe,onagre,achillée, peupliers, immortelles marguerites, bleuetiers / Route asphaltée à proximité / envahi (2016)
				Potentilles frutescente	36		Plants de qualité moyenne à faible/35 à 45cm de hauteur		
				Amélanchier du Canada	35		Plants de qualité moyenne à faible/35 à 40cm de hauteur		
				Viorne trilobé	22		Plants de qualité moyenne à faible/5 à 20cm de hauteur		
				Salix interior	10		Plants de qualité moyenne à faible		
				Sorbier d'Amérique	28		Plants de qualité moyenne à faible/25 à 35cm de hauteur		
				Spirée	31		Plants de qualité moyenne à faible/30 à 40cm de hauteur		
				Aronia noir	7		Plants de qualité moyenne à faible/30 à 40cm de hauteur		
				Viorne cassinoïdes	21		Plants de qualité moyenne à faible/15 à 40cm de hauteur		
				Achillée millefeuille	4				
				Rudbeckie hérissée	4				
				Anaphale marguerite	27				

Tableau 2 (suite) : Caractérisation des parcelles de butinage

Parcelle	Année de plantation	Étapes de mise en place	Pailles	Espèce	Nom	Densité	État* (qualitatif)	Entretien	Commentaires
Bleuetière Recherche les Buissons (Côte-Nord) - Bloc 1	2008	1. Broyage au sol sur une bande d'une largeur de 6m 2. Passage du rotoculteur 3. Délimitation de parcelle à l'aide de piquets 4. Plantation des végétaux 5. Application de compost et de pailles	Cope aux	Amélanchier spp. Aronie à fruits noirs Camerisier Saulie spp. Spirée à larges feuilles Sureau du Canada Viornes trilobée et lentago Rosier rugueux Framboisiers sauvages et cultivés Gadelier glanduleux Tanaisie vulgaire Echinacée pourpre Rudbeckia hirta Achillée mille feuilles Anaphale marguerite Asters spp. Onagre bisannuelle Verge d'or spp.	8 8 9 6 12 5 5 12 11 4 1 1 4 0,4 m de hauteur 0,8 m de hauteur juste faible 0,4 m de hauteur abondant 0,2 m de hauteur très abondant faible abondance abondant 0,8 m de hauteur abondant abondant 0,6 m de hauteur/abondance 0,6 m de hauteur/abondance disparu disparu disparu disparu disparu	8/10m² 8/10m² 9/10m² 6/10m² 12/10m² 5/10m² 5/10m² 12/10m² 11/10m² 4/10m² 1 1 4 0,8 m de hauteur/abondant très faible 0,4 m de hauteur abondant 0,4 m de hauteur/abondant abondant 0,2 m de hauteur/abondant par endroit très abondant 0,4 m de hauteur/très abondant 1 m de hauteur/faible abondance abondant abondant 0,8 m de hauteur/abondance 0,6 m de hauteur/abondance moyenne moyenne	Aucun	Bordure adjacente/Sapin, épinette, bouleau, saule, merisier, peuplier, mélèze, auline, kalina, mousse, lichen, sorbier/ Tourbrière à 200 m	

Tableau 2 (suite) : Caractérisation des parcelles de butinage

Amélanchier spp.	10	10/10m ²	0,8 m de hauteur
Aronie à fruits noirs	9	9/10m ²	0,5 m de hauteur
Camerisier	13	13/10m ²	0,3 à 0,8 m de hauteur
Saule spp.	7	7/10m ²	1,4 à 3,1 m de hauteur
Spirée à larges feuilles	14	14/10m ²	0,5 m de hauteur
Sureau du Canada	5	5/10m ²	0,45 m de hauteur/5 morts
Viornes trilobée et lentago	8	8/10m ²	0,3 à 1,1 m de hauteur / faible qualité de plants
Rosier rugeux	14	14/10m ²	0,7 m de hauteur
Framboisiers sauvages et cultivés	4	4/10m ²	0,5 m de hauteur / faible qualité de plants
Gadelier glanduleux	2	2/10m ²	0,4 m de hauteur/ faible qualité de plants
Tanaisie vulgaire		faible abondance	0,4 m de hauteur/peu d'individus
Echinacée pourpre		disparu	
Rudbeckia hirta		très abondant	0,6 m de hauteur/très abondant
Achillée mille feuilles		faible abondance	0,1 m de hauteur/peu de plants, végétatif
Anaphale marguerite		très abondant	0,6 m de hauteur/très abondant
Asters spp.		faible abondance	0,8 m de hauteur/disséminé, peu d'individus
Onagre bisannuelle		faible abondance	0,7 m de hauteur/peu abondant
Verge d'or spp.		abondant	0,5 m de hauteur/abondant
trèfle incarnat (semis)		disparu	
trèfles blanc et alsike (semis)		très faible abondance	0,1 m de hauteur/parsemé
Renouée sarrasin (semis)		disparu	

Tableau 2 (suite) : Caractérisation des parcelles de butinage

Parcelle	Année de plantation	Étapes de mise en place	Paillis	Espèce	Nom	Densité	État* (qualitatif)	Entretien	Commentaires
Bleuetière Centre de Recherche les Buissons - Bloc 2	2008	1. Broyage au sol sur une bande d'une largeur de 6m 2. Passage du rotoculteur 3. Délimitation de parcelle à l'aide de piquets 4. Plantation des végétaux 5. Application de compost et de paillis		Aronie à fruits noirs	5	5/10m ²	1,3 m de hauteur	Aucun	Bordure adjacente/Sapin, épinette, bouleau, saule, merisier, peuplier, méleze, auline, kalmia, mousse, lichen, sorbier/ Tourbière à 200 m
				Camérisier	9	9/10m ²	0,6 à 1,1 m de hauteur		
				Saule spp.	4	4/10m ²	1 à 2 m de hauteur		
				Spirée à larges feuilles	8	8/10m ²	1 à 1,3 m de hauteur		
				Sureau du Canada	4	4/10m ²	0,6 à 1,1 m de hauteur/mortalité observée		
				Viorne trilobée et lentago	4	4/10m ²	0,7 m de hauteur/mortalité observée		
				Rosier rugueux	8	8/10m ²	0,7 à 1,1 m de hauteur/envahissant dans la parcelle seulement		
				Framboisiers sauvages et cultivés	8		0m2 à 1,2 m de hauteur/très envahissant		
				Gadellier glanduleux	2	2/10m ²	0,4 à 0,5 m de hauteur/1 mort		
				Tanaisie vulgaire			abondant 0,5 à 0,9 m de hauteur/parcelle bien recouverte		
				Echinacée pourpre			disparu		
				Rudbeckia hirta	3		très faible abondance 0,3 à 0,5 m de hauteur		
				Achillée mille feuilles	3		très faible abondance 0,1 m de hauteur/faible qualité des plants		
				Anaphale marguerite			très abondant 0,5 m de hauteur		
				Asters spp.			très abondant 0,9 à 1,25 m de hauteur/envahissante		
				Onagre bisannuelle			faible abondance 0,8 m de hauteur		

			Verge d'or spp.		abondant	0,4 à 0,9 m de hauteur
			trèfle incarnat (semis)		disparu	
			trèfles blanc et alsike (semis)		disparu	
			Renouée sarrasin (semis)		disparu	
			Amélanhier spp.	14	10/15m ²	1 à 1,5 m de hauteur
			Aronie à fruits noirs	9	9/15m ²	1,2 m de hauteur
			Camerisier	12	12/15m ²	0,6 à 1,2 m de hauteur
			Saule spp.	7	7/15m ²	1,2 m à 1,5 m de hauteur
			Spirée à larges feuilles	17	17/15m ²	0,9 à 1,2 m de hauteur
			Sureau du Canada	7	7/15m ²	0,5 à 1 m de hauteur
			Viornes trilobée et lentago	8	8/15m ²	0,5 à 1 m de hauteur/mortalité observée
			Rosier rugeux	14	14/15m ²	0,5 à 1 m de hauteur
			Framboisiers sauvages et cultivés	8	8/15m ²	0,2 m de hauteur
			Gadelier glanduleux	2	2/15m ²	0,3 m de hauteur
			Tanaisie vulgaire		abondant	0,5 à 0,9 m de hauteur/parcelle bien recouverte
			Echinacée pourpre	1	presque disparu	
			Rudbeckia hirta		disparu	
			Achillée mille feuilles		presque disparu	
			Anaphale marguerite		très abondant	0,5 m de hauteur/envahissante
			Asters spp.		très abondant	0,9 à 1,25 m de hauteur/envahissante
			Onagre bisannuelle		faible abondance	0,8 m de hauteur
			Verge d'or spp.		abondant	0,4 à 0,9 m de hauteur/abondante
			trèfle incarnat (semis)		disparu	
			trèfles blanc et alsike (semis)		disparu	
			Renouée sarrasin (semis)		disparu	

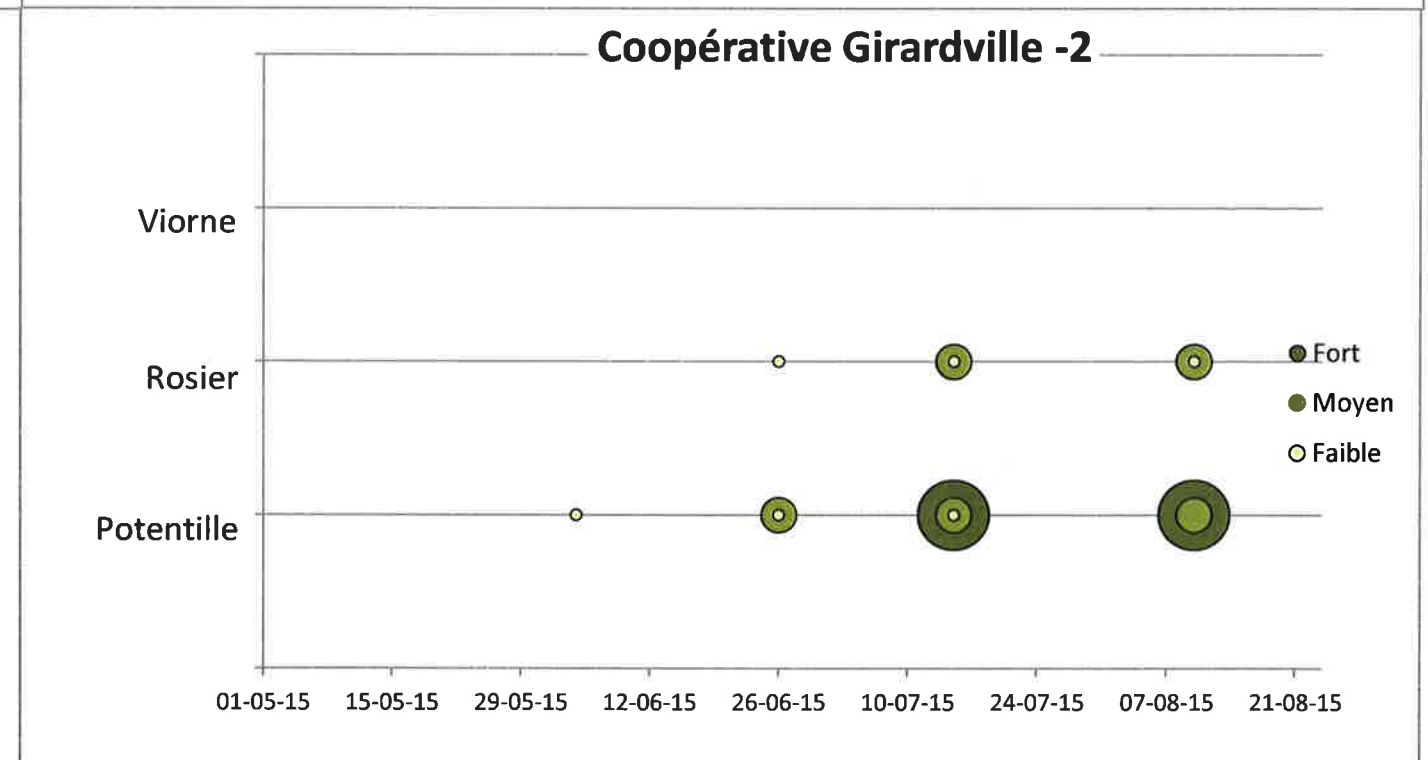
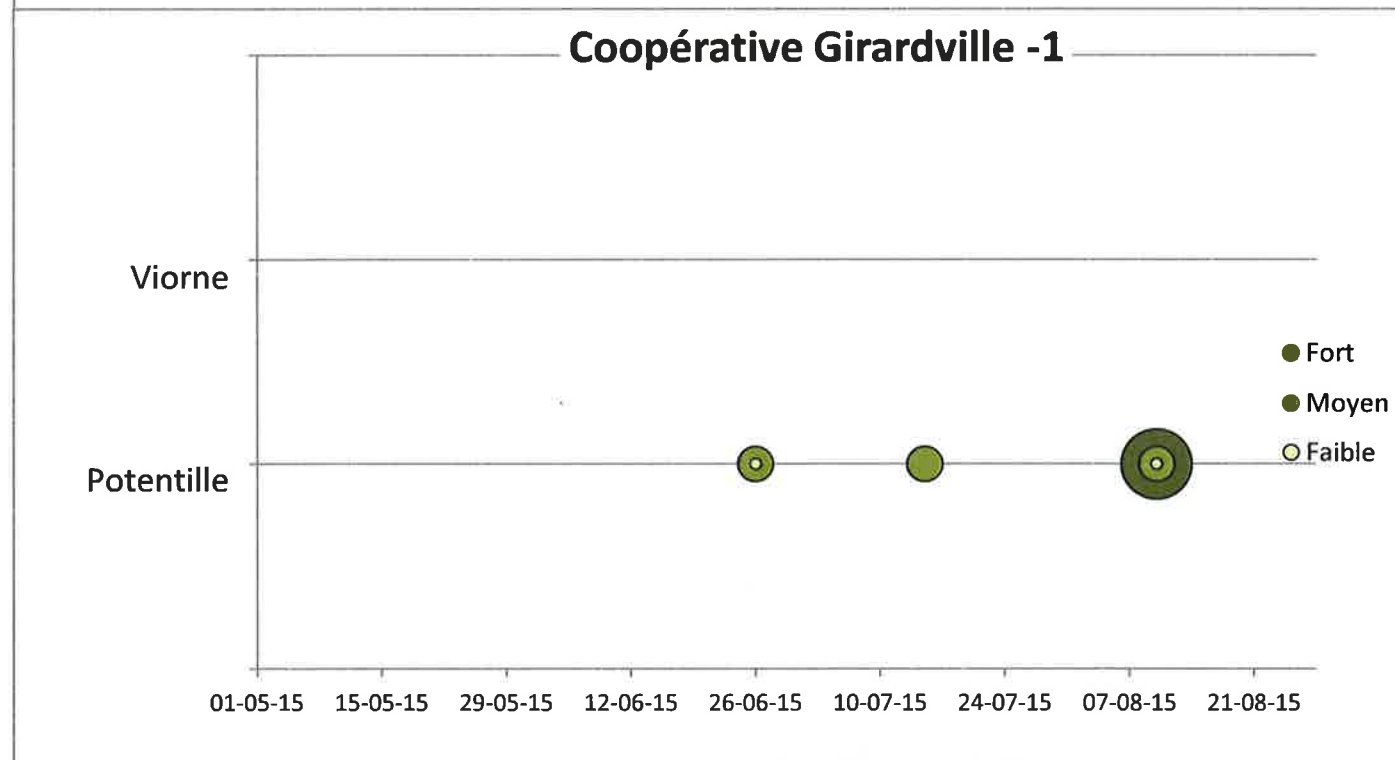
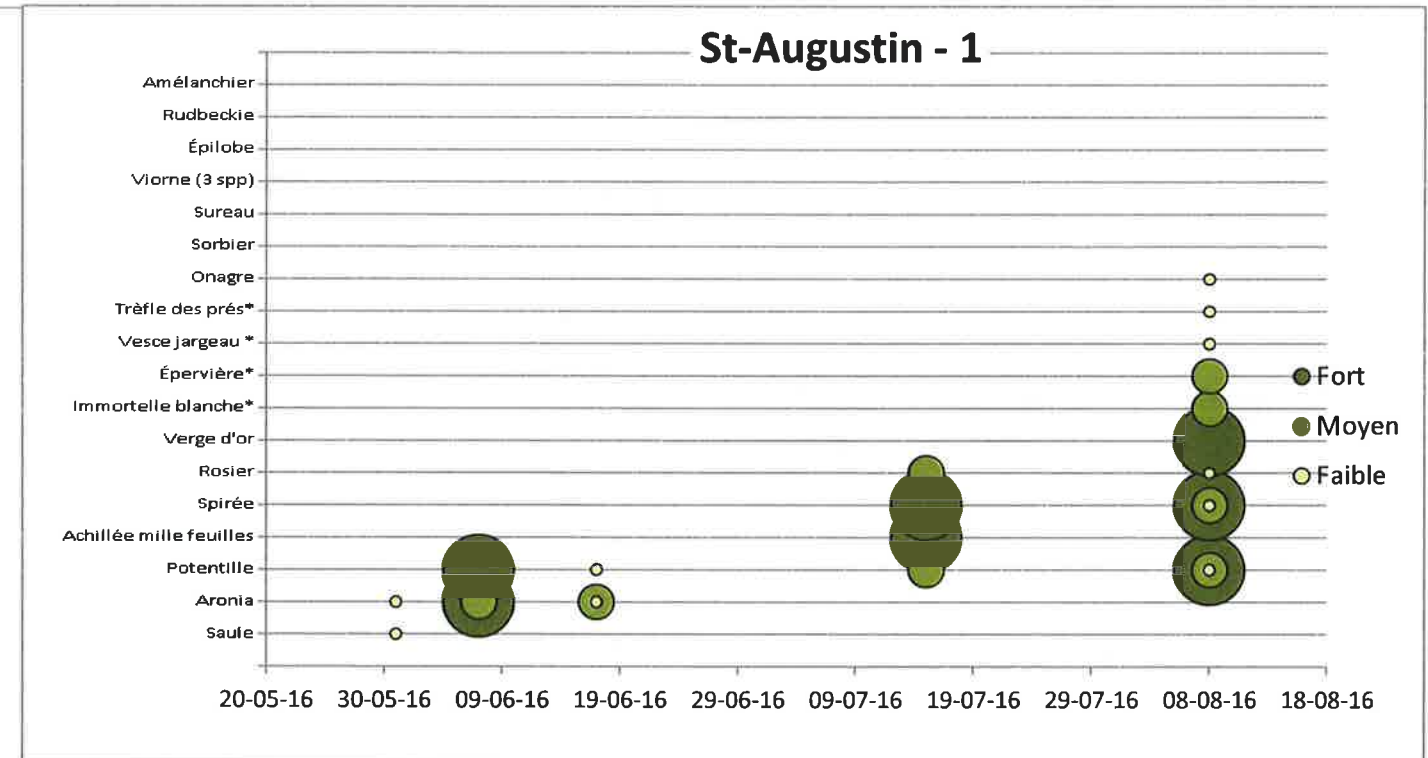
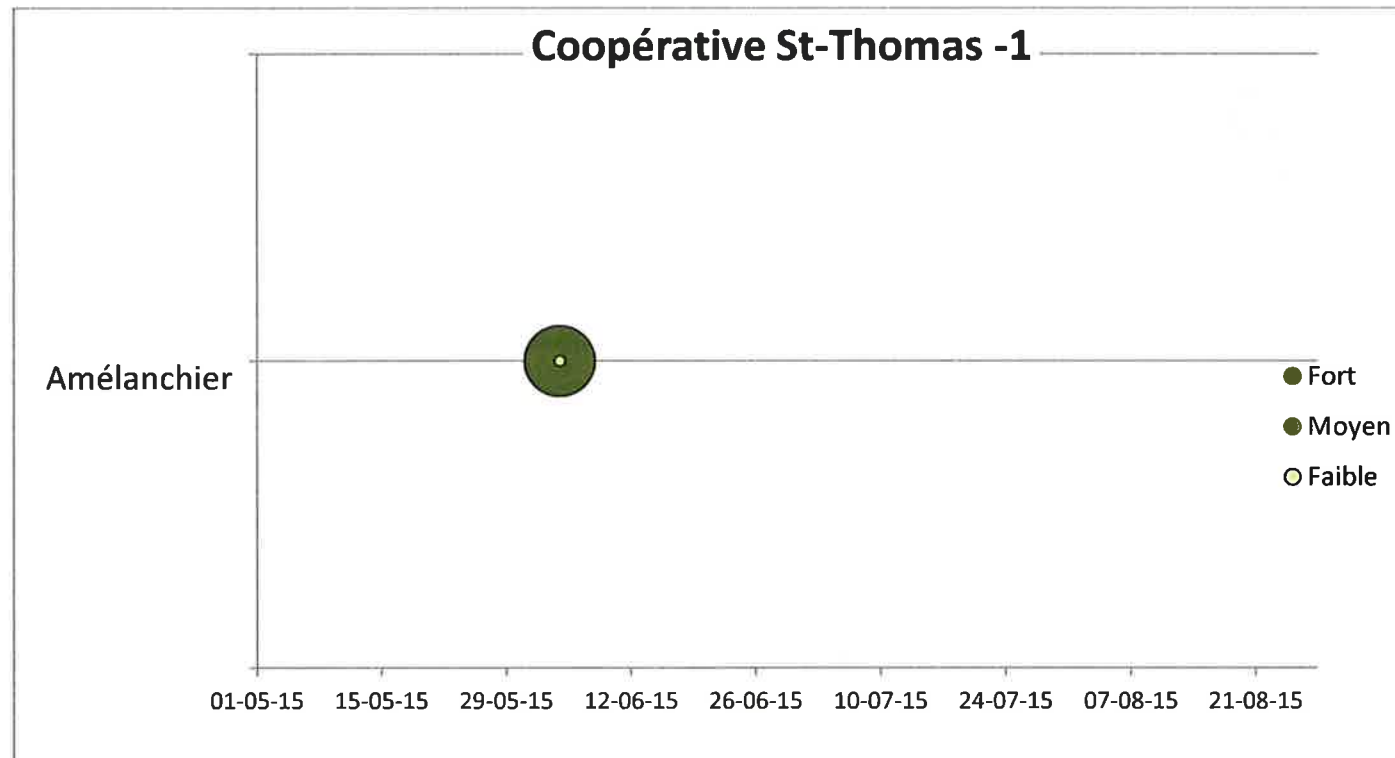
* Observations qualitatives prises entre septembre 2014 et août 2016

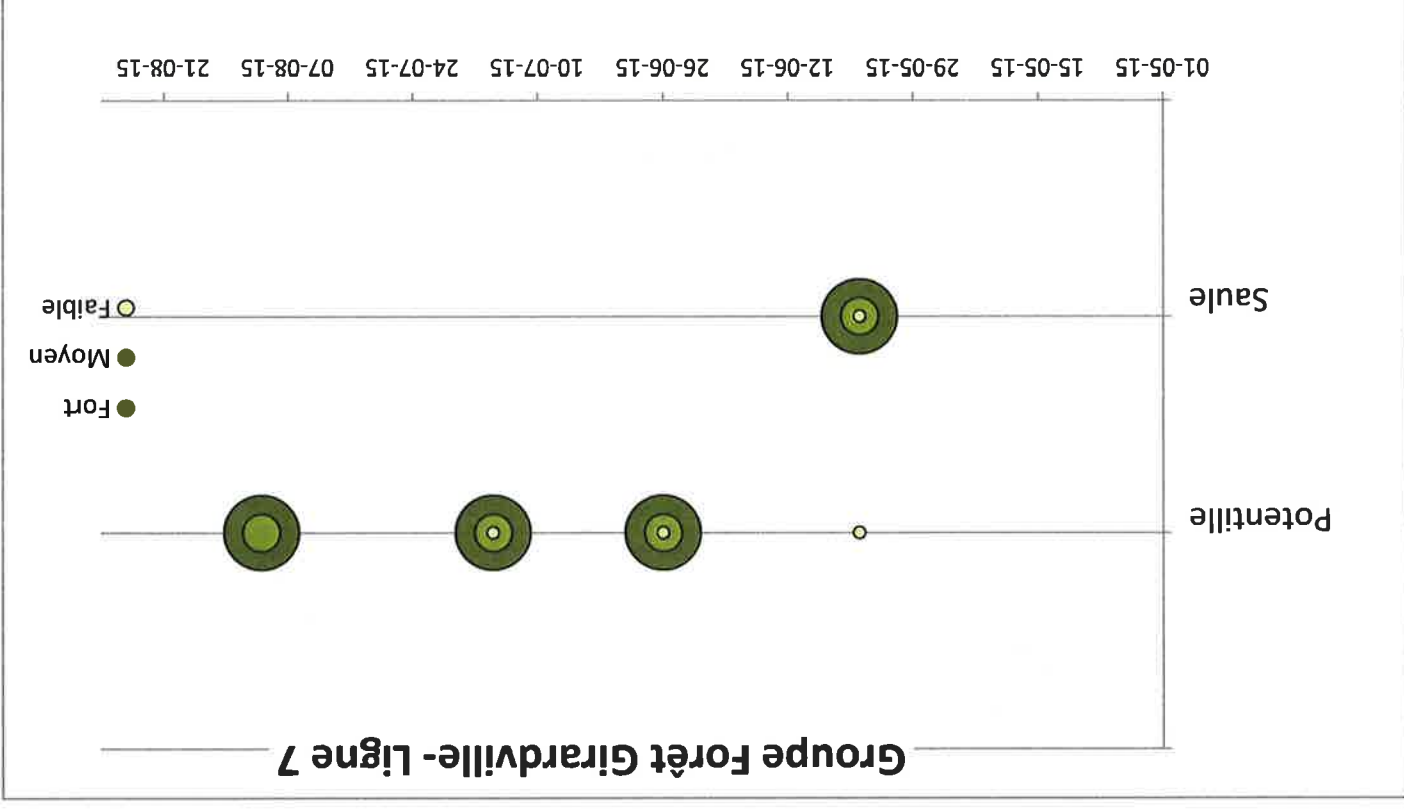
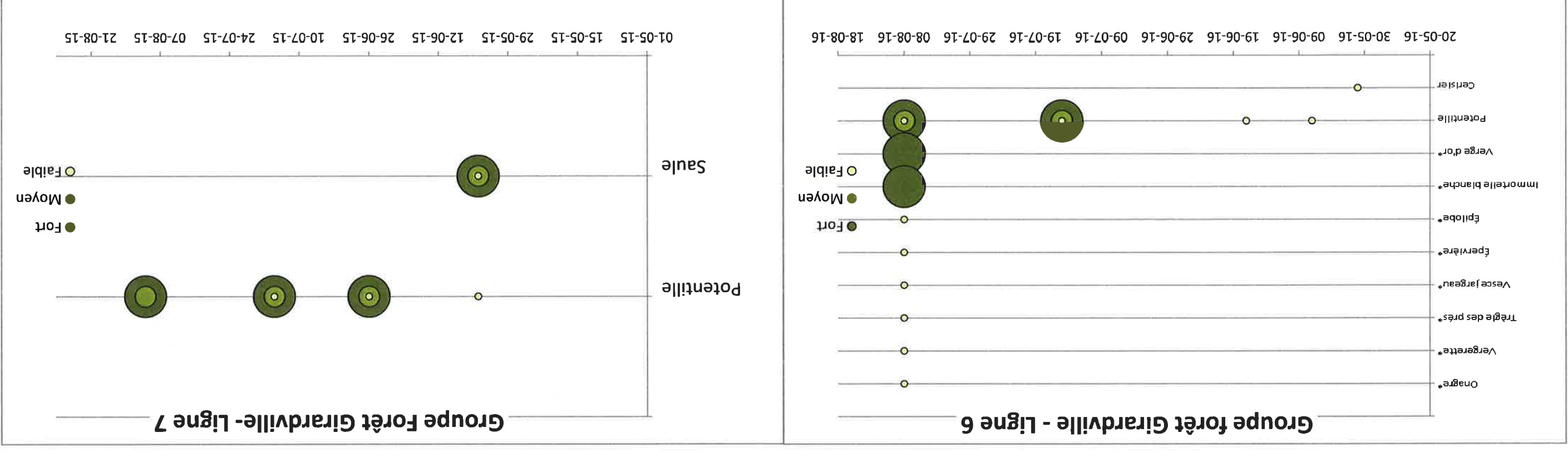
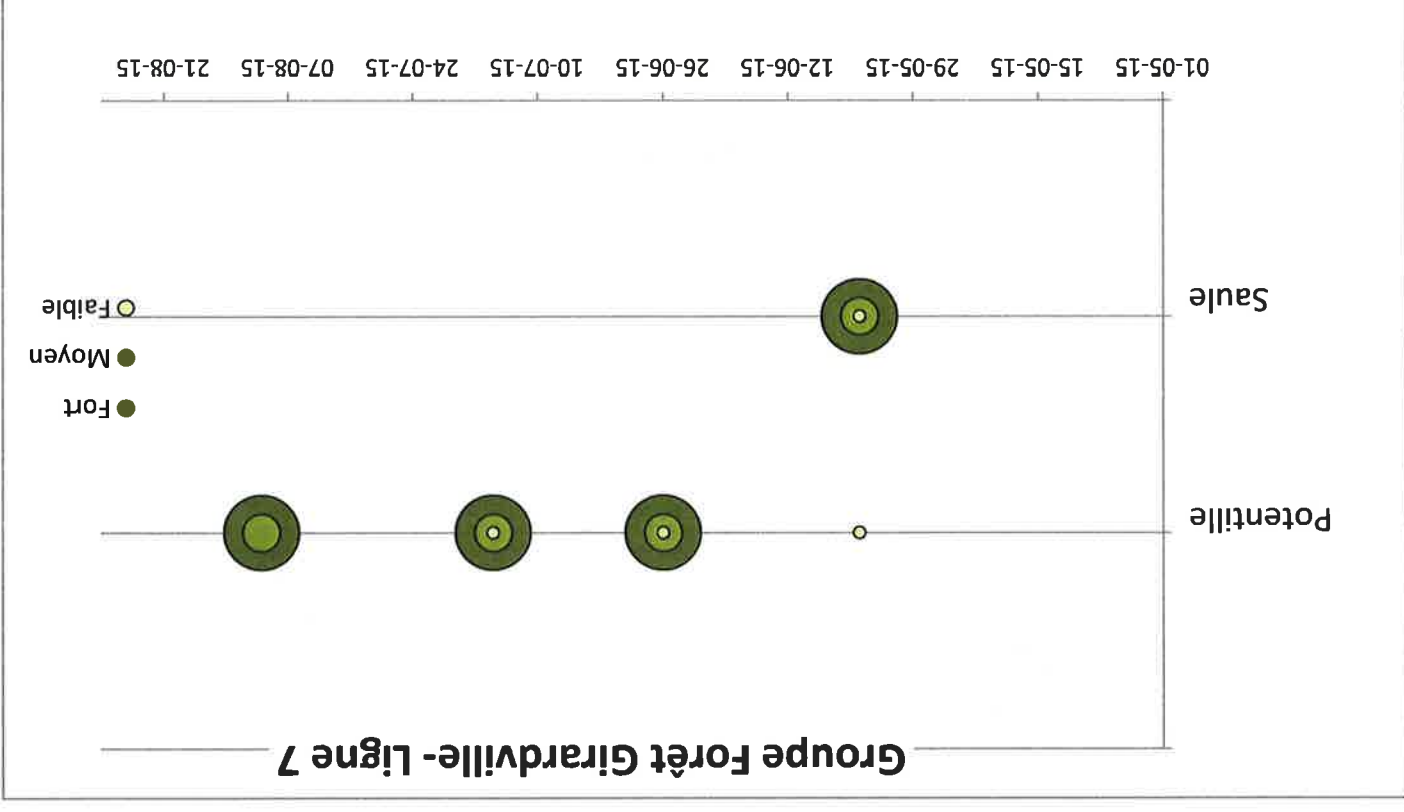
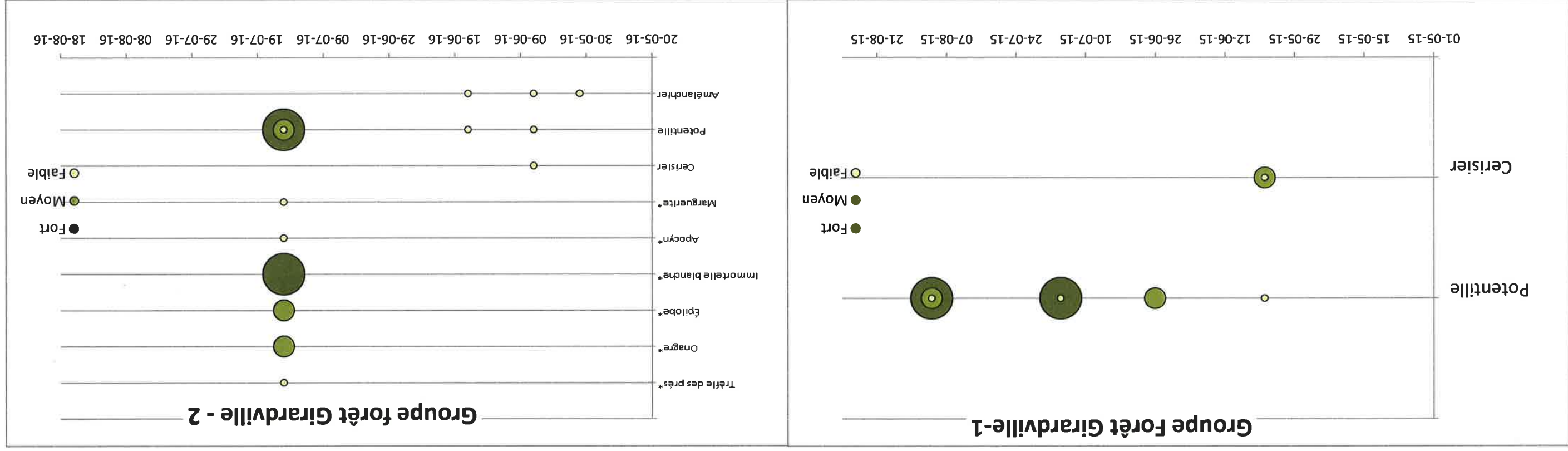
Volet – Indice de floraison

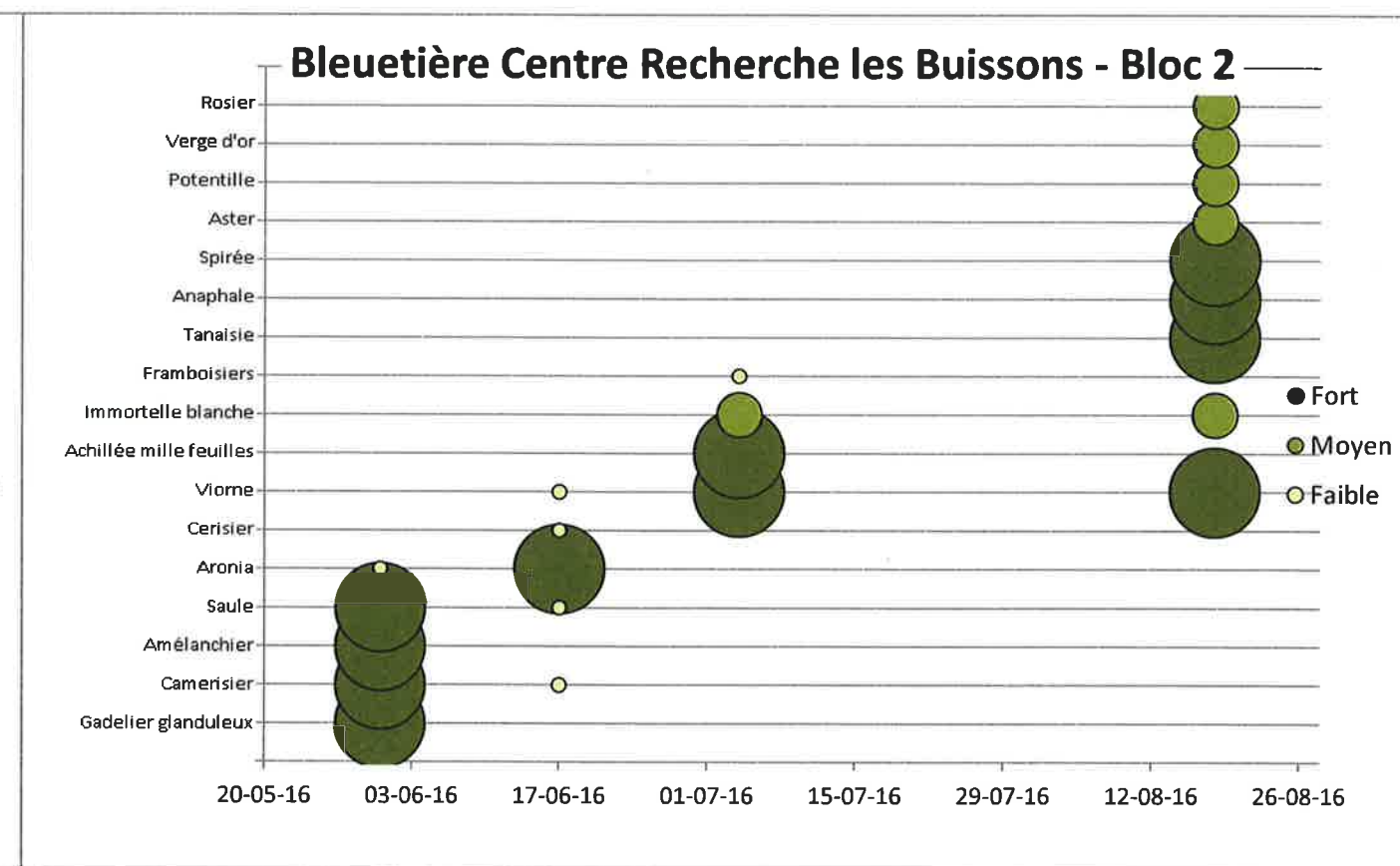
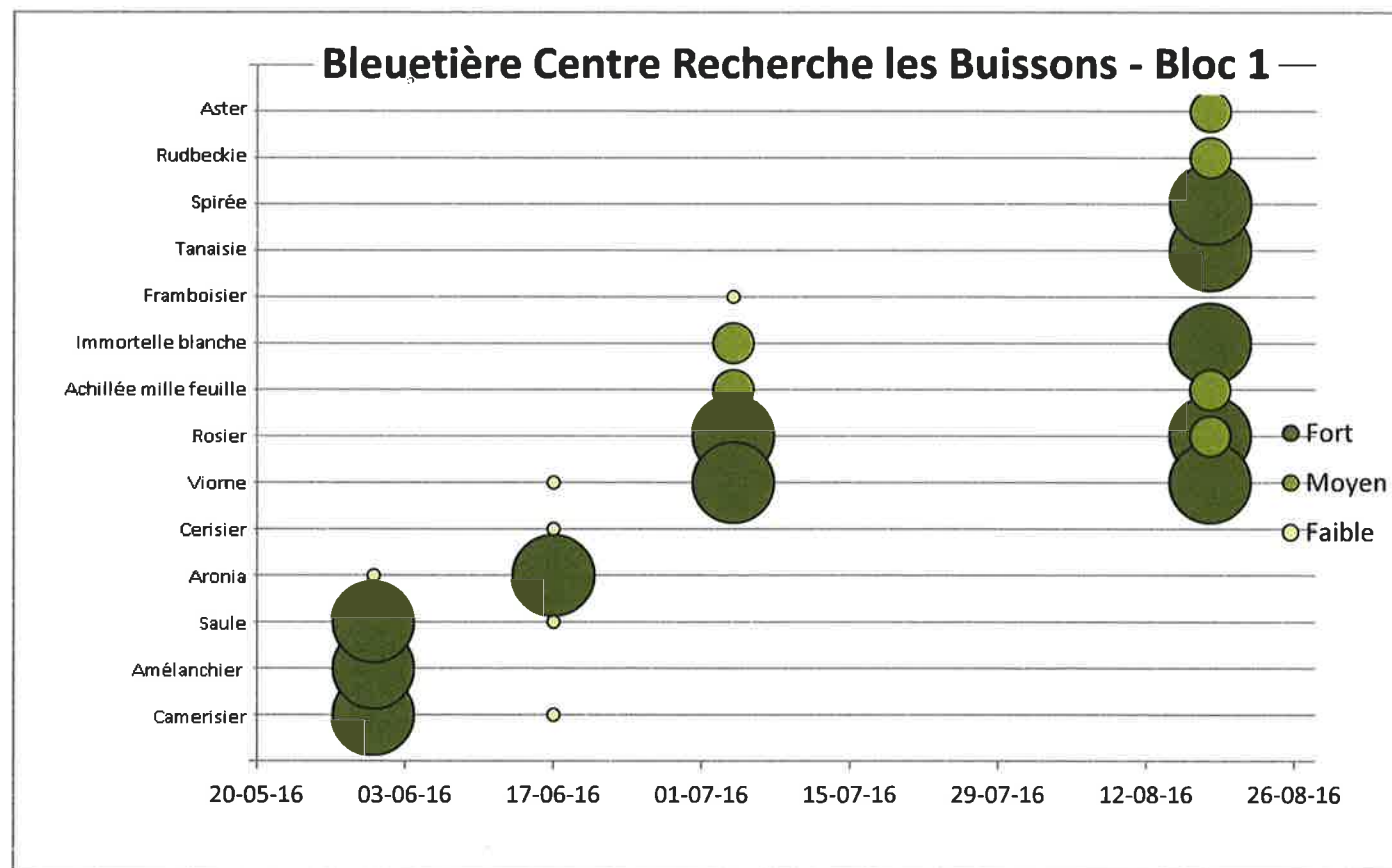
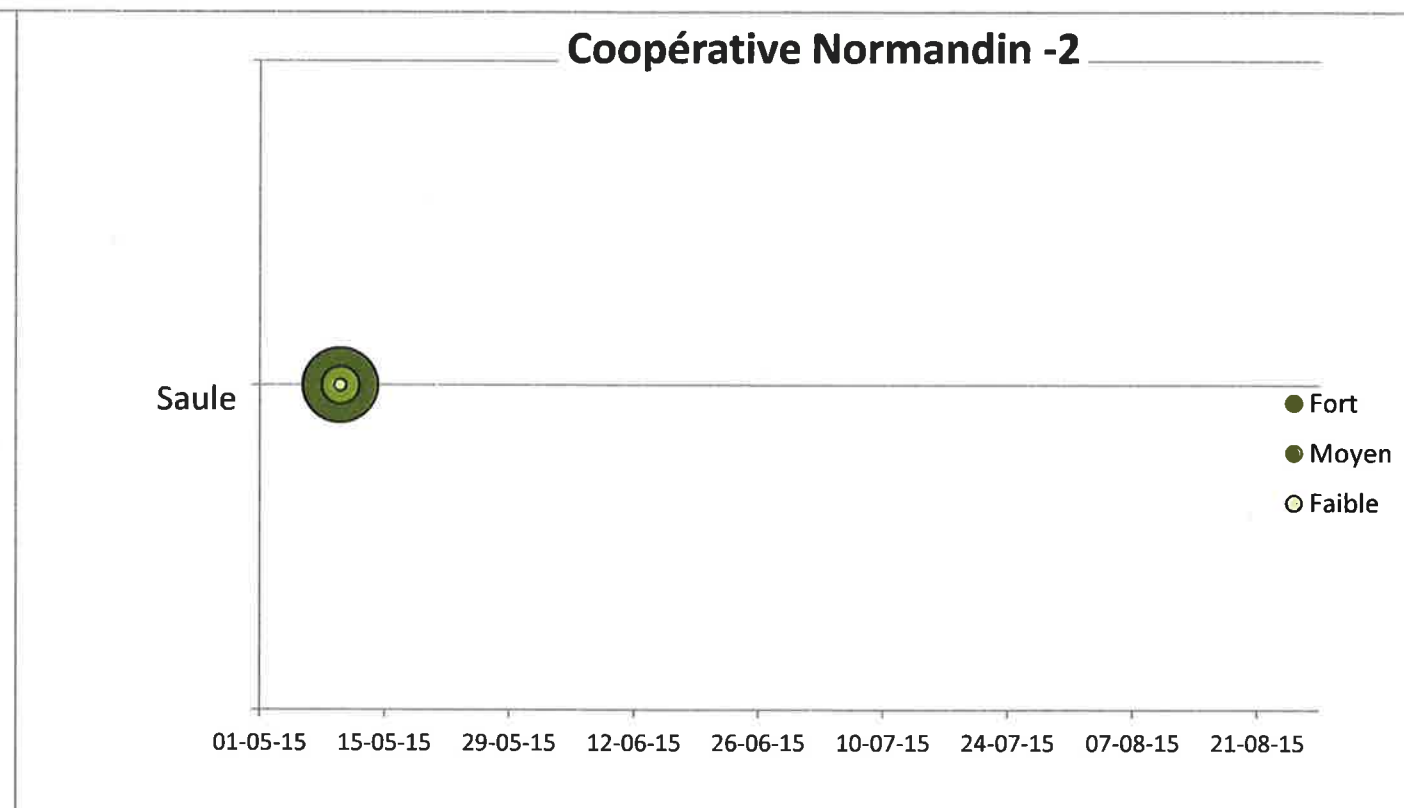
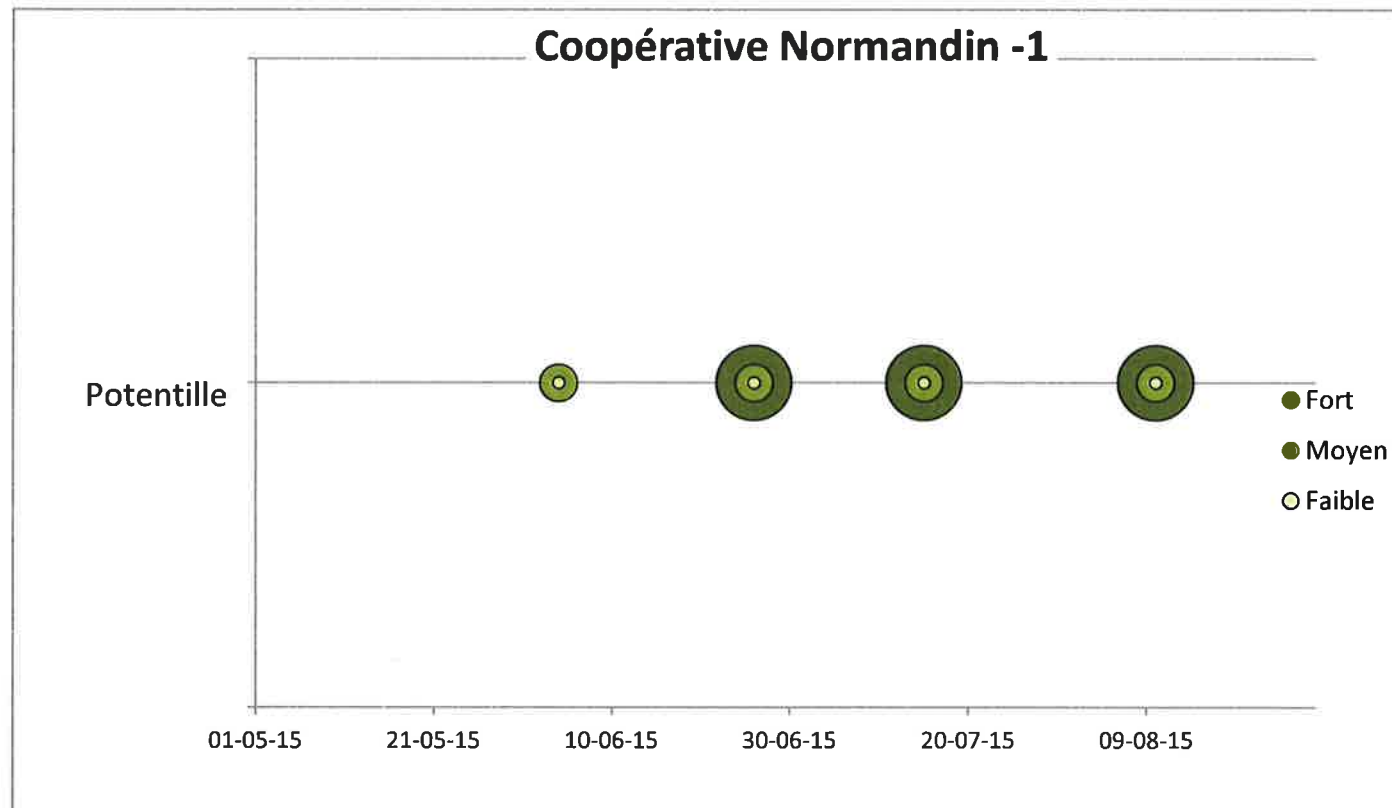
La période de floraison des espèces végétales implantées dans une parcelle de butinage est un aspect important à considérer lors de la mise en place de ce type d'aménagement. Il est évidemment préférable de sélectionner des espèces fleurissant à des périodes de l'année différentes de celle durant laquelle fleurit la culture visée. Rappelons qu'une étude réalisée sur différentes espèces de saules de l'Amérique du Nord a démontré que la majorité des andrènes et des mouches à fleurs ont été capturées entre avril et juin, soit durant la période de floraison de six des sept espèces de saule étudiées. Ainsi, ces dernières pourraient servir à soutenir la population d'insectes pollinisateurs avant la floraison des cultures d'importance commerciale dont les fleurs doivent être fécondées, tels que le bleuet nain, la canneberge et la pomme (Ostaff et *al.*, 2015). Aussi, Scheper et coll. (2015) ont observé que l'impact des bandes de fleurs sauvages sur les abeilles était largement expliqué par l'augmentation du nombre d'espèces de plantes présentes dans ces bandes. L'étude a aussi permis de constater l'importance pour les bourdons indigènes d'avoir accès à une source continue de nourriture.

Le graphique 7 illustre la floraison pour chacune des parcelles de butinage étudiées. Un plant considéré dans la classe faible floraison avait moins de 5 fleurs ouvertes, alors que les plants comportant entre 5 et 50 fleurs étaient considérés dans la classe floraison moyenne et ceux ayant plus de 50 fleurs se retrouvaient dans la classe floraison élevée. Certaines observations sur le terrain ont permis de constater que la floraison des amélanchiers chevauchait celle du bleuetier. De plus, les viornes n'ont pratiquement pas fleuri, ce qui laisse supposer qu'elles ne sont pas bien adaptées aux conditions des bleuetières ou qu'elles ont besoin de plusieurs années avant de fleurir de façon acceptable.

Les résultats de 2015 au niveau de la composition floristique des parcelles mettaient en évidence l'importance de planter plus densément sur de petites superficies plutôt que de planter de façon plus espacée sur des parcelles de grandes dimensions. L'importance de la densité de floraison a aussi été rapportée par Venturini et ses collaborateurs (2017) dans leur étude des parcelles de butinage en bleuetières, surtout pour les bourdons et les abeilles domestiques. En effet, cette préférence pour le facteur « forte densité de plantation » était moins claire pour les autres espèces de pollinisateurs et les autres facteurs environnementaux tels que la température, l'humidité relative et la vitesse du vent influençaient aussi leur activité. Les analyses de 2015 dans notre projet démontrent qu'une diversification des espèces introduites serait à favoriser pour attirer différents pollinisateurs. Finalement, au cours de la première année du projet, une relation entre la potentille et l'abondance des pollinisateurs en mi-juin et juillet avait été mise en évidence. Il faut cependant relativiser ces conclusions puisque cette donnée n'a pu être analysée statistiquement en 2016 en raison de l'impossibilité de dénombrer les plants dans certaines parcelles et de la forte présence de mauvaises herbes. Il est probable que les effets observés en 2015 soient surtout reliés au site.







Graphique 7: Indice de floraison (faible, moyen et fort) pour chacune des parcelles de butinage

La section suivante dresse un portrait visuel des parcelles étudiées par des photos prises à différentes dates. On y remarque, tel que mentionné plus tôt, **qu'il est primordial d'effectuer un entretien des parcelles** afin d'avoir une survie, une croissance et une floraison intéressantes dans celles-ci.

Parcelle 1 (GFG) – suivie en 2015



Photo août 2015

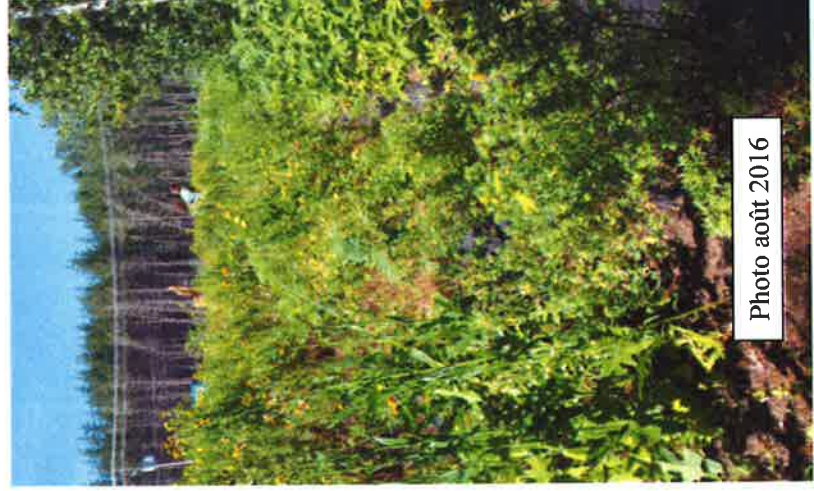


Photo août 2016

À noter la coupe des arbres pour le chantier de construction qui a créé une grande ouverture et des perturbations (machinerie, bruit, etc.).

Aussi les mauvaises herbes ont bien envahi la parcelle (comme pour la majorité des parcelles du projet).



Photo août 2016



Photo août 2016

Ligne 7 (GFG) – suivie en 2015



Photo juin 2015



Photo août 2015

Ligne 6 (GFG) – suivie en 2016



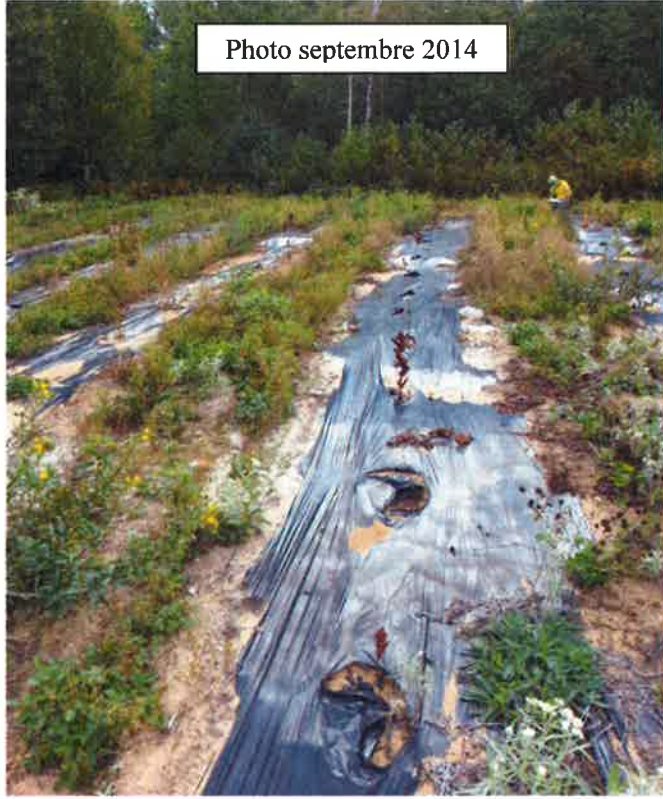
Photo septembre 2014



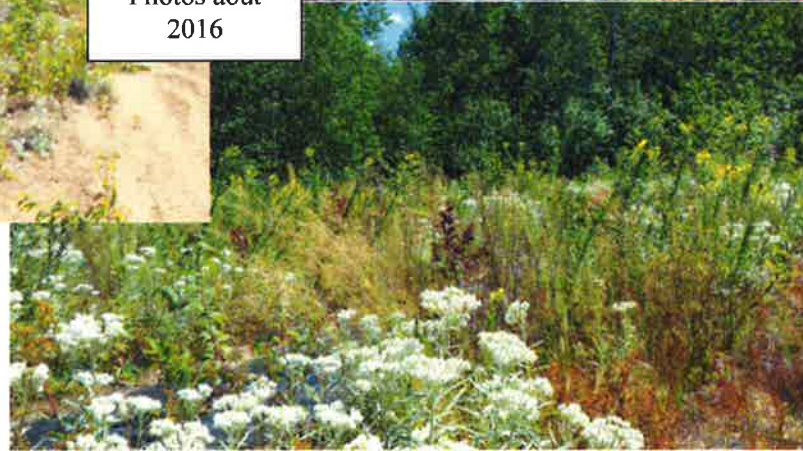
Photo août 2016

Parcelle 2 (GFG) – suivie en 2016

Photo septembre 2014



Photos août 2016



Parcelle 1 (CG) – suivie en 2015



Parcelle 2 (CG) – suivie en 2015



Photos juillet
2015



Photo août
2016

Parcelle 1 (CN) – suivie en 2015



Photo juillet
2015

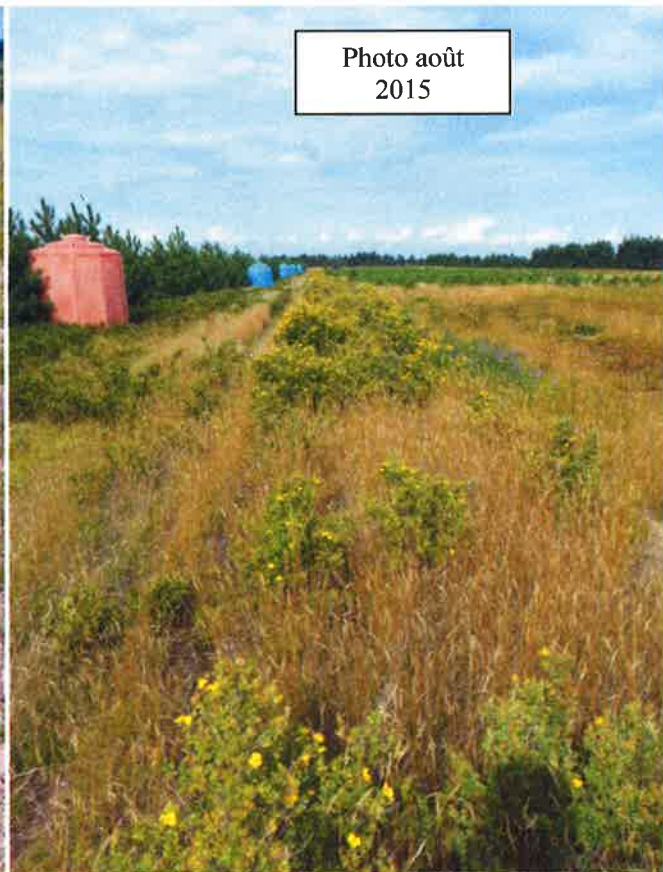


Photo août
2015

Parcelle 2 (CN) – suivie en 2015



Parcelle (CST) – suivie en 2015



Photo juin
2015



Photos juin
2015



Photo août
2016

Parcelle 1 (CSA) – suivie en 2016

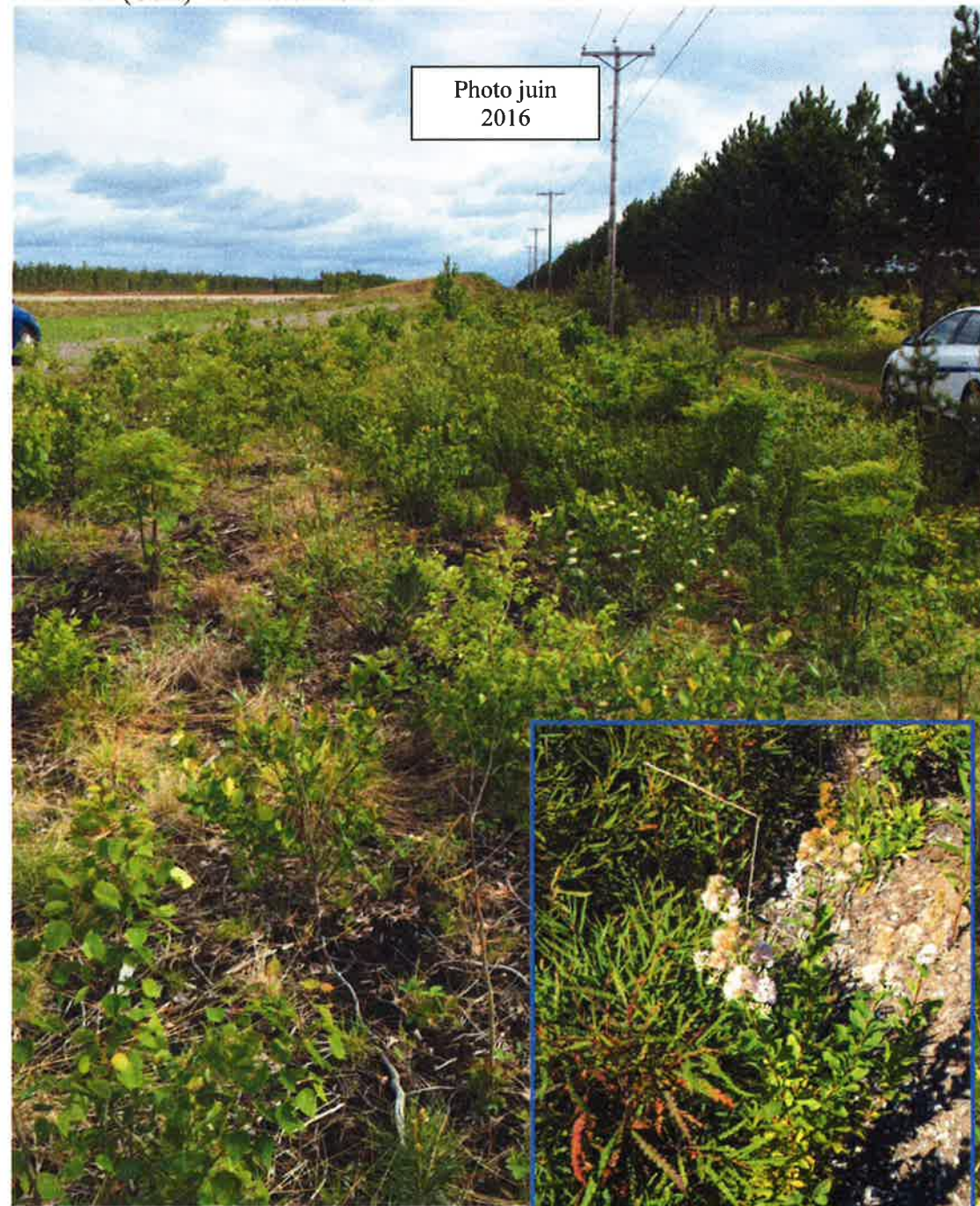


Photo juin
2016



Photo août 2016 (spirée
plantée envahie par
comptonie (m.h.)



CONSTATS

L'augmentation du taux de mise à fruit et du rendement observée en 2015 dans les champs près des parcelles de butinage n'a pas été constatée lorsque les données des deux années ont été combinées. Ceci est dû au fait que l'effet des parcelles de butinage varie en fonction du site. Cela ne signifie donc pas que les parcelles sont inefficaces. Voici les principaux constats découlant de ce projet.

- ✓ De multiples facteurs peuvent affecter les communautés de pollinisateurs. Dans le contexte de l'étude de type « terrain », il n'était pas possible de tous les prendre en compte.
- ✓ La superficie et la composition des parcelles peuvent affecter les résultats, **l'état des parcelles** a rendu cette analyse difficile à réaliser.
- ✓ Les parcelles de butinage semblent avoir un **impact sur les communautés** de pollinisateurs:
 - Les résultats analysés à l'hypothèse 5 suggèrent une différence au niveau de la composition des communautés d'insectes dans les pièges témoins de ceux situés près de la parcelle de butinage, du moins pour certains critères (dont l'abondance relative de *Colletes validus*).
 - En général, l'abondance et la diversité des pollinisateurs indigènes est corrélée négativement avec le taux de mise à fruit et le rendement, ce qui suggère un effet de compétition en provenance de la parcelle.
 - On retrouve *Colletes validus* dans les régions les plus productives des transects au début de l'été, tandis que d'autres espèces du genre *Lasioglossum* sont capturées dans les régions moins productives presque tout l'été.
 - **Comme il s'agit de corrélations, on ne peut pas conclure que ces espèces contribuent au rendement, mais elles sont à tout le moins des indicateurs.**

La qualité des parcelles disponibles était très variable. Nous avons constaté que très peu de temps était nécessaire pour observer un envahissement par les mauvaises herbes. Puisque nous devons travailler dans ce projet avec les parcelles déjà en place, nous n'avons pas un dispositif expérimental optimal et cela peut expliquer en partie la non significativité de plusieurs résultats.

Une dernière réflexion sur l'ensemble du projet est qu'il est possible que le nombre d'années entre la mise en place et la prise de données n'ait pas été suffisant pour voir des impacts positifs. Une étude similaire avec des parcelles avec semis a permis de voir des effets des parcelles seulement quatre ans après leur implantation. Cela n'explique pas entièrement la

difficulté à démontrer des impacts tangibles dans notre projet, certaines parcelles étaient âgées de plus de quatre ans, mais peut être une piste à explorer.

Le point majeur à retenir de ce projet de 3 ans sur les parcelles de butinage est l'importance de l'**entretien*** des parcelles et l'ampleur que peut représenter un tel travail de « jardinage ».

Nul ne doute que leur mise en place apporte des avantages, que ce soit au niveau de la biodiversité, des services écologiques et possiblement de la productivité. Nous considérant cependant qu'un producteur doit être sensibilisé aux exigences d'un tel aménagement avant d'entreprendre une telle démarche.

*Désherbage, amendements au cours des années subséquentes, taille des plants, etc.

DIFFUSION DES RÉSULTATS

Des communications sur l'avancement et les résultats des projets ont été réalisées :

2015

Présentation d'une affiche d'information sur le projet lors de la journée de démonstration et de réseautage pour les producteurs de bleuet sauvage le 17 juillet 2015, disponible à l'**annexe 4 – Affiche d'information 2015 (pièce jointe)**;

Présentation du projet à la rencontre annuelle des projets de recherche aux clients du Club Conseil Bleuet le 18 décembre 2015 (**annexe 5 – Diaporama 18 décembre 2015 (pièce jointe)**)

2016

Présentation en conférence (diaporama) lors de la journée Bleuet le 17 mars 2016 (**annexe 6 – Diaporama journée bleuet 2016 (pièce jointe)**)

Présentation d'une affiche d'information sur le projet lors de la journée de démonstration et de réseautage pour les producteurs de bleuet sauvage le 14 juillet 2016, disponible à l'**annexe 7 – Affiche d'information 2016 (pièce jointe)**;

Article de vulgarisation « La petite séduction : le bleuet sauvage souhaite attirer les pollinisateurs indigènes » publiée dans La Terre de chez nous – le 22 septembre 2016. (**annexe 8 : [Article de la Terre de chez Nous – accessible en ligne \(lien hyper texte\)](#)**)

2017

Fiche synthèse du projet (pièce jointe);

Présentation en conférence (diaporama) lors de la journée Bleuet (MAPAQ) le 15 mars 2017 – à venir

Présentation en conférence (diaporama) lors de la journée Pollinisation et bioversité (MAPAQ) le 16 mars 2017 – à venir

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Dans le cadre de ce projet, nous avons tenté de mesurer l'impact des parcelles de butinage dans le contexte de la culture du bleuet sauvage. Cependant, la grande variabilité des parcelles utilisées pour l'étude nous a empêchés de démontrer clairement les augmentations de productivité qu'elles peuvent procurer. Il en ressort néanmoins certaines informations pertinentes pour les producteurs de bleuets. Par exemple, la composition floristique des parcelles de butinage est importante : une densité de plantation et une diversification des espèces introduites sont à favoriser. Aussi, la structure des communautés d'insectes pollinisateurs est complexe et peut être influencée par la présence de parcelles de butinage. Certaines espèces, par exemple, *Colletes validus*, sont retrouvées en zones plus productives, alors que d'autres sont associées aux rendements les plus faibles. Il faudrait chercher à mettre en place des parcelles de butinage prenant en compte les préférences des pollinisateurs comme *Colletes validus* dans la mesure du possible. De plus, un questionnement demeure au niveau de la compétition entre les pollinisateurs commerciaux et indigènes. Des études supplémentaires sur cet aspect pourraient être réalisées. Enfin, une information très importante à retenir est l'importance du temps investi dans les travaux, avant, pendant et après la mise en place des parcelles de butinage pour les producteurs de bleuets.

En parallèle à ce projet et avec les connaissances qui y ont été acquises, le Club Conseil Bleuet a travaillé à l'élaboration d'un devis d'aménagement de parcelles de butinage et offre un service d'accompagnement à ses clients.

RÉFÉRENCES

- Agrinova, 2009. Projet d'essai et expérimentation sur la pollinisation et la réduction des herbicides dans la production du bleuet nain au Saguenay–Lac-Saint-Jean. Rapport final 2004 à 2008. 65 pp.
- Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ), 2010. « *La gestion des ruches d'abeilles* ». Feuille 5.4 du guide *La production du bleuet sauvage... dans une perspective de développement durable*. Québec (Québec, Canada), 4 p. [En ligne.] <http://perlebleue.ca/images/documents/amenagement/guideproduction/f005.4-2010.pdf>
- De Oliviera, D. 1997. Insectes pollinisateurs et production intégrée de cultures au Québec. *Acta Horticulturae*. 7 pp.
- Desjardins, E.C. 2012. Influence d'un aménagement écologique sur l'entomofaune des bleuetières. Fiche de transfert 1. 3 pp.
- Dicks, L.V., M. Baude, S.P.M. Roberts, J. Phillips, M. Green, et C. Carvell. 2015. *How much flower-rich habitat is enough for wild pollinators? Answering a key policy question with incomplete knowledge*. *Ecological Entomology* (2015), 40 (Suppl. 1), 22–35 DOI: 10.1111/een.12226
- MAPAQ, 2014. Graphique répartition entre la taille des bleuetières au Saguenay-Lac-Saint-Jean par rapport à la superficie totale (Pascal Lavaute). Communication personnelle.
- Ostaff, D.P., A. Mosseler, R. C. Johns, S. Javorek, J. Klymko et J. S. Ascher. 2015. *Willows (Salix spp.) as pollen and nectar sources for sustaining fruit and berry pollinating insects*. *Revue canadienne de phytotechnie*. 95(3): 505-516, 10.4141/cjps-2014-339
- Pfiffner, L. et E. Wyss. 2004: *Use of sown wild flower strips to enhance natural enemies of agricultural pests*. In: *Ecological Engineering for Pest Management: Advances in Habitat Manipulation for Arthropods*, eds. Gurr, Wratten & Altieri. CSIRO Publishing, Collingwood VIC Australia: 165-186.
- Rogers, S.R., D.R. Tarpy, et H.J. Burrack. 2014. *Bee Species Diversity Enhances Productivity and Stability in a Perennial Crop*. *PLoS ONE* 9(5): e97307. doi:10.1371/journal.pone.0097307.
- Scheper, J., R. Bommarco, A. Holzschuh, S. G. Potts, V. Riedinger, S. P. M. Roberts, M. Rundlof, H. G. Smith, I. Steffan-Dewenter, J. B. Wickens, V. J. Wickens and D. Kleijn. 2015. *Local and landscape-level floral resources explain effects of wildflower strips on wild bees across four European countries*. *Journal of Applied Ecology*. 52(5): 1165-1175.
- Venturini, E.M., F. A. Drummond, A. K. Hoshide, A. C. Dibble, L. B. Stack. 2017. *Pollination Reservoirs in Lowbush Blueberry (Ericales: Ericaceae)*. *Journal of Economic Entomology*. 1–14. doi: 10.1093/jee/tow285

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Mireille Bellemare, M. Sc. Biologie

Responsable du volet projets

Club Conseil Bleuet

112, avenue de l'Église, suite 202

Dolbeau-Mistassini (Québec), G8L 4W4

Téléphone : 418-239-0080 poste 22

Télécopie : 418-239-1050

Cellulaire : 418-671-0407

Courriel : mireille.bellemare@clubbleuet.com



REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Merci à tous les collaborateurs : Bleuetière Coopérative de Girardville, Bleuetière Coopérative de Normandin, Bleuetière Coopérative de St-Thomas, Groupe Forêt Girardville, Bleuetière Coopérative de St-Augustin, Bleuetière Centre de recherche les Buissons.

Le Syndicat des producteurs de bleuets du Québec est un partenaire financier de ce projet, merci.

Nous tenons aussi à remercier pour leur contribution importante à ce projet :

M. Joseph Moisan-De Serres, M. Sc., Biologiste-Entomologiste, Direction de la phytoprotection, Laboratoire de diagnostic en phytoprotection.

M. Pierre-Olivier Martel, agronome, conseiller en productions fruitières, MAPAQ Saguenay-Lac-St-Jean.

Mme Marie-Pascale Beaudoin, conseillère horticole, MAPAQ Saguenay-Lac-St-Jean.

Mme Andrée Tremblay, dta, MAPAQ Saguenay-Lac-St-Jean.

Mme Noémie Brassard, MAPAQ Saguenay-Lac-St-Jean.

Mme Jessica Girona, étudiante à la maîtrise en biologie, Université de Sherbrooke.

Mme Ève-Catherine Desjardins, entomologiste, chercheuse, dans le domaine des petits fruits forestiers, CEDFOB.

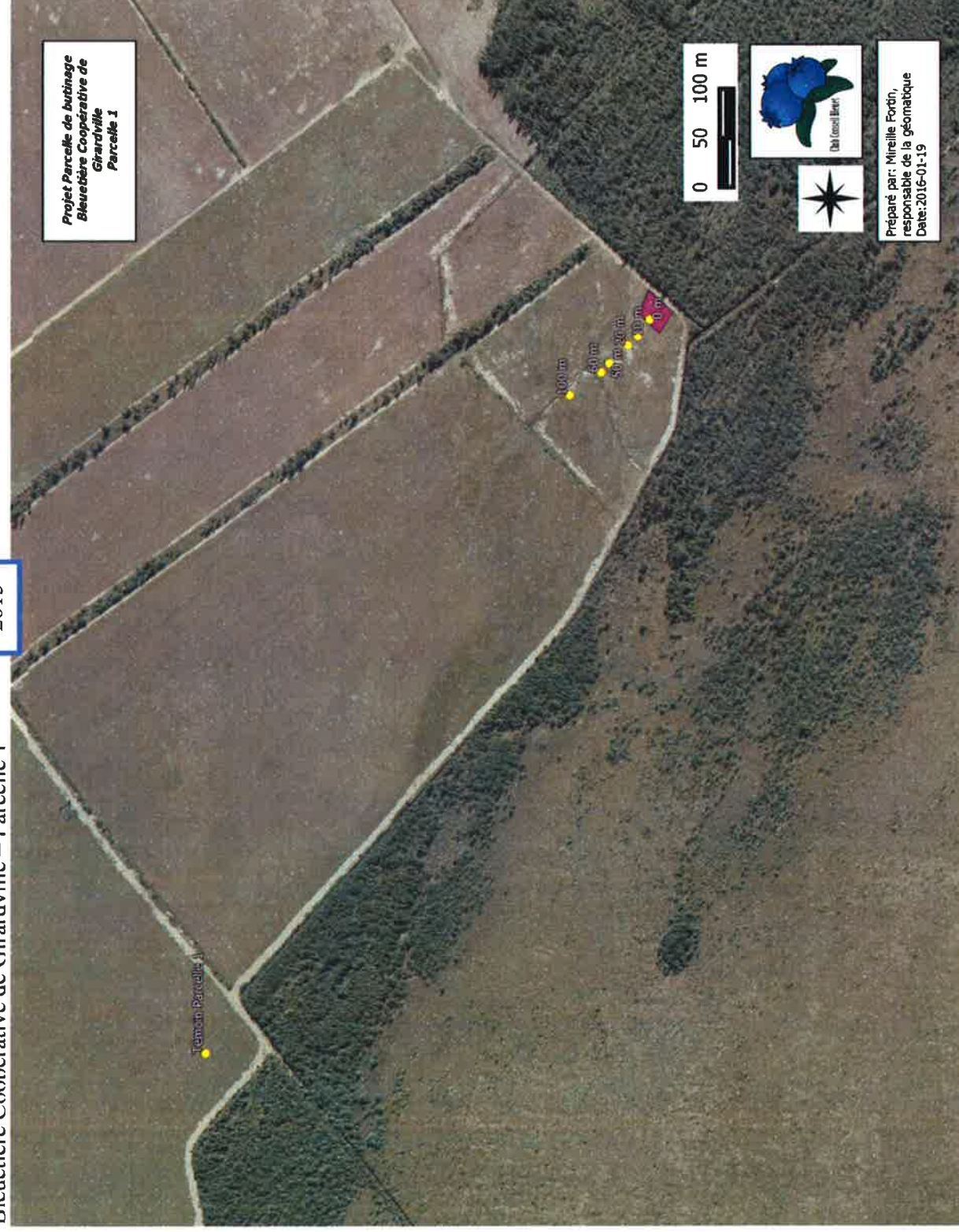
M. Jean Lafond, AAC, aviseur scientifique.

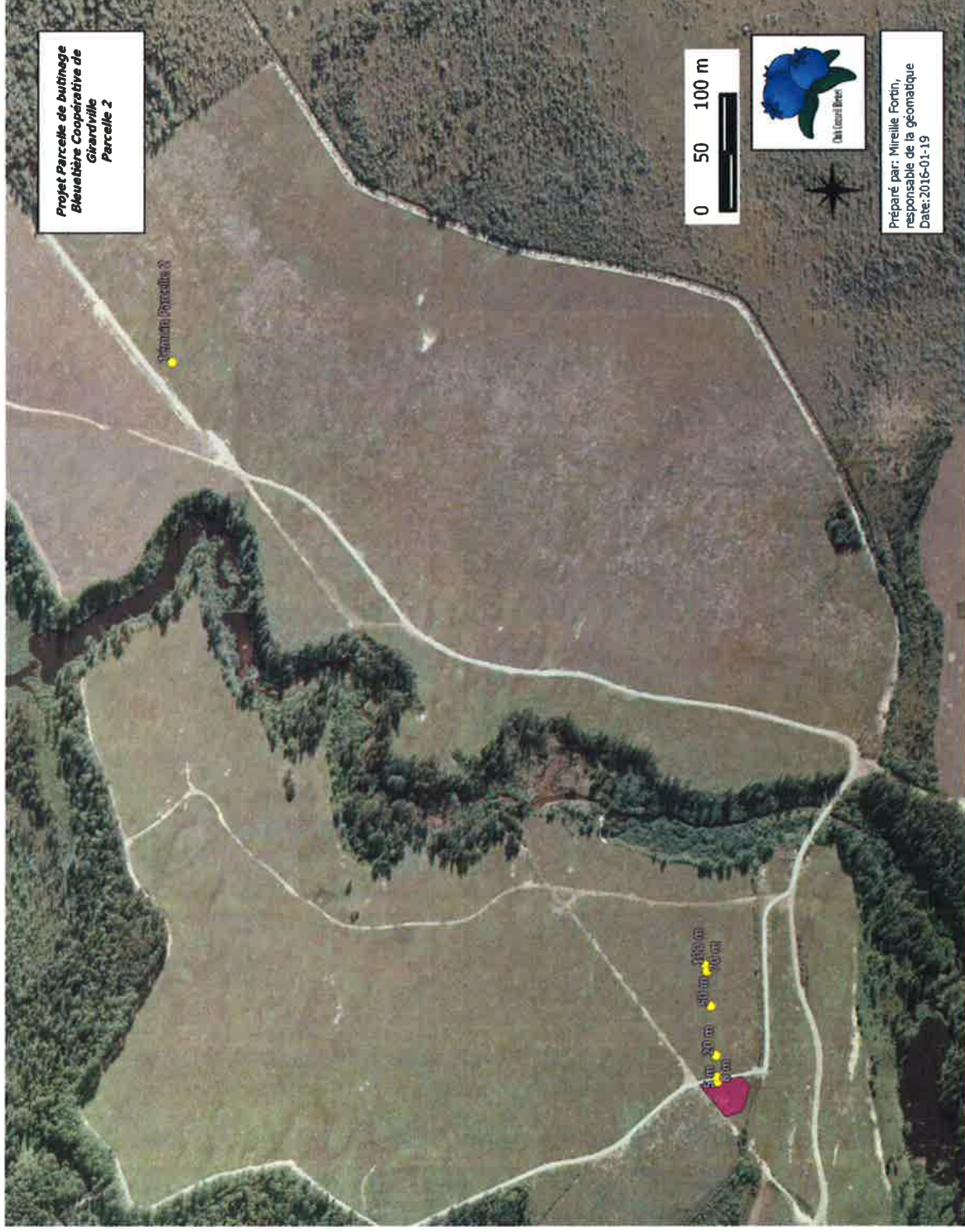
Les équipes agroenvironnement, gestion et projets du CCB de même que les stagiaires de l'année 2015, Joanne Plourde, Alain Lachance, Nicolas Houle-Boivin et de l'année 2016, Joanne Plourde, Charles Duhaime et Paméla Drapeau.

ANNEXE 1 : CARTE DES DISPOSITIFS EXPÉRIMENTAUX
Site 1 : Bleuetière Coopérative de St-Thomas

2015

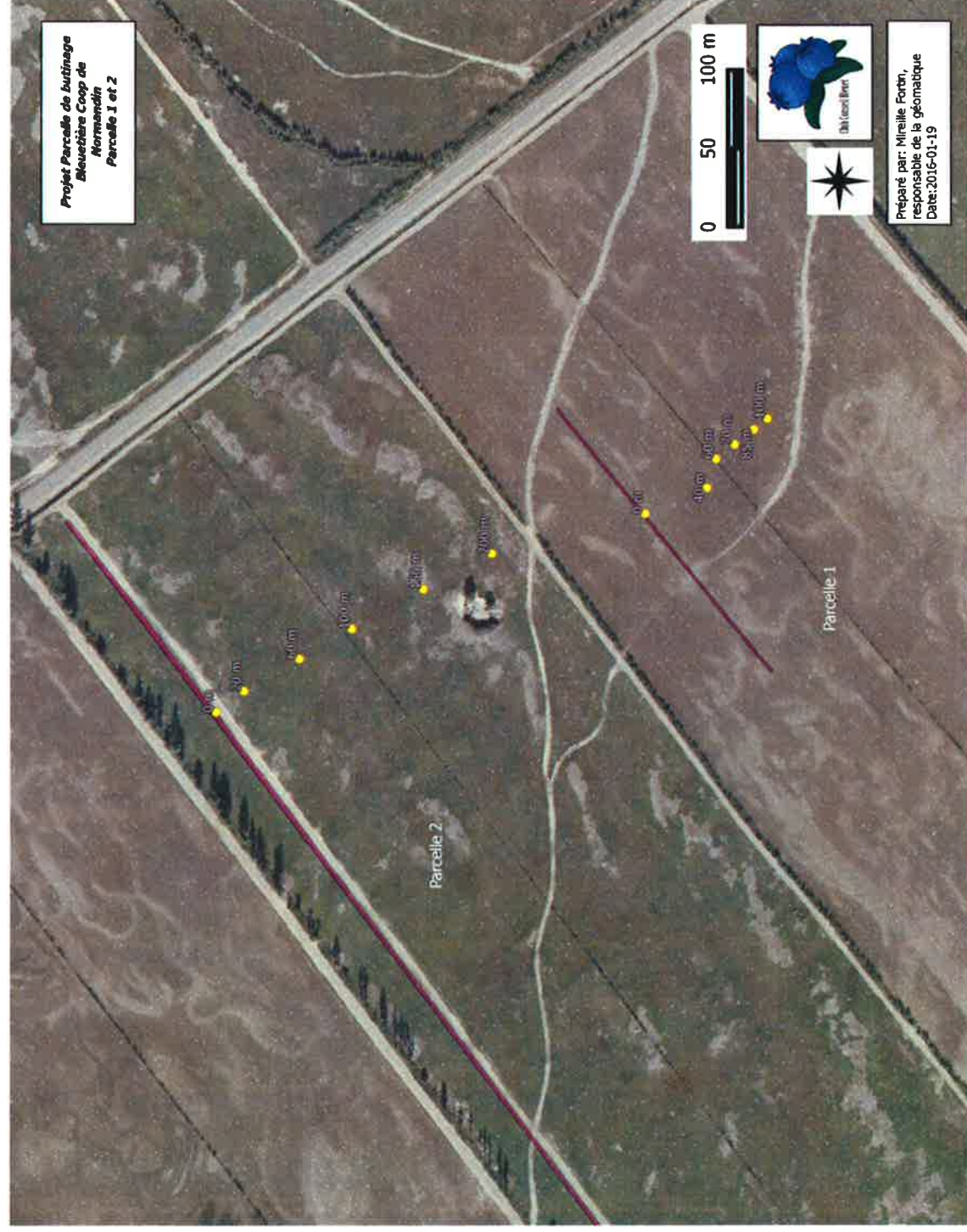






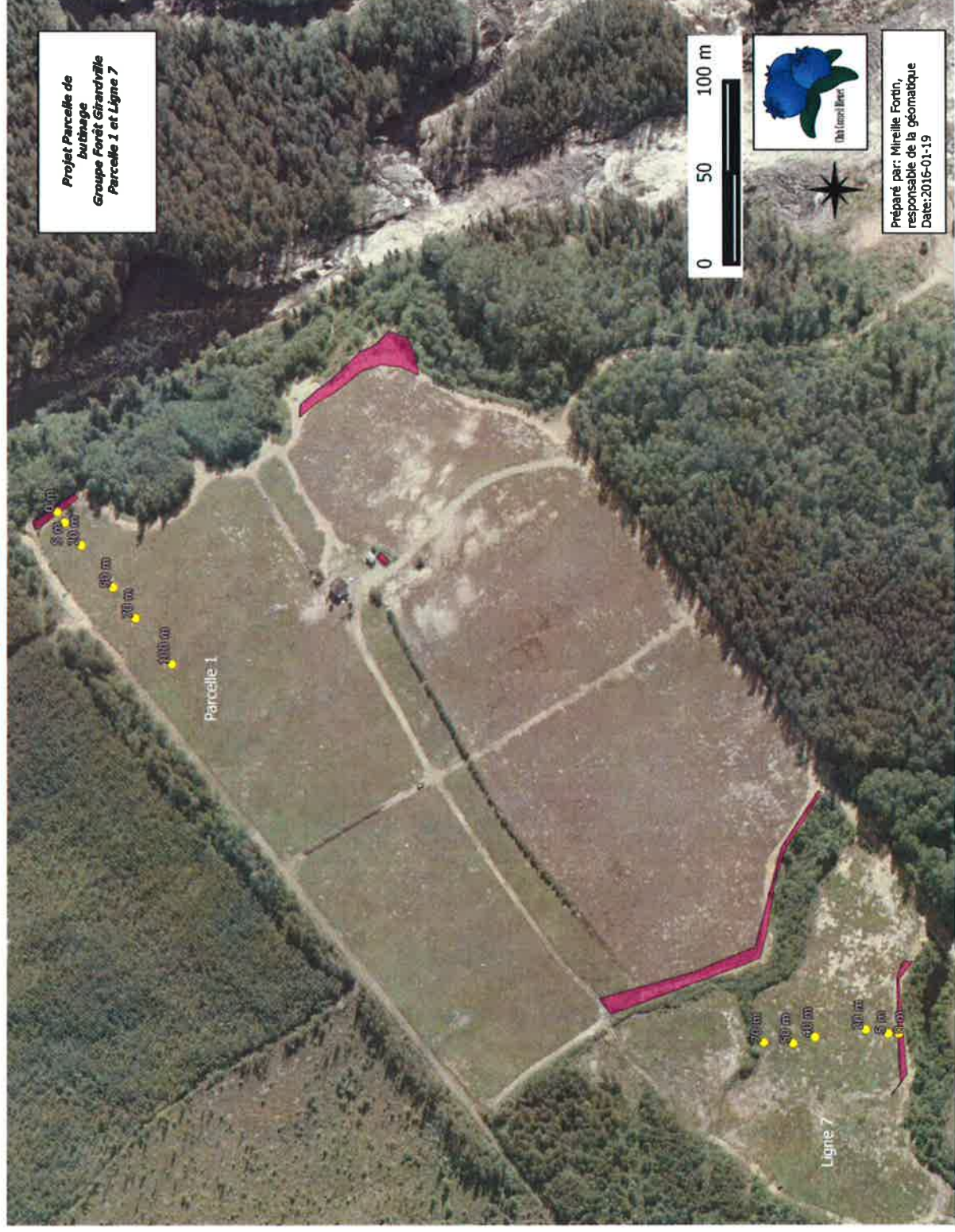
Site 4 : Bleuetière Coopérative de Normandin – Parcelle 1 et
Site 5 : Bleuetière Coopérative de Normandin – Parcelle 2

2015



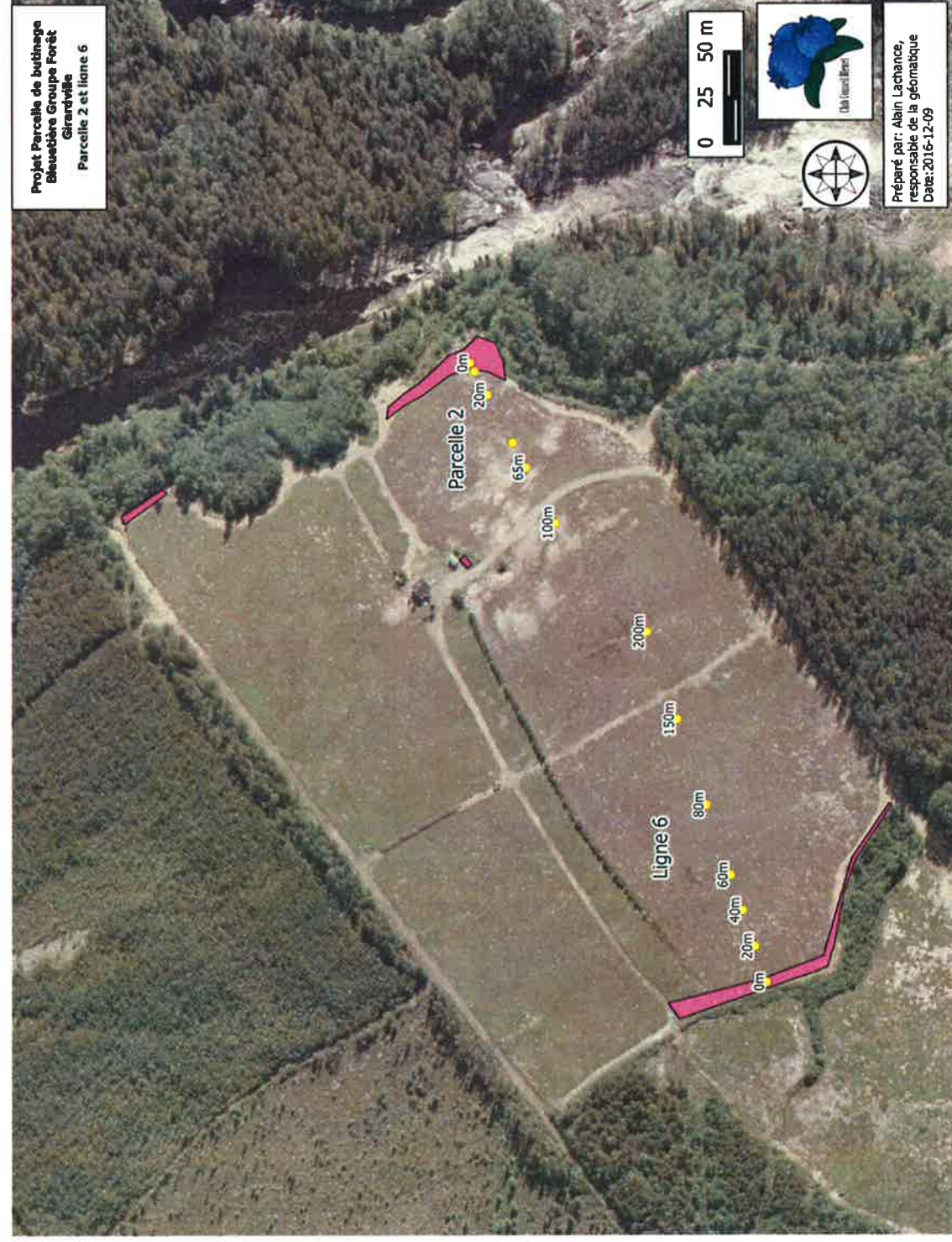
Site 6 : Groupe forêt Girardville – Parcelle 1 et
Site 7 : Groupe forêt Girardville – Ligne 7

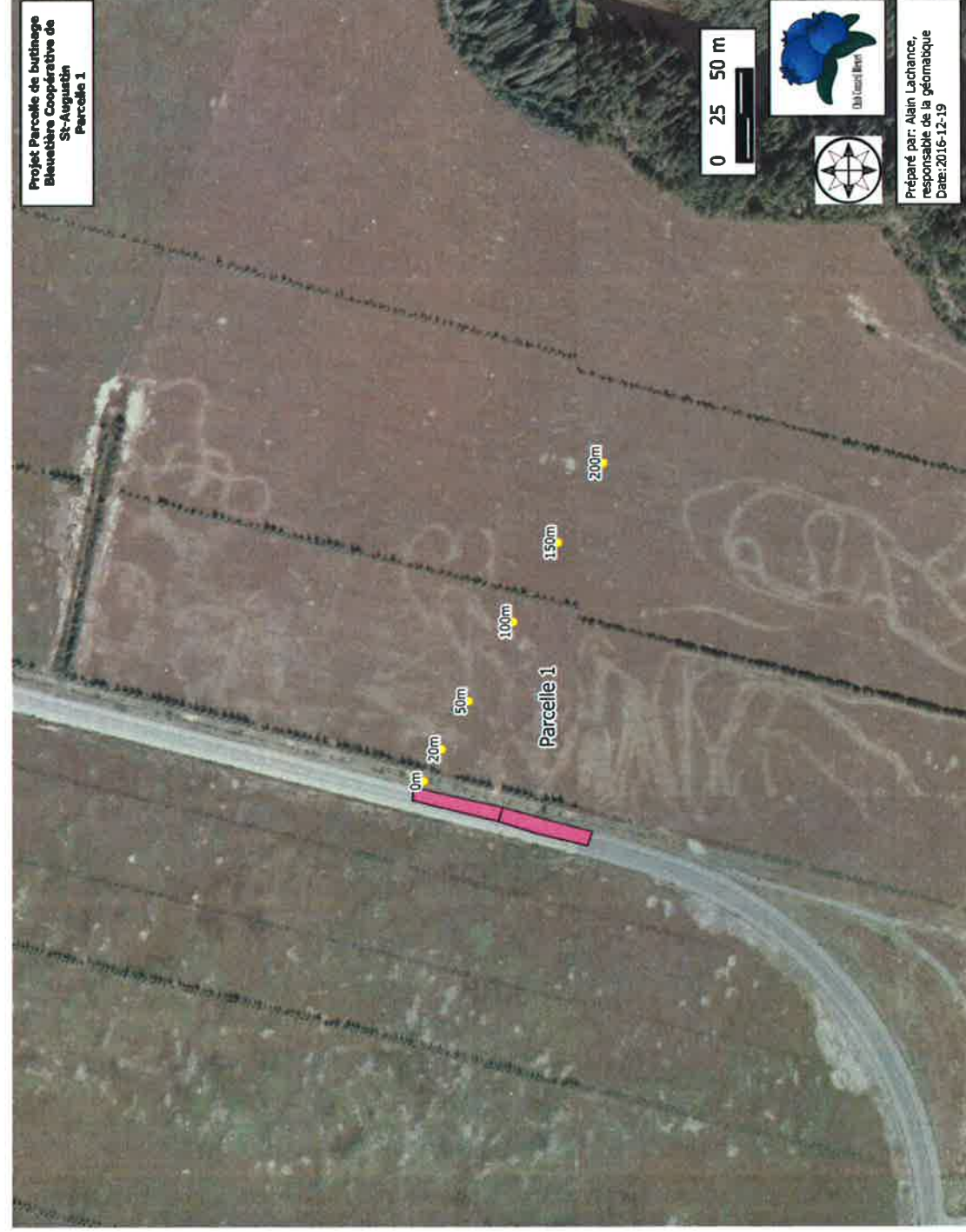
2015



Site 8 : Groupe forêt Girardville – Parcelle 2 et
Site 9 : Groupe forêt Girardville – Ligne 6

2016





2016

Site 12 : Bleuetière Centre de recherche les Buissons – Bloc 1 et
Site 13 : Bleuetière Centre de recherche les Buissons – Bloc 2

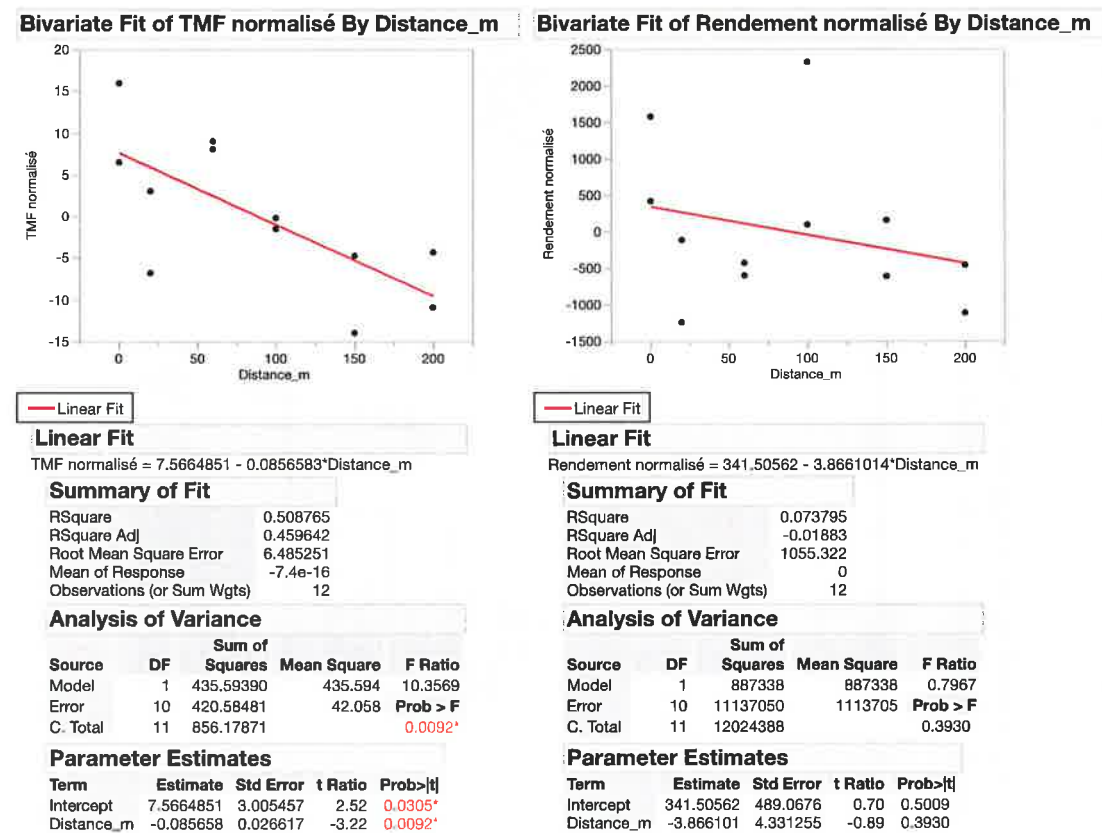


**ANNEXE 2 : PORTRAIT DE LA BLEUETIÈRE DU CENTRE DE RECHERCHE LES BUISSONS
(CÔTE-NORD)**

La bleuetière du Centre de recherche les Buissons sur la Côte-Nord est particulière premièrement par son emplacement géographique, ensuite par le fait qu'aucune pollinisation commerciale n'y a été introduite (contrairement aux autres bleuetières de ce projet). Ainsi, les communautés qui la décrivent et la dynamique qui en résulte en font un site à traiter individuellement pour certaines hypothèses. La section suivante lui est réservée.

Hypothèse 2 – Bleuetière Centre de recherche les Buissons: La proximité d'une parcelle de butinage favorise la productivité (TMF, rendement).

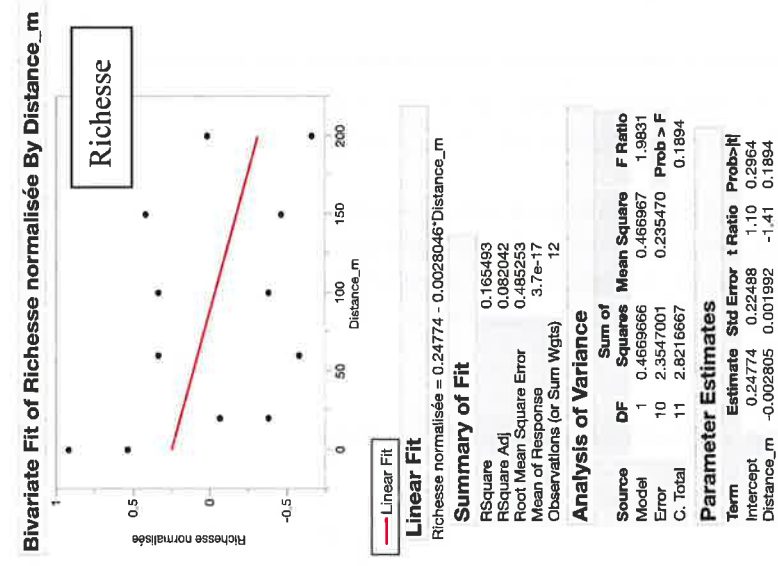
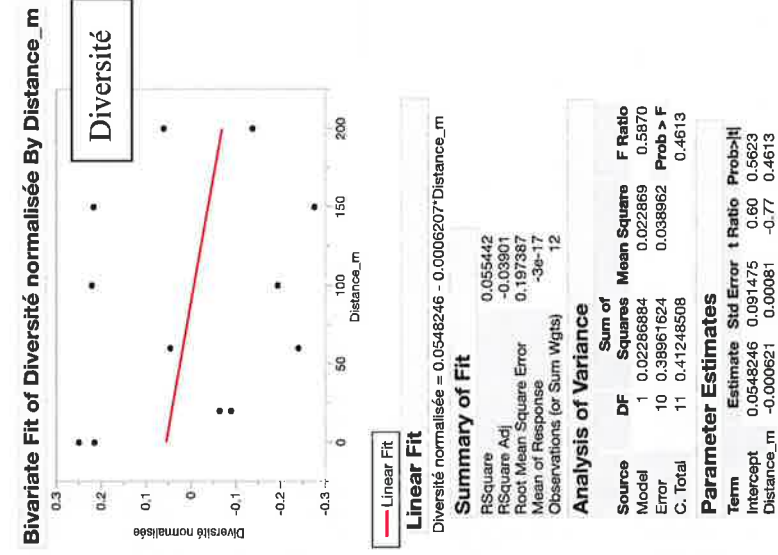
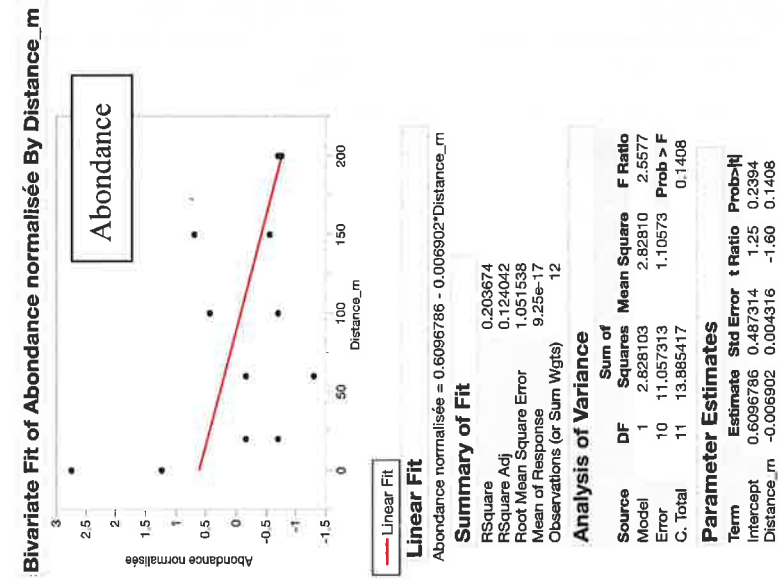
Une différence à considérer pour cette hypothèse est que lorsque seulement les données de la bleuetière du Centre de Recherche les Buissons sont analysées, le taux de mise à fruit est plus grand quand on se rapproche de la parcelle de butinage. Cet effet n'est plus observable lorsque les fruits sont récoltés (graphique x).

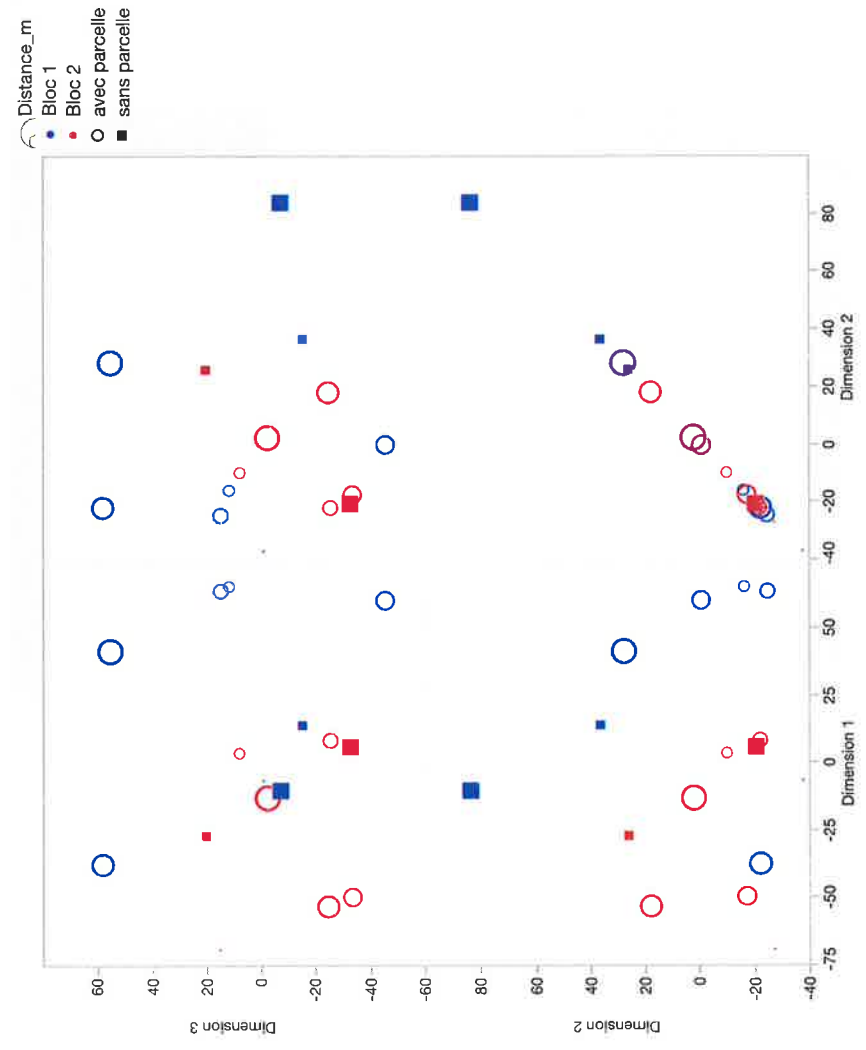


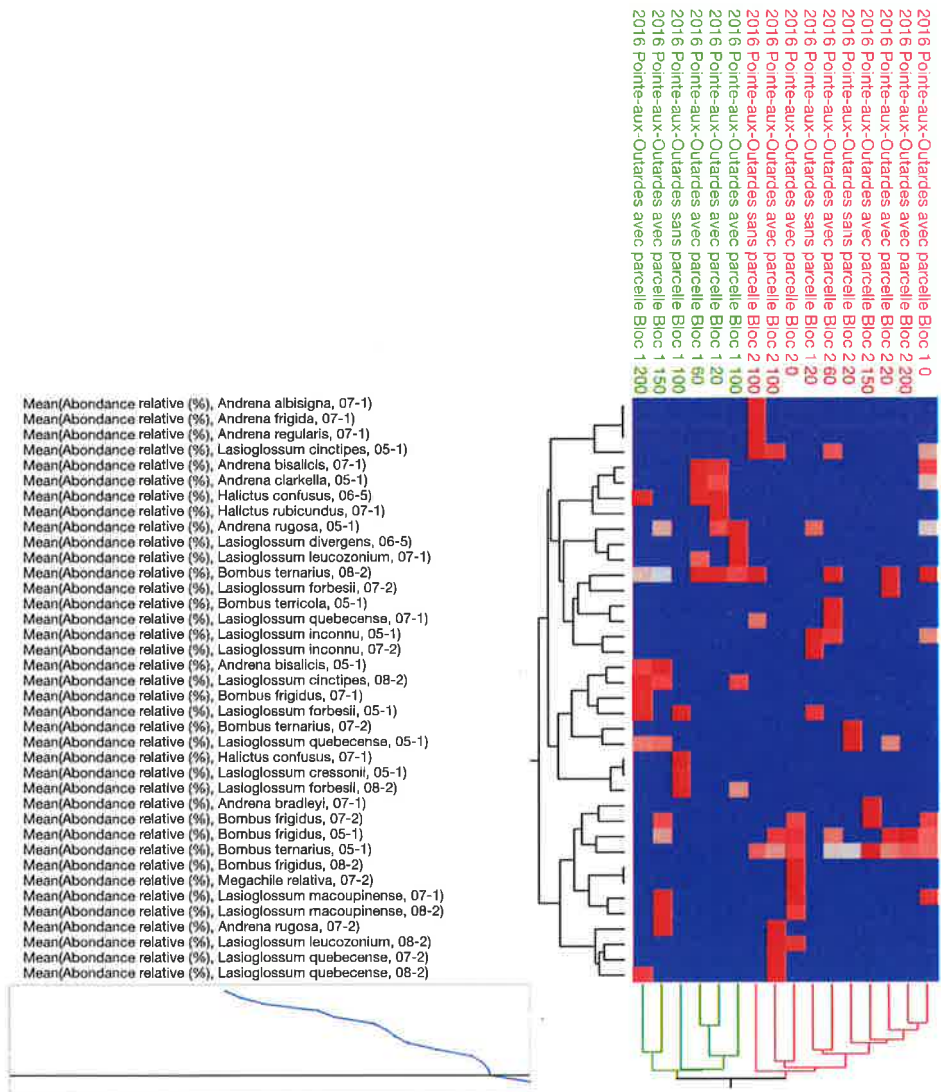
Graphique : Taux de mise à fruit (%; gauche) et rendement (kg/ha; droite) en fonction de la distance du piège par rapport à la parcelle (m) pour la bleuetière du Centre de Recherche les Buissons uniquement.

Hypothèse 4 – Bleuetière Centre de recherche les Buissons: La proximité d'une parcelle de butinage influence la diversité et l'abondance des pollinisateurs indigènes

Il n'y a pas d'effet significatif entre la distance à la parcelle et la richesse, la diversité et l'abondance des pollinisateurs indigènes, mais les tendances vont dans le sens de l'hypothèse que les parcelles attirent des pollinisateurs.



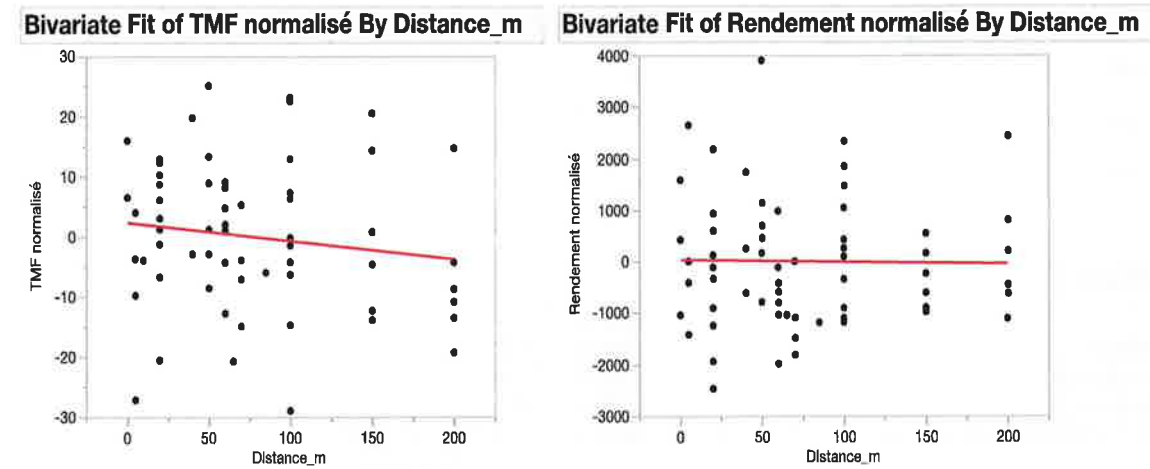




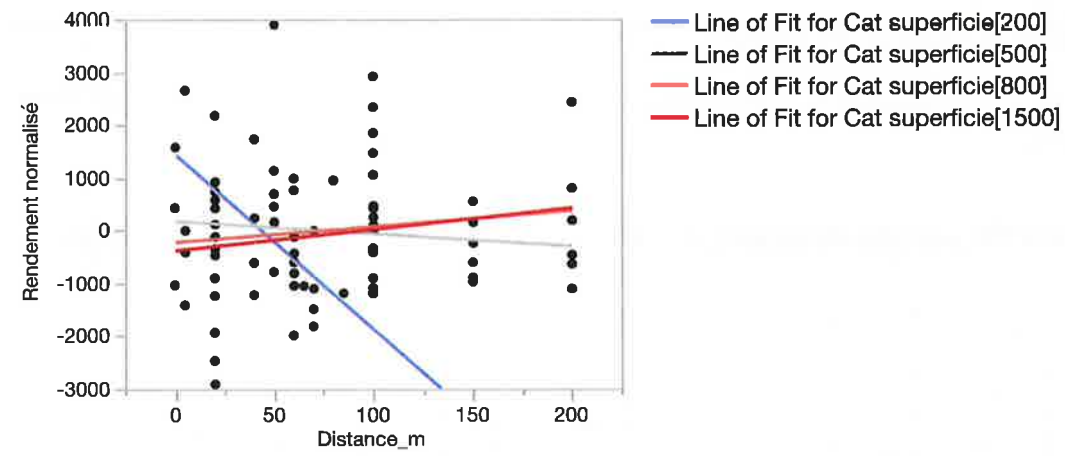
ANNEXE 3

Complément : Figures et statistiques

Hypothèse 2 : La proximité d'une parcelle de butinage favorise la productivité (TMF, rendement).

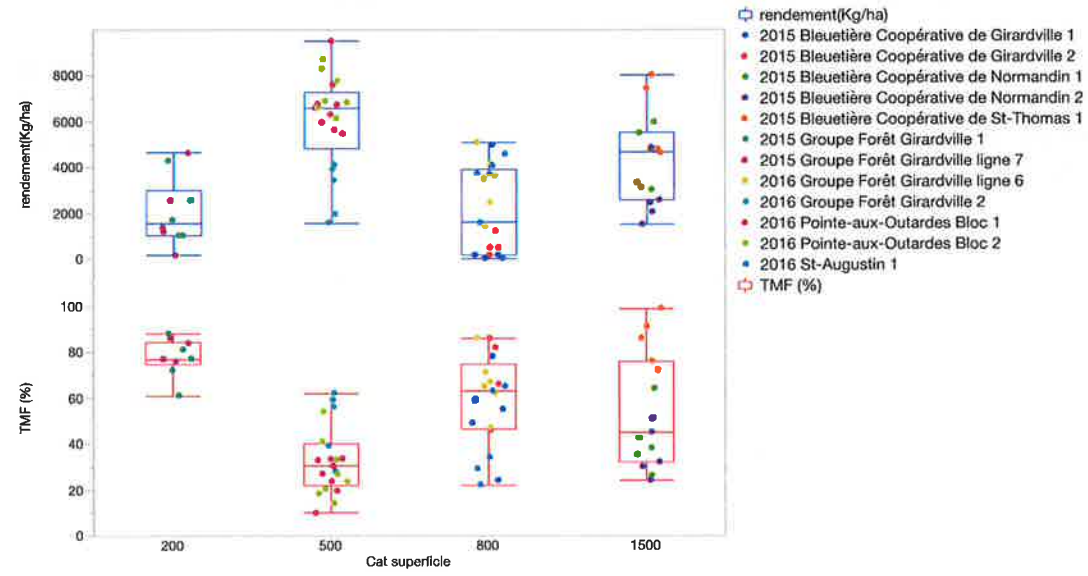


Graphique A : Taux de mise à fruit (%; gauche) et rendement (kg/ha; droite) en fonction de la distance du piège par rapport à la parcelle (m). Notez que les résultats sont normalisés par la moyenne de la parcelle pour observer l'effet à l'intérieur d'une parcelle et comparer les valeurs entre les parcelles et que les résultats de Pointe aux Outardes sont considérés.



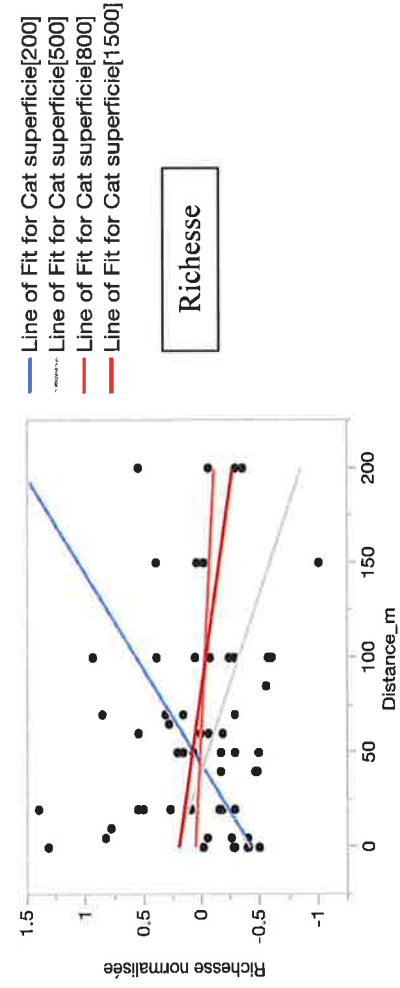
Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
Cat superficie	3	3	4482776	0.9838	0.4067
Distance_m	1	1	9598891	6.3196	0.0147*
Cat superficie*Distance_m	3	3	11393600	2.5004	0.0682



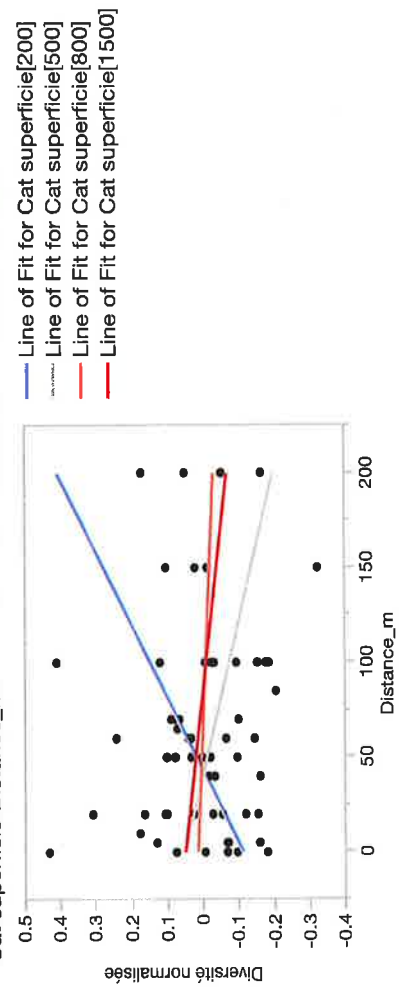
Graphique B: Relation entre la distance du piège par rapport à la parcelle (m) et le rendement (kg/ha), selon la catégorie de superficie de parcelles de butinage

Hypothèse 4 : La proximité d'une parcelle de butinage influence la diversité et l'abondance des pollinisateurs indigènes



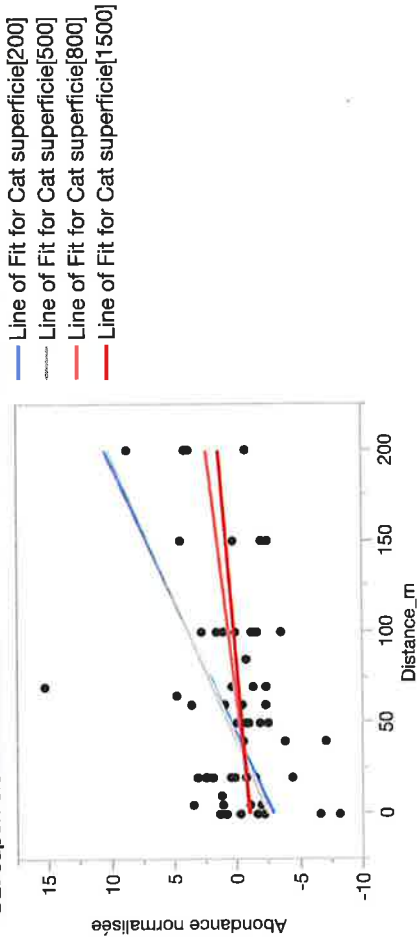
Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
Cat superficie	3	3	0.3243829	0.4760	0.7004
Distance_m	1	1	0.8662495	3.8133	0.0565
Cat superficie*Distance_m	3	3	1.3040716	1.9136	0.1394



Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
Cat superficie	3	3	0.02115725	0.3226	0.8090

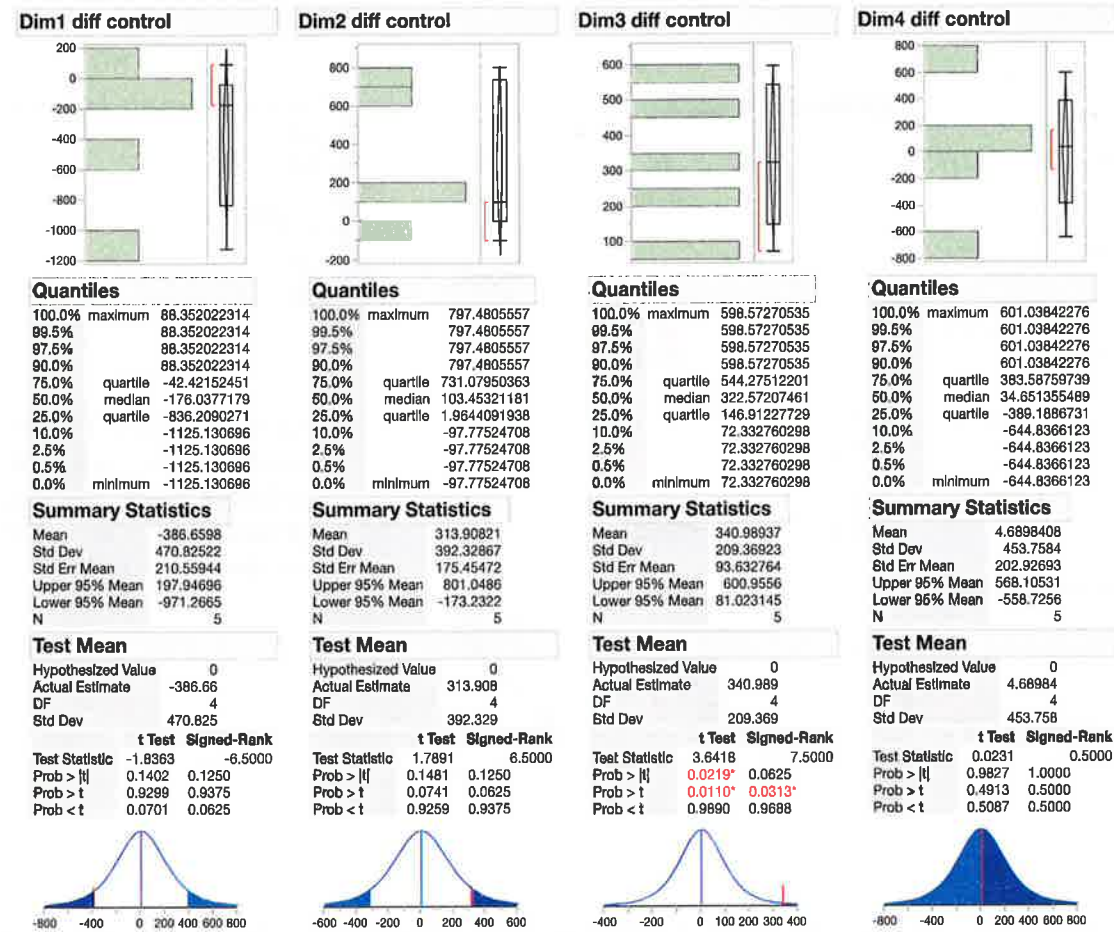


Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
Cat superficie	3	3	19.757424	0.5447	0.6540
Distance_m	1	1	39.453578	3.2630	0.0769
Cat superficie*Distance_m	3	3	38.206469	1.0533	0.3773

Graphique C : Relation entre la distance à la parcelle et la richesse, la diversité et l'abondance des pollinisateurs indigènes

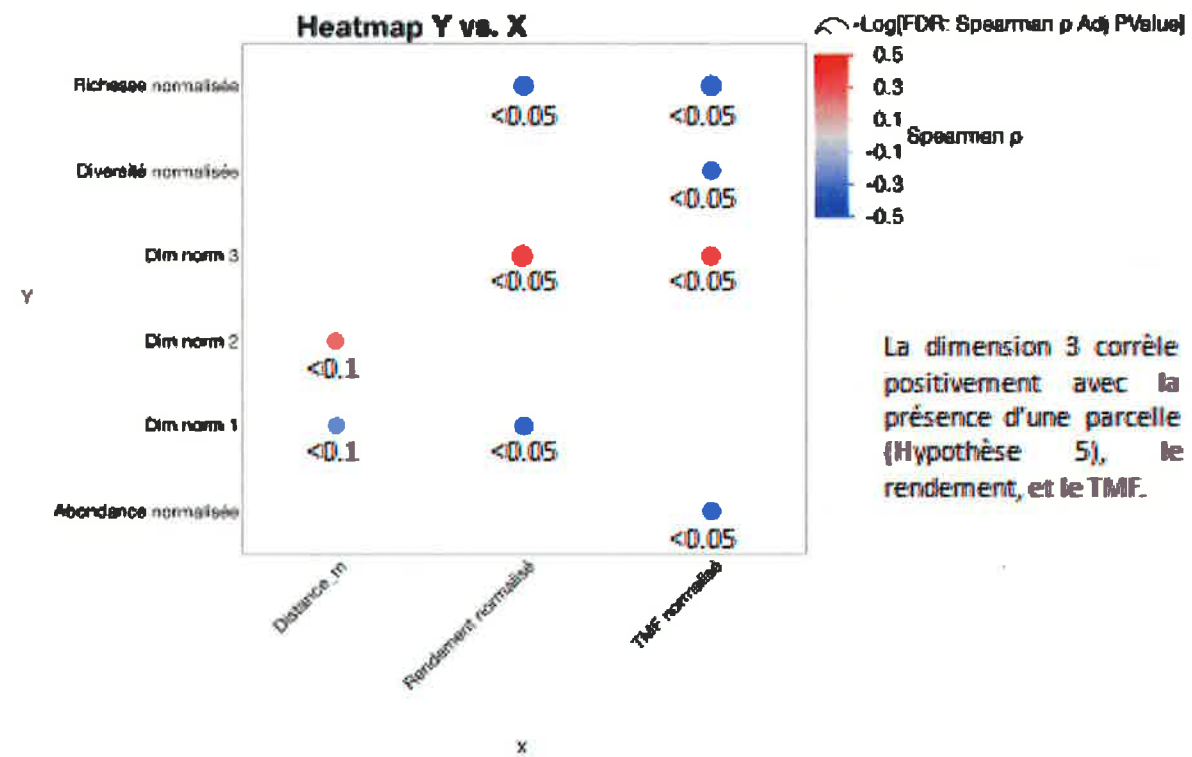
Hypothèse 5 : La présence d'une parcelle de butinage à proximité des champs de bleuets influence la composition et la structure des communautés de pollinisateurs indigènes



Graphique D : Détail des valeurs de T associées à l'analyse multidimensionnelle pour comparaison de la composition et de la structure des communautés

Hypothèse 6 : La composition et la structure des communautés de pollinisateurs indigènes varie en fonction de la proximité d'une parcelle de butinage :

Hypothèse 7 : La structure et la composition des communautés de pollinisateurs indigènes varient en fonction de la productivité (TMF et rendement)



Graphique E : Résumé visuel des corrélations non-paramétriques entre les variables. La taille des cercles indique le niveau de significativité (Valeur de P ajustée pour les tests multiples <0.05)

ANNEXE 4 – AFFICHE D’INFORMATION 2015 (PIÈCE JOINTE)
ANNEXE 5 – DIAPORAMA 18 DÉCEMBRE 2015 (PIÈCE JOINTE)
ANNEXE 6 – DIAPORAMA JOURNÉE BLEUET 2016 (PIÈCE JOINTE)
ANNEXE 7 – AFFICHE D’INFORMATION 2016 (PIÈCE JOINTE)
ANNEXE 8 : ARTICLE DE LA TERRE DE CHEZ NOUS – ACCESSIBLE EN LIGNE (LIEN HYPER
TEXTE)

