

Valorisation des délaissés routiers en faveur des pollinisateurs : une évaluation du rapport coût-bénéfice.



Projet pilote mené dans le département du Pas-de-Calais et dans le cadre du projet Interreg France-Wallonie-Vlaanderen SAPOLL - Sauvons nos Pollinisateurs



Avec le soutien du Fonds Européen de Développement Régional (FEDER)

Juin 2020

Cette étude a été réalisée par le Département du Pas de Calais, l'Université de Mons, le Groupe ornithologique et naturaliste du Nord - Pas-de-Calais et le Conservatoire d'Espaces Naturels du Nord et du Pas-de-Calais.



Dans le cadre du projet SAPOLL – Sauvons nos pollinisateurs – Samenwerken voor pollinators : Un plan d'Action transfrontalier en faveur des pollinisateurs sauvages.



Avec le soutien du Fonds Européen pour le Développement Régional (FEDER) à hauteur de 50% ainsi que du Département du Pas-de-Calais, de la Région Hauts-de-France et de la Région Wallonne.



Rédaction : Folschweiller Morgane (Université de Mons) et Bacquaert Jérôme (Département du Pas-de-Calais).
Relecture : Capoen Mélanie (Département du Pas-de-Calais), Rey Gaëtan (Conservatoire d'Espaces Naturels du Nord et du Pas-de-Calais), Dhellemmes Théalie (GON), Lauer Rémy (Département du Pas-de-Calais).
Collecte des données : Sébastien Verne, (GON), Théalie Dhellemmes (GON), Rey Gaëtan (Conservatoire d'Espaces Naturels du Nord et du Pas-de-Calais), Marescaux Quentin (Conservatoire d'Espaces Naturels du Nord et du Pas-de-Calais), Bacquaert Jérôme (Département du Pas-de-Calais), Cattelin Lorraine (GON), Vandesteene Corentin (GON), Meurisse Quentin (GON), Gaudard Julie (GON), Collignon Maiwenn (GON) et Pellet Camille (GON).

Table des matières

I.	Introduction	3
II.	Matériel et Méthode	4
1.	Sites étudiés.....	4
2.	Les traitements	5
3.	Les semences de prairies fleuries	8
4.	Suivis faunistiques	8
5.	Suivis floristique.....	10
6.	Suivis humains	11
7.	Evaluation financière	12
8.	Analyse des résultats	12
III.	Résultats	13
1.	Résultats floristiques	13
2.	Résultats faunistiques	19
3.	Résultats humains et techniques	27
4.	Résultats financiers	28
IV.	Discussion	29
1.	Bénéfices écologiques	29
2.	Coûts humain, techniques et financiers	30
V.	Conclusion	32
VI.	Résumé	33
VII.	Bibliographie	34
	Annexe 1.....	35
	Annexe 2.....	44
	Annexe 3.....	48
	Annexe 4.....	50
	Annexe 5.....	52
	Annexe 6.....	55

I. Introduction

Face au constat actuel de changements globaux, d'érosion de la biodiversité et de déclin des pollinisateurs, il semble nécessaire que l'ensemble des acteurs d'un territoire s'impliquent et agissent à leur échelle en faveur de la préservation de la nature et de la conservation des pollinisateurs sauvages. C'est de ce constat qu'est né le **projet SAPOLL – Sauvons nos pollinisateurs – Samenwerken voor pollinators** qui propose la mise en place d'un plan d'action en faveur des pollinisateurs sauvages en Belgique et dans le nord de la France.

Le projet SAPOLL est un projet **INTERREG V France-Wallonie-Vlaanderen** financé sur 4 ans (2016-2020) par des fonds FEDER et régionaux pour impulser une dynamique transfrontalière en faveur des pollinisateurs sauvages que sont les abeilles, les syrphes et les papillons. Le [plan d'action](#) issu de ce projet, et mis en place pour une durée de 10 ans (2019-2029), propose 35 actions qui impliquent l'ensemble des acteurs de notre société et en touche tous les domaines, de la recherche aux mesures de terrain en passant par l'information et la sensibilisation. Les actions proposées sont donc à l'intention de différents types d'acteurs sur différents types d'espaces et incluent notamment les **espaces et structures linéaires**. Dans ce cadre, les partenaires du projet ont décidé de conduire une **action pilote sur les délaissés routiers**, afin de tester le potentiel de mesures en faveur des pollinisateurs dans une logique coûts/bénéfices, afin de **proposer des mesures réalistes et généralisables**. Ce projet pilote s'inscrit donc dans l'action n°29 du plan « [Intégrer la problématique des insectes pollinisateurs sauvages dans la gestion des structures linéaires](#) » et vise à répondre à certaines questions dans ce domaine.

Ce projet vise donc à tester des méthodes d'ensemencement de délaissés routiers en faveur des pollinisateurs. La question de l'aménagement des bords de routes est une question largement étudiée en France (Rapport de la DIR Nord, Tajjiou 2014, François et Le Féon, 2017, ...) et à l'étranger (Hopwood *et al.*, 2008, 2016, Grass *et al.*, 2016) et qui a donné lieu à divers guides de bonnes pratiques ou de sensibilisation (ex : SETRA 1994, Navaux F., 2012, Hopwood *et al.*, 2015). Ce projet pilote ne souhaite pas démontrer si les prairies fleuries en bords de routes sont favorables aux pollinisateurs car la question écologique est complexe et il existe déjà de nombreuses études sur le sujet, mais plutôt à **tester quelle méthode d'ensemencement est la plus intéressante d'un point de vue des coûts et de la difficulté de mise en œuvre, au regard des bénéfices sur la faune pollinisatrice et la flore**. Pour cela des études faunistiques et floristiques ont été mises en œuvre, ainsi qu'un suivi financier et méthodologique.

Ce rapport est donc à la fois une expérimentation (test d'hypothèse, présentation des résultats...) et une proposition de protocole d'action (propositions de mélanges de semence, explications techniques...) dont les gestionnaires d'espaces routiers et d'autres linéaires peuvent s'emparer.

II. Matériel et méthode

L'expérimentation s'est déroulée entre avril 2016 (marquage des sites sur le terrain) et juin 2019, dans le cadre du projet SAPOLL et sous la charge du Conseil départemental du Pas-de-Calais. L'écriture et le suivi du protocole ont été réalisés par l'Université de Mons en concertation avec le Conservatoire d'Espaces Naturels du Nord-Pas-de-Calais, le Groupe ornithologique et naturaliste du Nord - Pas-de-Calais et le Département du Pas-de-Calais. Ce dernier a réalisé le projet. Plus précisément, le pilotage a été réalisé par la Direction du Développement, de l'Aménagement, et de l'Environnement (Service des Stratégies Départementales et Service des Espaces Naturels et de la Randonnée) en s'appuyant sur les Maisons du Département Aménagement et Développement Territorial (MDADT) de l'Arrageois, de l'Artois, du Calaisis, et sur les Centres d'Exploitation Routiers (CER) concernés, pour la mise en œuvre opérationnelle du projet. Les suivis ont été réalisés par le Conservatoire des Espaces Naturels du Pas-de-Calais et le Département du Pas-de-Calais pour le volet flore et par le Groupe ornithologique et naturaliste du Nord - Pas-de-Calais pour la partie faune.

1. Sites étudiés

Au total 11 délaissés routiers appartenant au Conseil départemental du Pas-de-Calais ont été sélectionnés pour cette étude. Ils sont répartis dans trois secteurs : l'Arrageois (5 sites), l'Artois (4 sites) et le Calaisis (2 sites). Ces secteurs ont été sélectionnés afin de couvrir une grande diversité de paysages et car les équipes de gestion des routes (Centres d'Entretien Routier) de ces zones s'étaient portées volontaires pour participer à l'expérimentation. Au sein des secteurs, les délaissés routiers de taille assez grande pour accueillir les parcelles test ont été identifiés par les équipes du Département, et une sélection finale a été réalisée en tenant compte d'un éloignement suffisant entre parcelles (pour éviter les phénomènes d'autocorrélation géographique) et de leur accessibilité pour garantir la sécurité des aménageurs et équipes. La surface cumulée des sites valorisés dans le cadre de cette expérimentation équivaut au total à 5,8 hectares.

Secteur	Commune du délaissé	Surface (ha)
Arrageois	Achicourt	0,75
	Athies	1
	Avesnes-lès-Bapaume	0,227
	Mory	0,26
	Saint-Nicolas-lez-Arras	0,22
Artois	Ligny-lès-Aire	0,49
	Lillers	0,9
	Ruitz	1
	Vendin-lès-Béthune	0,28
Calaisis	Calais	0,35
	Fréthun	0,43

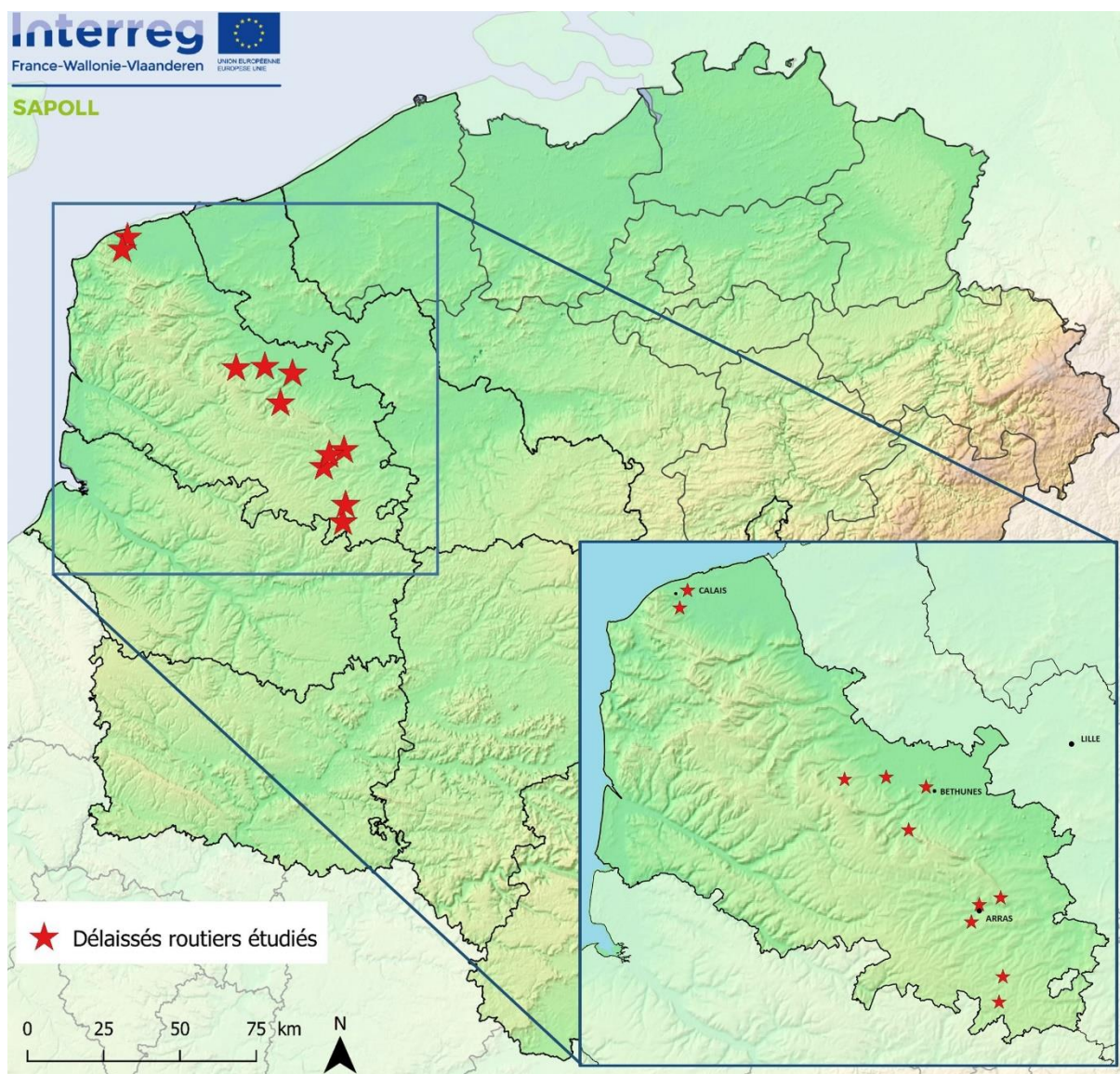


Figure 1 : Carte figurant l'emplacement des délaissés routiers étudiés (étoiles rouges) au sein du territoire transfrontalier du projet SAPOLL et zoom sur le département du Pas-de-Calais.

2. Les traitements

Dans le cadre de cette expérimentation, trois types de « traitements » ont été appliqués sur chaque site sélectionné : la gestion habituelle (T0), le sur-semis (T1) et le semis (T2).

La gestion habituelle (T0) sert de témoin à l'expérimentation. Elle servira de comparatif pour quantifier l'effet des deux autres traitements.

Le sur-semis (T1) représente une option moins technique et à coût moins élevé qui peut être implantée dans un site dont on souhaite améliorer la qualité écologique (floristique et faune pollinisatrice).

Le semis (T2) représente une option plus technique et donc plus coûteuse qui peut être implantée préférentiellement sur une zone où la terre est déjà dévégétalisée (ex : nouveaux aménagements, zones dégradées ou en travaux...) afin d'améliorer la qualité écologique par rapport à un semis de végétalisation classique.

Le choix des parcelles : Ces traitements ont été mis en place dans des parcelles test de 50 m de long et de 2m de large, dont les extrémités sont signalisées et rendues visibles pour les équipes d’entretien et les relevés naturalistes. Ces parcelles ont été positionnées de manière équidistante les unes des autres sur les sites, avec un maximum de distance entre elles (varie en fonction de la conformation du site – voir figure 2, figure 3 et annexe 1). Une fois identifiées et géolocalisées, les parcelles restent les mêmes durant toute la durée de l’étude.

Mise en place : La parcelle en « gestion habituelle » sert de témoin dans le cadre de l’étude et ne subit aucun aménagement particulier à part le marquage de son emplacement.

La parcelle en sur-semis est aménagée par scarification du sol, suivi du semis du mélange de prairie fleurie ne contenant pas de graminées (M1).

La parcelle de semis est aménagée sur un sol à nu et finement préparé sur lequel est semé le mélange de prairie fleurie contenant des graminées (M2).

Pour des raisons matérielles, il a été impossible de synchroniser l’expérimentation sur l’ensemble des délaissés. Un premier lot de 5 sites dans l’Arrageois a donc été aménagé en 2016 et un second lot de 7 sites a été aménagé en 2017 (Artois, Calaisis). Ces aménagements ont été réalisés en automne 2016 et 2017, à l’exception du site d’Athies et du semis (T2) sur les sites de l’Arrageois au printemps 2017.

Gestion : Toutes les parcelles sont gérées par gyrobroyage (sans export de matière) tous les ans en septembre. Seules les parcelles de sur-semis sont fauchées avec export de matière la première année afin de permettre une bonne prise des semis. La gestion de fauche avec export généralisée serait plus favorable à l’entretien des délaissés routiers et notamment des prairies fleuries, mais en absence de matériel adéquat, le scénario du gyrobroyage a été retenu. La réalisation d’une fauche avec export aurait impliqué une prise en compte budgétaire car elle implique des coûts supplémentaires pour l’acquisition du matériel spécifique et sa mise en œuvre.

L’échardonnage a pu être réalisé avant le 15 juillet si nécessaire (si le Cirse des champs – *Cirsium arvense* est observé dans la parcelle) afin de respecter la loi sur l’échardonnage.

Le détail technique de ces aménagements est disponible en annexe 2.

Tableau 1 : Descriptif des différents traitements appliqués pour les parcelles témoin (T0), de sur-semis (T1) et de semis (T2).

Type de traitement	Préparation du sol	Semis	Gestion
T0 – Témoin	-	-	Gyrobroyage
T1 – Sur-semis	Scarification	M1 (fleurs sans graminées)	Fauche année 1 puis gyrobroyage
T2 - Semis	Sol nu finement préparé	M2 (fleurs + graminées)	Gyrobroyage



Figure 2: Exemple d'agencement des parcelles test (en violet) sur un délaissé routier de forme triangulaire (contour en rouge). Les parcelles sont placées de manière équidistante et le plus loin possible les unes des autres.

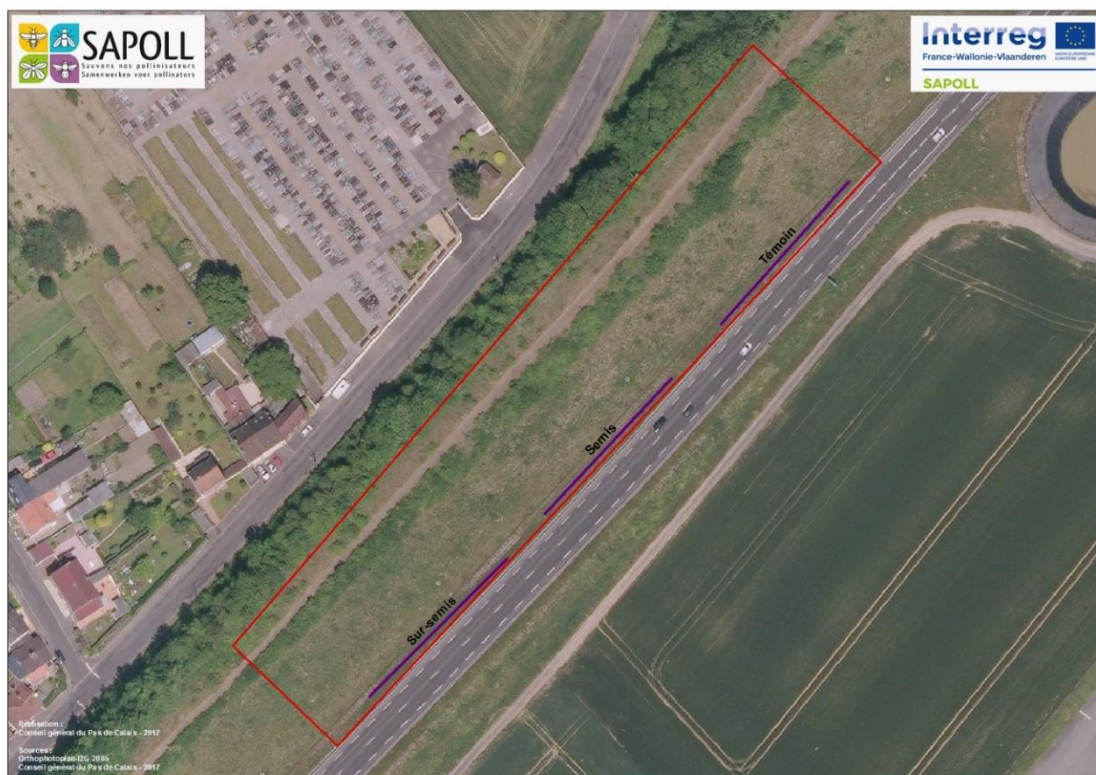


Figure 3: Exemple d'agencement des parcelles test (en violet) sur un délaissé routier de forme allongée (contours en rouge). Le délaissé étant étroit, il n'est pas possible de placer les parcelles en travers, elles sont donc placées les unes à la suite des autres le long de la route.

Valorisation des délaissés routiers en faveur des pollinisateurs : une évaluation du rapport coût-bénéfice

3. Les semences de prairie fleurie

Choix des espèces de plantes et composition des mélanges : Le mélange de prairies fleuries a été sélectionné de manière à favoriser un cortège diversifié de pollinisateurs sauvages, tout en étant adapté à la zone écologique (climat, type de sol...). D'autre part, il est constitué uniquement de plantes vivaces ou bisannuelles afin de garantir la présence des plantes à fleurs sur plusieurs années. En effet les plantes annuelles (ex : messicoles) permettent une floraison abondante la première année mais deviennent ensuite minoritaires dans la prairie.

Deux types de mélanges ont été établis : un mélange spécifique au sur-semis (T1), qui ne contient pas de graminées et que des plantes entomophiles (M1) et un mélange spécifique au semis (T2), qui contient 50% de graminées et 50% de plantes entomophiles (M2). La composition des plantes entomophiles est commune aux deux mélanges et est décrite en annexe 3 (Tableau 1).

Au total, 15 plantes entomophiles ont été sélectionnées et sont susceptibles d'être butinées à la fois par les abeilles sauvages à langue longue et à langue courte ainsi que par les syrphes et papillons de jour et de nuit. Les périodes de floraison couvrent la période de mars à octobre, soit l'entièreté de la période d'activité des pollinisateurs sauvages (voir annexe 3 tableau 2). Le maximum de floraison a lieu en juin et juillet, période de pic de diversité des abeilles sauvages où les ressources florales sont particulièrement importantes.

Les graminées intégrées au mélange M2 sont peu compétitives (Fétuque, Pâturin, Crécelle) et permettent de limiter la recolonisation par des graminées plus compétitives vis-à-vis des plantes à fleurs entomophiles.

Coût et provenance des semences : Le facteur prix n'a pas été pris en compte comme critère discriminatoire pour les mélanges M1 et M2. Cependant, afin de mieux évaluer les coûts des opérations, un semis a été composé pour la mise en place à grande échelle (M3). Ce dernier sera légèrement adapté du semis M2, avec le retrait de 3 plantes à fleurs qui avaient un coût élevé et un faible taux de reprise dans le cadre de l'expérimentation (*Linaria vulgaris*, *Ranunculus acris*, *Tragopogon pratensis*) et l'ajout d'une plante annuelle (*Papaver rhoeas*). Il sera testé courant 2020 pour la végétalisation d'un site routier du Pas-de-Calais d'une surface totale de 11 hectares (bande de 5 mètres de large entre une bande cyclable et la route départementale).

Les semences sont de sources génétiques locales et certifiées (imposé dans le cahier des charges) et ont été fournies par l'entreprise ECOSEM située en Belgique.

Les prix au kilogramme des semences utilisées dans l'expérimentation (par tranches de 50 euros) sont indiqués en annexe 3 (Tableau 1).

4. Suivis faunistiques

Calendrier de suivi : Afin de comprendre l'effet des semis sur la faune pollinisatrice, des suivis ont été réalisés sur les 11 délaissés routiers concernés par cette expérimentation. Ces derniers ont été réalisés en 2017 et 2018 pour les sites de l'Arrageois (semés en 2016) et en 2018 uniquement pour les sites de l'Artois et du Calaisis (semés en 2017).

Ces relevés faunistiques ont été réalisés quatre fois par an, entre avril et août afin de cibler un maximum d'espèces de pollinisateurs (espèces précoces, printanières et estivales). Au total, les 5 sites de l'Arrageois ont donc bénéficié de 8 passages sur 2 ans et les 7 sites de l'Artois et du Calais de 4 passages sur une seule année.

Des relevés (2 dates) avaient été réalisés en 2016 sur les sites de l'Arrageois afin de réaliser un « état zéro » des populations de pollinisateurs sur le site avant les aménagements. Ces relevés d'état zéro n'ont pas pu être réalisés, par manque de temps et de moyens humains, sur les secteurs du Calais et de l'Artois en 2017.

Méthode : Le relevé faunistique consiste à parcourir un transect de 25 mètres situé au centre de la parcelle test à allure constante et pendant une durée de 20 minutes (voir figure 4).

Lors du parcours du transect, tous les insectes observés dans une boîte virtuelle de 1 m de large et de 2m de haut autour de l'observateur ont été notés. Un filet à papillons a été utilisé pour capturer les pollinisateurs observés qui ont été immédiatement placés dans des piluliers pour détermination future. Les groupes de pollinisateurs considérés dans cette étude sont les syrphes (Diptera, Syrphidae), les abeilles sauvages (Hymenoptera, Apoidea) et les papillons (Lepidoptera). Si le pollinisateur n'a pas pu être attrapé au filet, la donnée a quand même été notée avec la plus grande résolution taxonomique possible. Toutes les informations liées aux observations sur le terrain (lieu, date, insectes pollinisateurs observés, plante butinée, météo) ont été renseignées dans les fiches d'observations faunistiques (voir annexe 4).

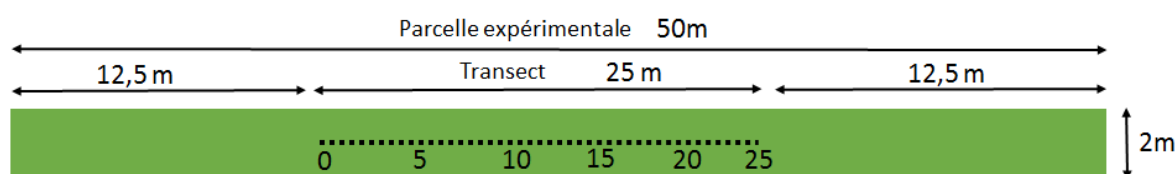


Figure 4 : Schéma d'une parcelle test type de 50m de long et 2m de large. L'observateur parcourt un transect de 25 m au centre la parcelle (pointillé) à vitesse constante et durant un temps déterminé durant lequel il collecte ou note tous les insectes observés et la plante butinée.

Conditions météorologiques : Les relevés ont été réalisés à partir de 10h du matin, par météo clémente c'est à dire pour des températures de 13°C minimum et avec un ciel dégagé (moins de 50% de couverture nuageuse) et une vitesse du vent inférieure à 5 Beauforts. Si la couverture nuageuse était supérieure à 50%, alors une température minimale de 15°C était requise. Les paramètres météorologiques (température, couverture nuageuse, vent) ont été renseignés sur les fiches de relevés faunistiques.

Cette opération a été répétée sur les trois parcelles test (T0, T1 et T2) présentes sur le site.

Relevés d'abondance florale : En parallèle du relevé faunistique, un relevé d'abondance florale a été réalisé dans des carrés de 1 m de côté placés à 0m, 5m, 10m, 15m, 20m et 25m le long du transect. Dans chaque carré, un relevé d'abondance florale est réalisé. Le nom (latin) des cinq plantes à fleurs les plus abondantes sont renseignés. Puis le nombre d'unités florales (c'est-à-dire le nombre de capitule, d'ombelle ou d'épis floraux) présents dans les carrés ont été comptés et renseignés dans la fiche d'observations faunistiques (voir annexe 4).

Préparation des insectes : Les insectes qui pouvaient être déterminés sur place (papillons) ont été identifiés puis relâchés. Les autres insectes (abeilles et syrphes) capturés ont été mis à mort avec de l'acétate d'éthyle puis préparés, épinglés et mis en collection. L'étiquetage des spécimens a été réalisé de manière systématique en reprenant tous les détails des conditions de capture. Les spécimens ont ensuite été redirigés vers des spécialistes pour détermination, via le réseau du projet SAPOLL.

Encodage des données : Une fois les spécimens déterminés au niveau de l'espèce, les différentes informations issues des fiches de terrain et des étiquettes des spécimens ont été encodées dans un tableau de données sous un format spécifique comptant une cinquantaine de champs (informations de référencement de la données, informations relatives au spécimen, informations relatives à l'encodage et la validation de la donnée, description des conditions de capture, description de la station, taxonomie).

5. Suivis floristiques

Calendrier de suivi : Les relevés floristiques ont été réalisés chaque année après la mise en place des parcelles. Les relevés ont donc eu lieu en 2017, 2018 et 2019 dans le secteur de l'Arrageois et 2018 et 2019 sur les secteurs du Calaisis et de l'Artois. Les relevés ont été réalisés au mois de juin, période de pic de végétation, afin de suivre le développement de celle-ci sur les parcelles test.

Méthode : Des relevés botaniques ont été faits sur chaque parcelle test (T0, T1, T2) de chaque site. Ils ont été réalisés au sein de 3 quadras de 1m² répartis aléatoirement (à 0m, 5m, 10m, 15m, 20m ou 25 m) sur un transect de 25 mètres de long situé au centre de la parcelle test (voir figure 5). Pour chaque quadra, la flore a été inventoriée et les coefficients d'abondance ont été notés selon la méthodologie phytosociologique sigmatiste pour chacune des espèces. Toutes les informations du relevé et liées aux conditions (date, observateur, site...) ont été renseignées dans des fiches d'observations floristiques (voir Annexe 4) à raison d'une fiche par quadra.

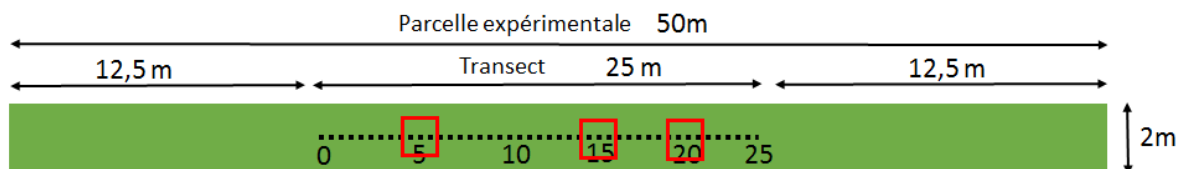


Figure 5: Schéma d'une parcelle test type de 50m de long et 2m de large. Les relevés botaniques sont réalisés dans trois quadras d'un mètre carré placés aléatoirement sur le transect.

Encodage des données : Les données ont été encodées dans un tableau de données au format Excel. Ce dernier présente les coefficients d'abondance des espèces végétales rencontrées avec les sites, année, traitements et numéros de quadras en colonne et en ligne les noms des plantes rencontrées. Des tableaux de synthèse ont été réalisés sur base de ces relevés phytosociologiques, en intégrant notamment le côté entomophile (pollinisation par les insectes) ou anémophile (pollinisation par le vent) des plantes inventoriées.

Valorisation des délaissés routiers en faveur des pollinisateurs : une évaluation du rapport coût-bénéfice

6. Suivis humains

Tout d'abord, en amont des expérimentations, des actions d'information et de sensibilisation ont été menées. Les publics visés ont été les sous-traitants intervenant dans la réalisation des semis, le personnel interne au Département du Pas-de-Calais ainsi que le personnel du CER du Calaisis. Ces formations ont consisté à mettre l'expérimentation en contexte, expliquer les enjeux et faire les liens avec d'autres démarches complémentaires du Département (ex : actions sur les espèces protégées en bords de routes). De plus, le dialogue s'est établi autour de la question de l'échardonnage lorsque celui-ci devait être réalisé sur ou à proximité des sites expérimentaux.

D'autre part, le suivi des sites et du bon déroulement de l'expérimentation a été réalisé par le biais de passages réguliers (lors des inventaires faune et flore notamment) et via des relais de terrain. Toutes les perturbations affectant les sites expérimentaux (techniques ou organisationnelles) ont été recensées dans un tableau récapitulatif (voir annexe 6). Par perturbations on entend tout évènement non prévu dans le protocole expérimental, de la modification de la date de fauche (perturbations mineures) à la dégradation des sites par les machines agricoles (perturbations majeures).

Pour finir, des panneaux d'information ont été placés à proximité des sites afin d'informer le grand public de la présence de sites expérimentaux le long des voiries. Ces panneaux ont à la fois pour but la mise en avant des financeurs du projet mais aussi la valorisation de l'expérimentation ainsi qu'une meilleure compréhension de ce qui peut être vu en bord de route.



Figure 6 : Panneau d'information placé sur les délaissés routiers de l'expérimentation. Les panneaux sont bilingues car ce projet est réalisé dans le cadre de la programmation INTERREG V France-Wallonie-Vlaanderen.

7. Evaluations financières

Valorisation des délaissés routiers en faveur des pollinisateurs : une évaluation du rapport coût-bénéfice

L'évaluation financière a été réalisée sur base des devis et factures lors du marché réalisé dans le cadre de cette expérimentation ainsi que sur base d'autres travaux du même type réalisés par le Conseil départemental du Pas-de-Calais.

Les prix au kilogramme des semences, lorsqu'il a été communiqué, est indiqué en annexe 3 (tableau 1). Ces prix varient de moins de 50 euros le kilo pour les Trèfles et Vesces par exemple à plus de 300 euros le kilo pour les Salsifis ou Crépis. Il faut prendre en compte le fait que le nombre de graines présentes dans un kilogramme de semences varie en fonction de la taille et du poids de la graine. Les graines de Crépis par exemple sont très petites et légères alors que les graines de Vesces sont plus grandes et lourdes. Le prix des semences est aussi impacté par la difficulté de production et récolte de ces dernières. Le prix final du mélange varie en fonction des proportions des différentes semences intégrées au mélange.

Le coût de la mise en place (préparation du terrain et semis, fauche éventuelle) varie en fonction de la surface de prairie fleurie mais aussi du type de traitement (semis, sur-semis). Une fourchette de prix sur base des devis de cette expérimentation est proposée ici.

8. Analyse des résultats

L'analyse des résultats écologiques a été réalisée sur base des tableaux de données faunistiques et floristiques. D'un point de vue faunistique, les 5 sites de l'Arrageois, disposant d'un inventaire d'état zéro en 2016 et de deux années de suivi (2017-2018) ont été considérés dans un premier lot. Les 6 sites de l'Artois et du Calais, pour lesquels il n'y a pas eu d'état zéro et uniquement une année de suivi (2018) sont considérés dans un second lot.

L'analyse des résultats humains et financiers a été réalisée sur base des inventaires des problèmes techniques et organisationnels et des offres de prix reçues lors des appels d'offre pour le projet.

III. Résultats

Les résultats pour les années 2016 et 2017 sont aussi repris et analysés en détails dans le rapport de stage de Vandesteene – Tournache C. (2018).

1. Résultats floristiques

Durant l'expérimentation 234 relevés floristiques ont été réalisés sur les 78 transects parcourus au sein des 11 délaissés routiers considérés entre juin 2017 et juin 2019.

Un total de **130 taxons de plantes** dont **99 identifiés au niveau spécifique** ont été recensés. Parmi ces derniers, **82 espèces de plantes sont entomophiles** et donc des plantes à fleurs représentant des ressources de butinage pour les pollinisateurs sauvages.

Implantation de la prairie fleurie :

Sur les 24 espèces de plantes semées, toutes ont ensuite été observées lors des inventaires. Globalement, le mélange semé s'est bien implanté dans les parcelles de sur-semis (T1) et de semis (T2) et se retrouvent même dans les parcelles témoin (T0).

Occurrences dans les parcelles : Certaines des espèces de plantes semées se sont fortement implantées dans les parcelles test (présence dans près de 50% des transects) comme la Carotte sauvage (*Daucus carota*), le Lotier corniculé (*Lotus corniculatus*), les Trèfles (*Trifolium repens*, *Trifolium pratense*), l'Achillée millefeuille (*Achillea millefolium*) et la Renoncule rampante (*Ranunculus repens*). D'autres plantes à fleurs semées se sont très peu implantées dans les parcelles (présence dans moins de 5% des transects) comme par exemple le Lierre terrestre (*Glechoma hederaceae*), la Centaurée jacée (*Centaurea jacea*) ou la Linaire (*Linaria vulgaris*). Le lierre terrestre et la centaurée sont même absentes des parcelles de semis et sur-semis mais présentes dans la parcelle témoin où elles étaient peut-être spontanées (voir figure 7).

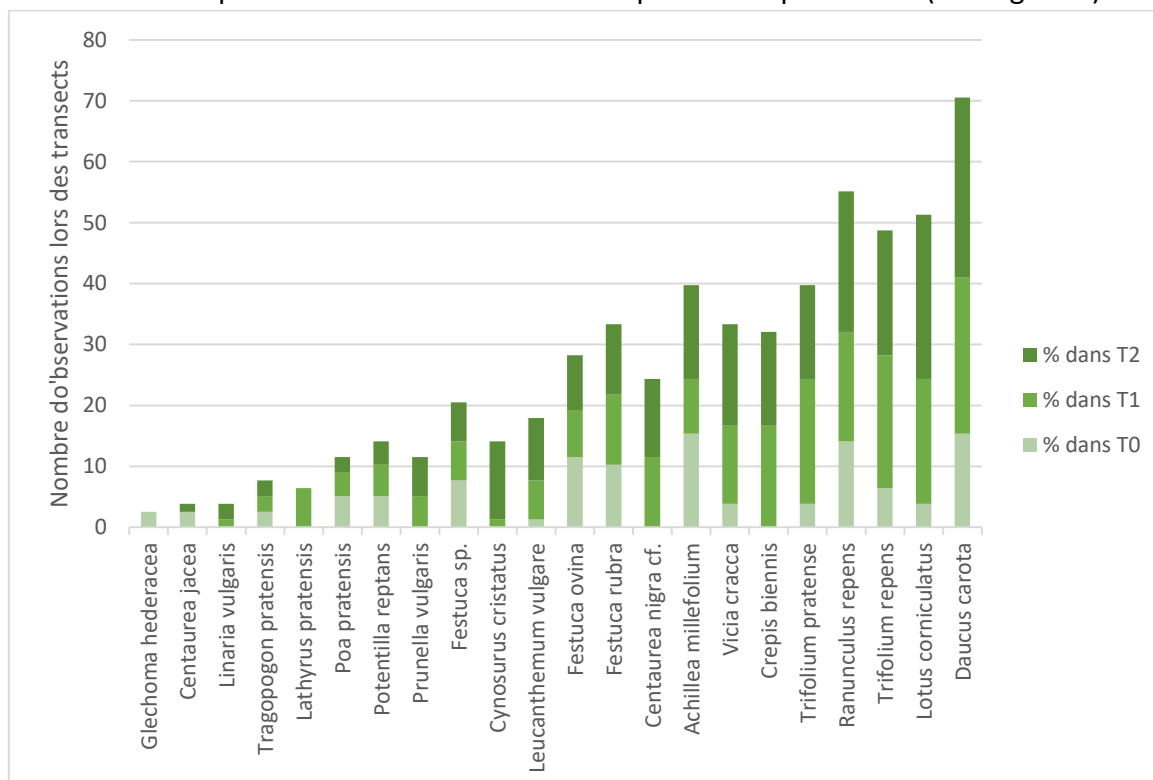


Figure 7 : Nombre d'observation des plantes issues du mélange semé dans les transects et proportions observées dans les parcelles témoin (T0), de sur-semis (T1) et de semis (T2).

Il y a peu de différences notables concernant l'implantation des ensemencements entre les sur-semis (T1) et les semis (T2). On remarque cependant l'exception de la gesse des prés (*Lathyrus pratensis*) qui n'a été observée qu'en sur-semis, et de la Crételle des prés (*Cynorosus cristatus*) qui a mieux repris dans les semis, ce qui semble logique car il s'agit d'une graminée peu compétitrice (figure 7).

Diversité floristique : On trouve en moyenne 6 espèces de plantes issues du mélange semé dans les parcelles de sur-semis (moyenne = 6,42 ; min = 1 ; max = 11 ; n=26) et en moyenne 7 espèces du mélange dans les parcelles de semis (moyenne = 7,54 ; min = 2 ; max= 14 ; n=26). Dans les parcelles témoin, on retrouve en moyenne 3 espèces du mélange (moyenne = 3,35, min = 0 ; max = 7 ; n=26) lors d'un transect (voir figure 8).

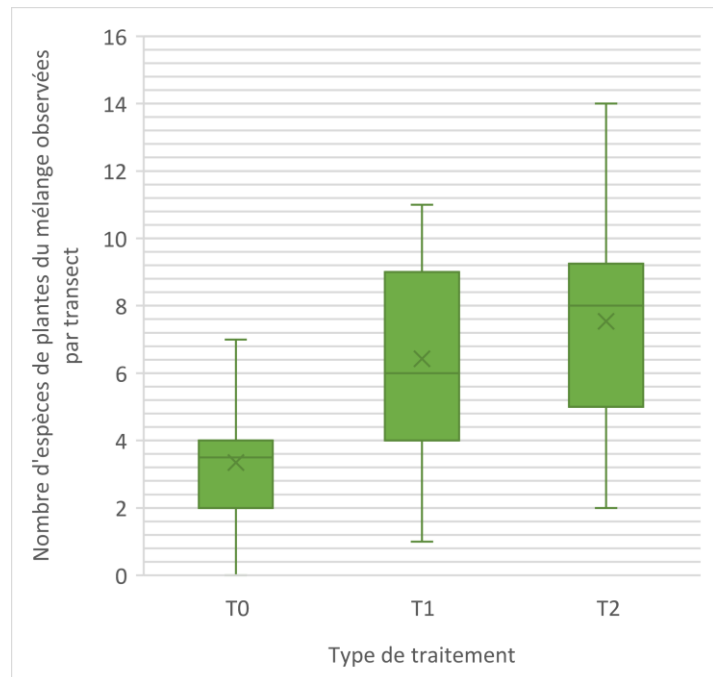


Figure 8 : Boxplot indiquant le nombre de plantes issues du mélange qui ont été observées par transect, en fonction du type de traitement.

Le nombre de plantes provenant du mélange semé augmente dans le temps, et au bout de deux ans on trouve une moyenne de 12 espèces de plantes entomophiles issues du mélange dans les parcelles ensemencées avec une légère prédominance dans les zones de semis (moyenne = 12,6) par rapport aux sur-semis (moyenne = 11). Cela est cohérent avec le fait que les plantes semées sont bisannuelles et qu'en situation de semis il y a moins de compétition avec les graminées (voir figure 9).

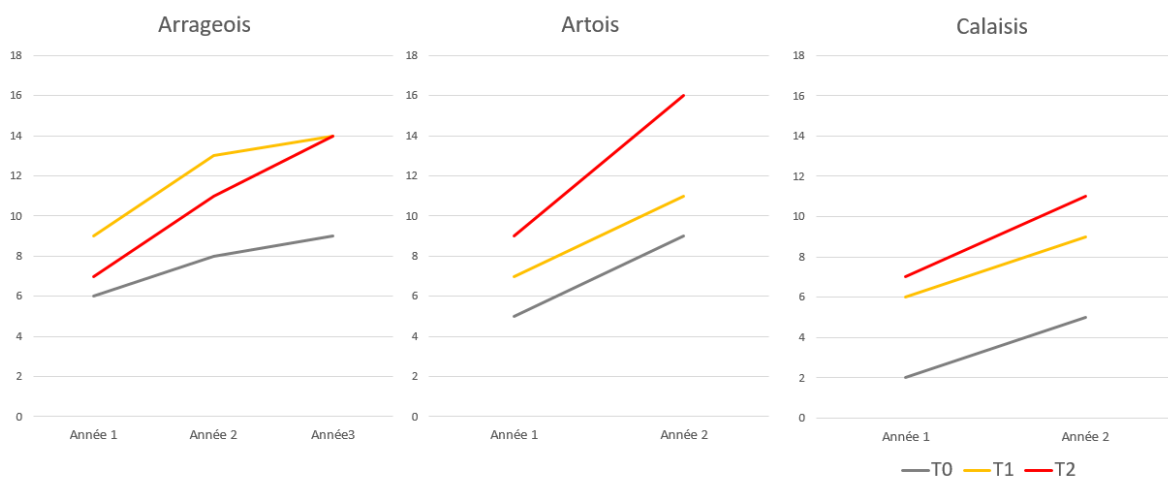


Figure 9 : Graphique représentant le nombre d'espèces de plantes entomophiles issues du mélange semé observées. Il s'agit de la diversité cumulée au cours du temps (3 années d'inventaire pour l'Arrageois et 2 années d'inventaire pour l'Artois et le Calaisis).

On constate une bonne implantation des plantes semées, avec des résultats de reprise relativement équivalents dans le semis et le sur-semis. D'autre part, les plantes semées colonisent aussi les zones témoin et les alentours (observations de terrain), probablement par dispersion des graines, où elles restent cependant moins prédominantes.

Diversité floristique générale des sites :

Il apparaît que 102 plantes, dont **64 espèces de plantes à fleurs**, sont présentes de manière **spontanées sur les sites** en plus des 22 espèces semées dans le cadre de l'expérimentation.

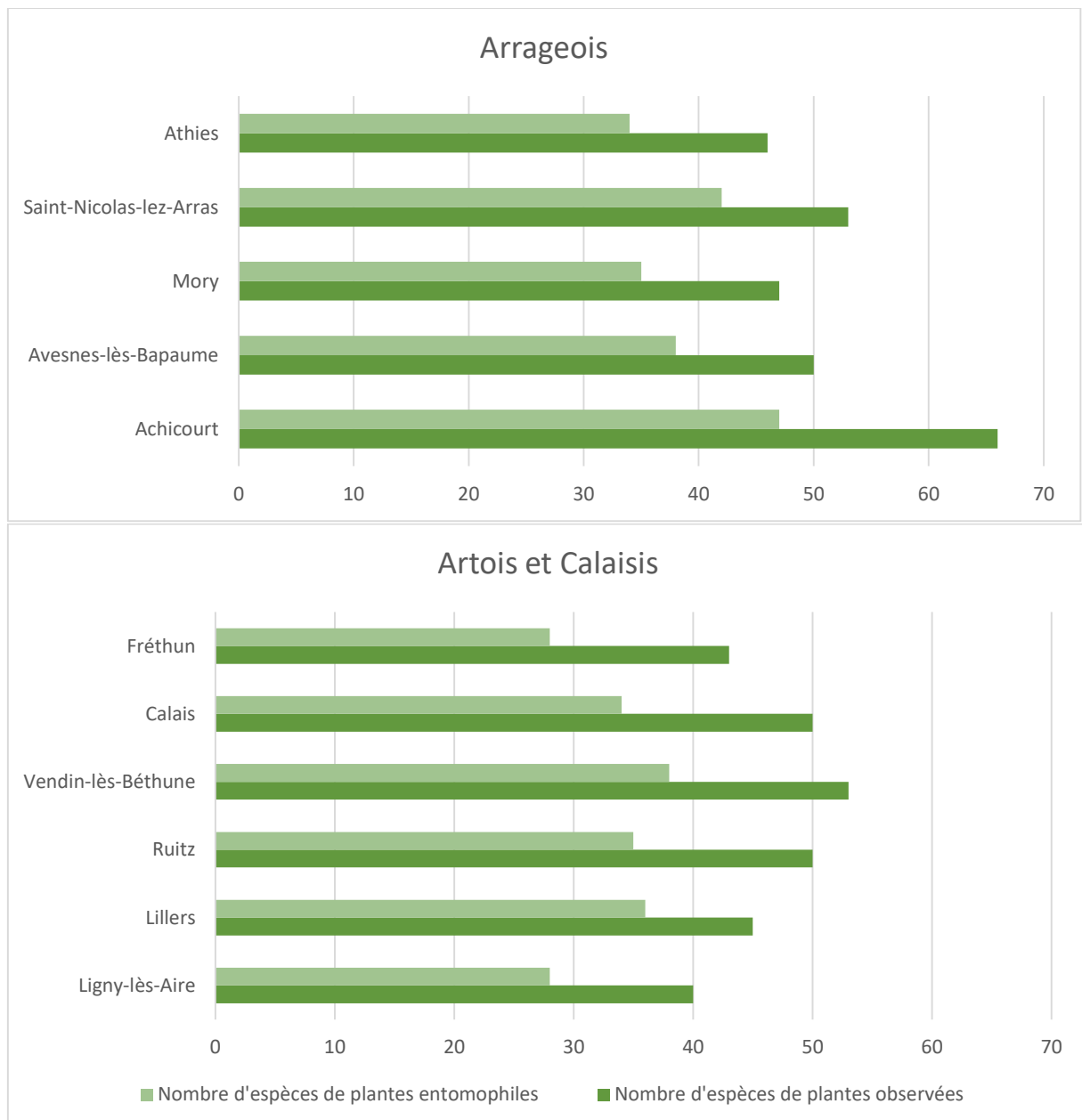


Figure 10: Diversité floristique totale et de plantes entomophiles par secteurs et par sites.

La diversité floristique des sites de l'Arrageois est en moyenne plus élevée (moyenne = 52, n=5) que dans l'Artois (moyenne = 47, n=4) ou le Calaisis (moyenne = 46,5, n=2) mais ces deux derniers secteurs n'ont été inventoriés que deux années au lieu de trois. On peut donc extrapoler que la diversité floristique, à terme, sera équivalente voire supérieure dans l'Artois ou le Calaisis. Il existe une variabilité intersites mais qui reste modérée (voir figure 10).

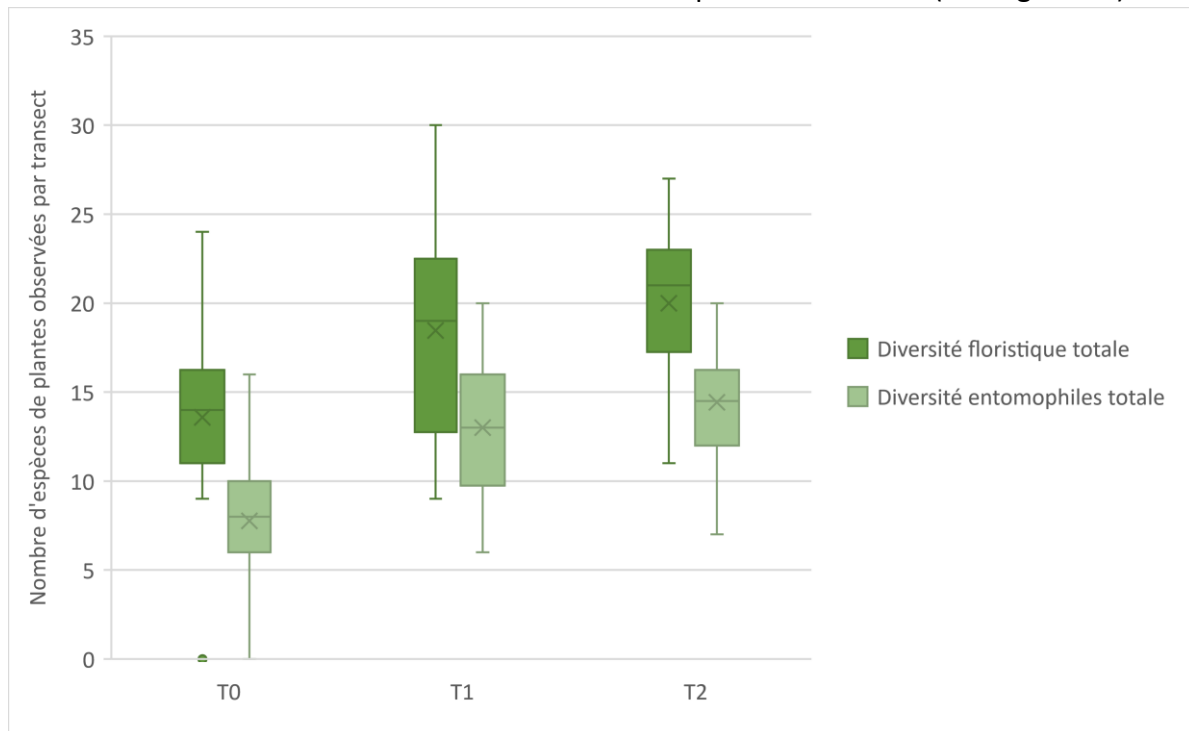


Figure 11 : Boxplot représentant la diversité floristique (totale ou de plantes entomophiles uniquement) observée en fonction des traitements.

D'autre part, en moyenne 13 espèces de plantes entomophiles par transect ont été observées sur les parcelles de sur-semis (moyenne = 13, min = 6 ; max = 20 ; n=26) et 14 espèces de plantes à fleurs sur les parcelles de semis (moyenne = 14,42, min = 7 ; max = 20 ; n=26) alors qu'on ne trouve qu'environ 7 espèces de plantes à fleurs dans les parcelles témoin (moyenne = 7,77, min = 0 ; max = 16 ; n=26). Les zones de semis et sur-semis sont donc clairement plus fleuries et plus diversifiées que les parcelles témoin (voir figure 11), et il ne s'agit pas uniquement de plantes à fleurs issues du mélange semé.

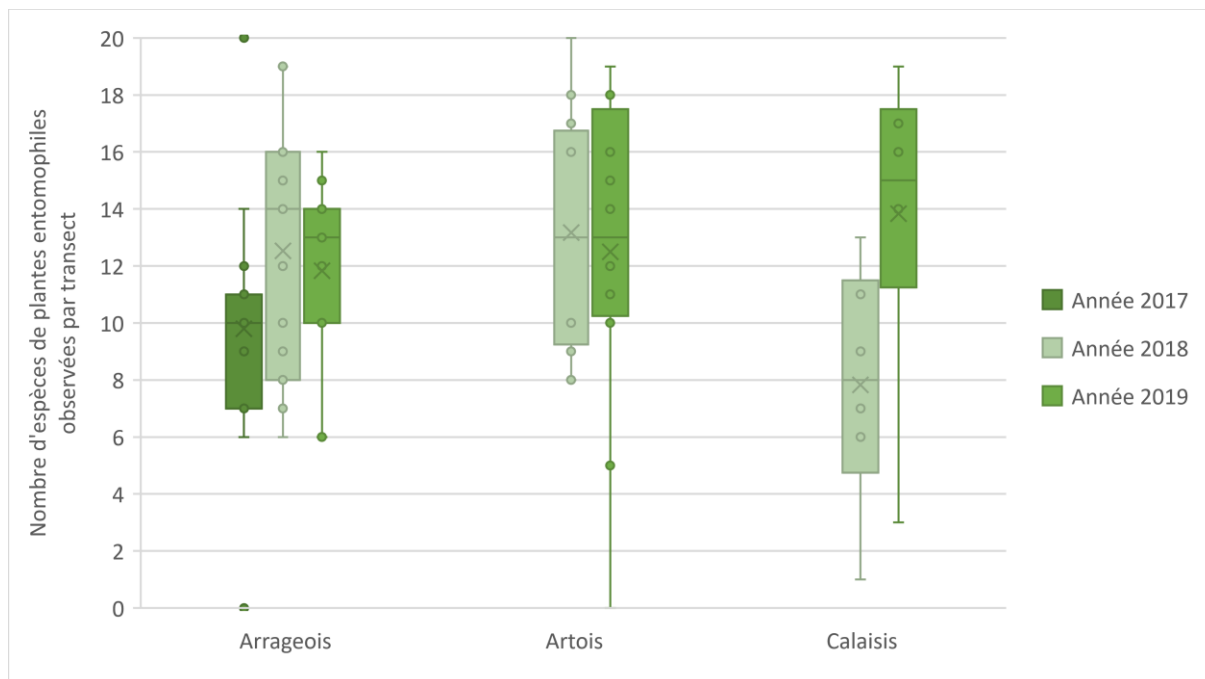


Figure 12 : Boxplot représentant la diversité de plantes entomophiles par secteurs et en fonction du temps.

La diversité de plantes et de plantes à fleurs augmente au cours du temps, sur l'ensemble des secteurs (figure 12).

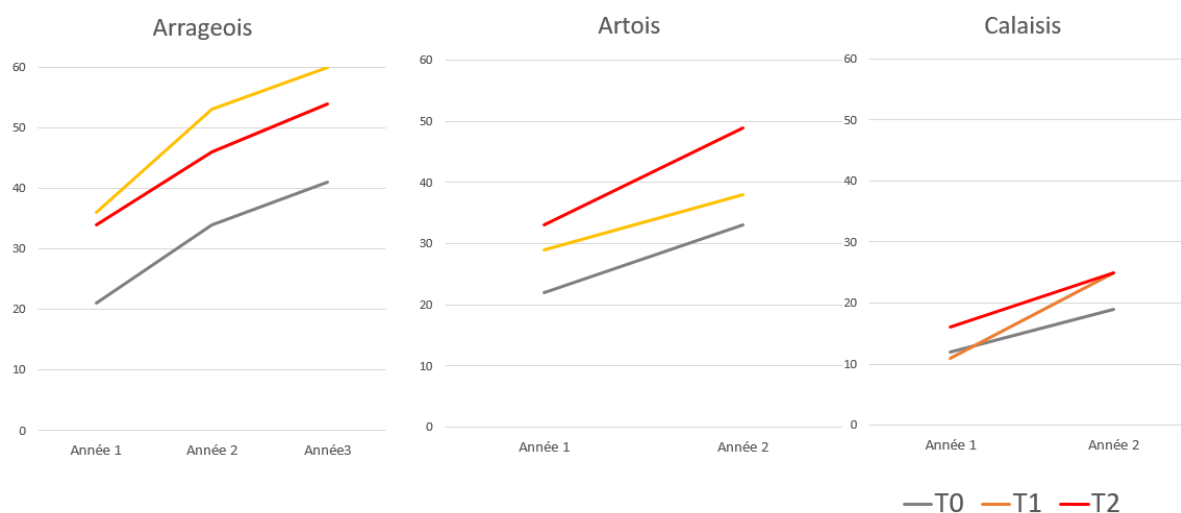


Figure 13 : Graphique représentant le nombre d'espèces de plantes entomophiles observées. Il s'agit de la diversité cumulée au cours du temps (3 années d'inventaire pour l'Arrageois et 2 années d'inventaire pour l'Artois et le Calaisis).

Enfin la diversité de plantes à fleurs augmente dans le temps, quel que soit le traitement ou le secteur (voir figure 13). Entre secteurs, on constate les différences d'évolution de l'expérimentation :

Dans l'Arrageois, la diversité floristique est plus élevée pour le sur-semis et le semis que pour le témoin.

Dans l'Artois, le semis est le plus riche d'un point de vue floristique, le sur-semis étant intermédiaire en terme de diversité.

Dans le Calaisis, le semis est le plus diversifié d'un point de vue floristique, mais on constate que le témoin est assez intéressant d'un point de vue floristiques et l'écart de diversité entre semis/sur-semis et témoin est moins élevé.

Certaines des variations observées peuvent être liées au contexte végétal local (communautés végétales plus ou moins intéressantes avant implantation), aux effets de sécheresse et au contexte paysager et bioclimatique des secteurs.

Il apparaît donc que l'ensemencement de prairie fleurie ainsi que les traitements et gestions associés (préparation du sol, fauche éventuelle...) permettent une augmentation générale de la diversité floristique, notamment entomophile, en favorisant l'implantation des plantes semées mais aussi d'une flore spontanée. De plus, l'amélioration floristique n'a pas lieu uniquement dans les zones semées mais aussi aux alentours (zones témoin). Enfin, l'efficacité du semis et du sur-semis varie selon le contexte, dans tous les cas ils permettent tous deux une augmentation de la diversité floristique des sites.



Site d'Avesnes-lès-Bapaume, traitement T1 en sur-semis, année 2018. Photo : Théalie Dhellemmes.

Valorisation des délaissés routiers en faveur des pollinisateurs : une évaluation du rapport coût-bénéfice

2. Résultats faunistiques

Durant l'expérimentation 1421 observations d'insectes pollinisateurs ont été réalisées au cours des 197 transects parcourus sur les 11 délaissés routiers considérés entre avril 2016 et septembre 2018.

Les communautés d'insectes pollinisateurs de bords de routes :

Au total, 1967 insectes dont 1027 syrphes (52%), 689 abeilles sauvages (35%) et 251 papillons (13%) ont été identifiés au niveau spécifique. Cela représente 122 taxons dont 117 ont une résolution au niveau spécifique. Plus précisément, on dénombre 42 espèces de syrphes (36%), 48 espèces d'abeilles sauvages (41%) et 27 espèces de lépidoptères (23%) (figure 14).

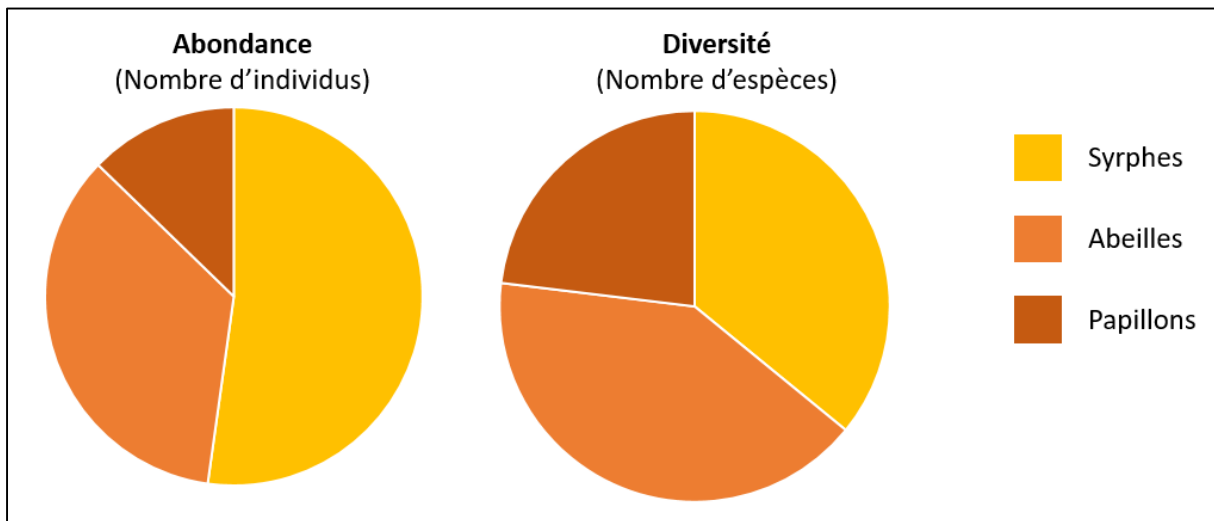


Figure 14 : Abondance et diversité des différents ordres d'insectes pollinisateurs étudiés, à savoir les syrphes (Diptera, Syrphidae), abeilles (Hymenoptera, Apoidea) et papillons (Lepidoptera).

La diversité spécifique (nombre d'espèces) varie en fonction de la durée de l'échantillonnage (2 ans pour l'Arrageois, 1 an pour le Calais et l'Artois) ainsi qu'en fonction du site. On a recensé en moyenne 40,4 espèces par site dans l'Arrageois (min = 45, max = 31) et 23 espèces par site dans l'Artois et le Calais (min = 13, max = 30) (figure 15).

Parmi les 122 taxons observés, 6 espèces représentent près de la moitié (49,11%) des effectifs totaux. Il s'agit de *Sphaerophoria scripta* (Syrphidae), *Apis mellifera* (Apoidea), *Eristalis arbustorum* (Syrphidae), *Melanostoma mellinum* (Syrphidae), *Bombus pascuorum* (Apoidea) et *Episyrphus balteatus* (Syrphidae). De la même manière, 3 espèces représentent la moitié des effectifs de syrphes (*Sphaerophoria scripta* (23%), *Eristalis arbustorum* (15%) et *Melanostoma mellinum* (12%)), 2 espèces représentent la moitié des effectifs d'abeilles (*Apis mellifera* (35%) et *Bombus pascuorum* (14%)) et 3 espèces de papillons la moitié des effectifs de lépidoptères (*Polyommatus icarus* (20%), *Pieris rapae* (18%), *Maniola jurtina* (10%)). À l'inverse, 35 espèces (11 syrphes, 14 abeilles, 10 papillons) n'ont été observées qu'une seule fois durant l'expérimentation. La liste des taxons recensés et leurs effectifs sont visibles en annexe 5.

Diversité (nombre d'espèces) par site

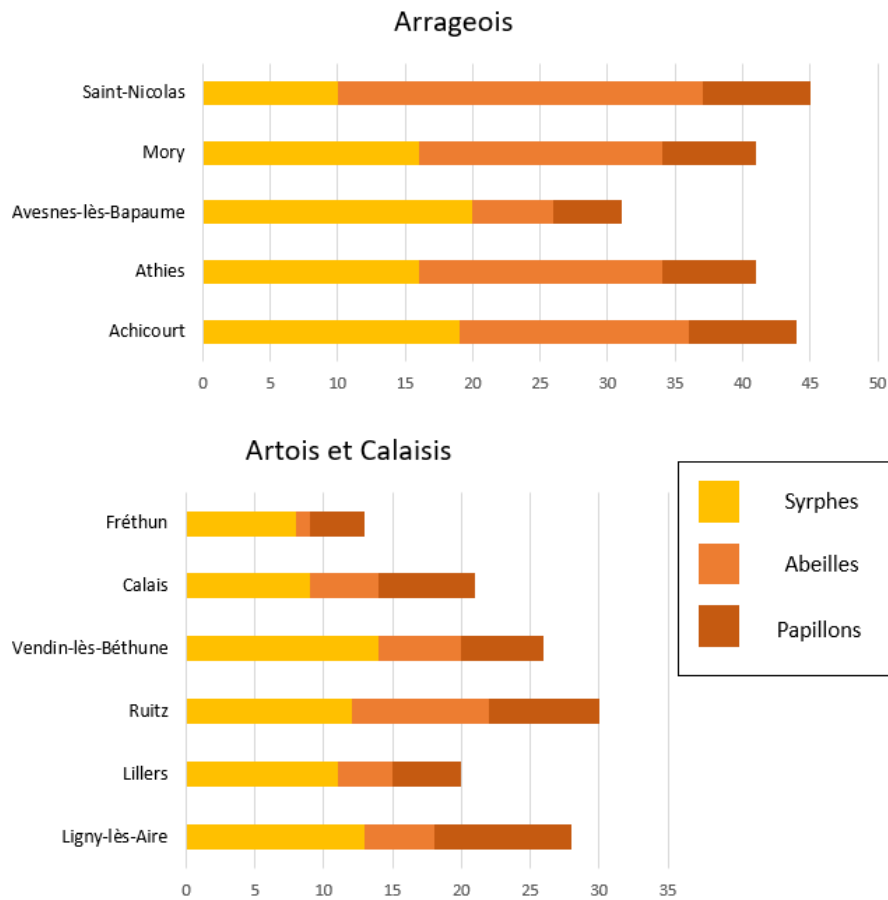


Figure 15 : Diversité (nombre d'espèces par site) répartis par ordre d'insectes pollinisateur, à savoir les syrphes (Diptera, Syrphidae), abeilles (Hymenoptera, Apoidea) et papillons (Lepidoptera). Les sites de l'Arrageois et de l'Artois sont considérés séparément car ils n'ont pas eu la même durée d'échantillonnage.

On a donc affaire à des communautés d'insectes pollinisateurs dominées par quelques espèces très abondantes, mais qui peuvent abriter une diversité d'insectes conséquente en plus faibles effectifs. En particulier certaines espèces rares, comme le Bourdon rudéral (*Bombus ruderarius*) ou encore des espèces vulnérables comme le Bourdon des forêts (*Bombus lucorum*), le Bourdon des jardins (*Bombus hortorum*), la Mélitte de l'odontite (*Melitta tricincta*) et le papillon Bande noire (*Thymelicus sylvestris*), ont aussi été recensées (Hubert & Haubreux, 2014, Drossart *et al.*, 2019). Concernant les espèces de syrphes, aucune des espèces recensées n'est estimée comme étant menacée en France. Cependant, *Pipizella annulata* et *Sphaerophoria ruepelli* sont considérées comme étant en déclin en Belgique, zone limitrophe de la zone d'étude (Speight *et al.*, 2016).

Les communautés d'insectes de bords de routes sont relativement uniformisées (quelques espèces communes qui sont dominantes) mais peuvent tout de même accueillir des espèces patrimoniales, vulnérables ou rares. Dans le cadre de cette expérimentation les inventaires permettent seulement d'avoir un aperçu des communautés car les inventaires ne sont pas exhaustifs et les communautés d'insectes sont très variables dans l'espace et dans le temps.

Effet des types de traitements sur les communautés de pollinisateurs : On constate que le nombre d'insectes capturés par transect varie d'un secteur à l'autre et est légèrement plus faible dans le Calaisis. Par contre, le nombre moyen d'insectes capturés par transect ne semble pas varier en fonction du type de traitement (figure 16).

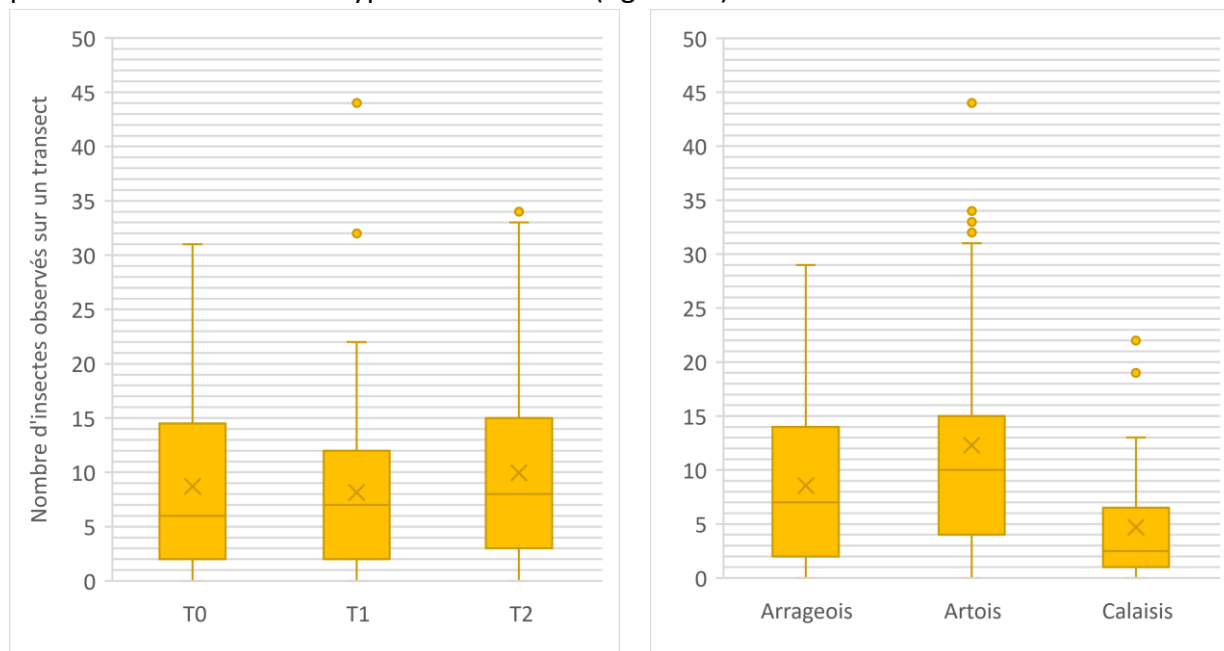


Figure 16 : Nombre d'insectes capturés par transect, en fonction du traitement et du secteur.

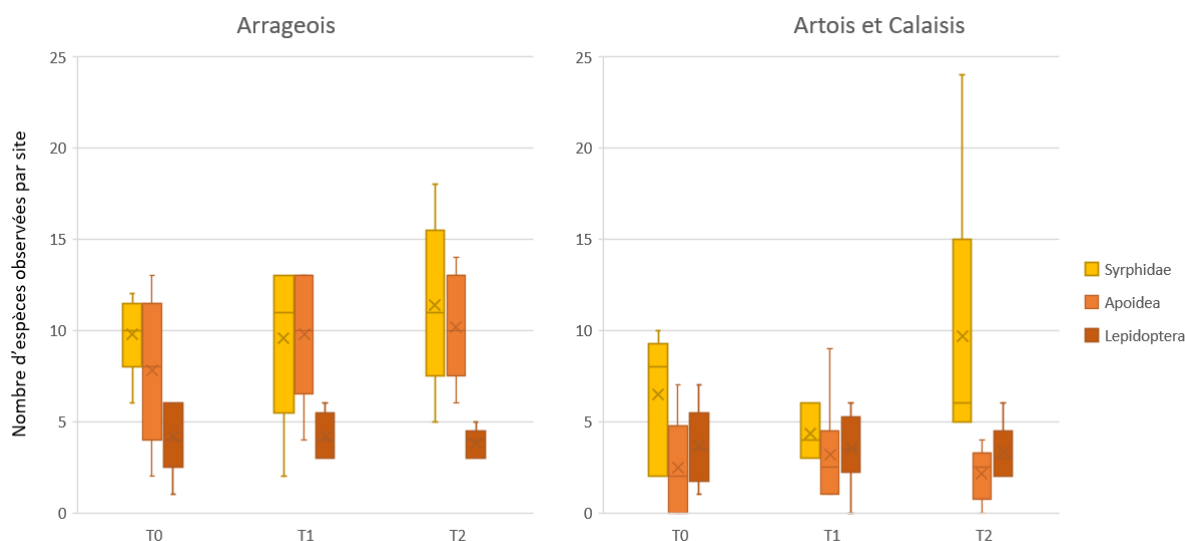


Figure 17 : Boxplot représentant la diversité d'insectes observée par site et par traitement, dans l'Arrageois (3 années d'échantillonnage) et dans l'Artois et le Calaisis (1 année d'échantillonnage).

On constate que la diversité d'insectes varie en fonction des groupes d'insectes et des traitements (figure 17). Le groupe des Syrphidae est le plus diversifié, et sa diversité est plus élevée dans les zones de semis (T2). L'effet du traitement est moins marqué sur les apoïdes, à l'exception de l'Arrageois où la diversité d'apoïdes est légèrement plus élevée dans les zones semées (T1 et T2). Pour les lépidoptères il ne semble pas y avoir d'effet du traitement sur un si court laps de temps.

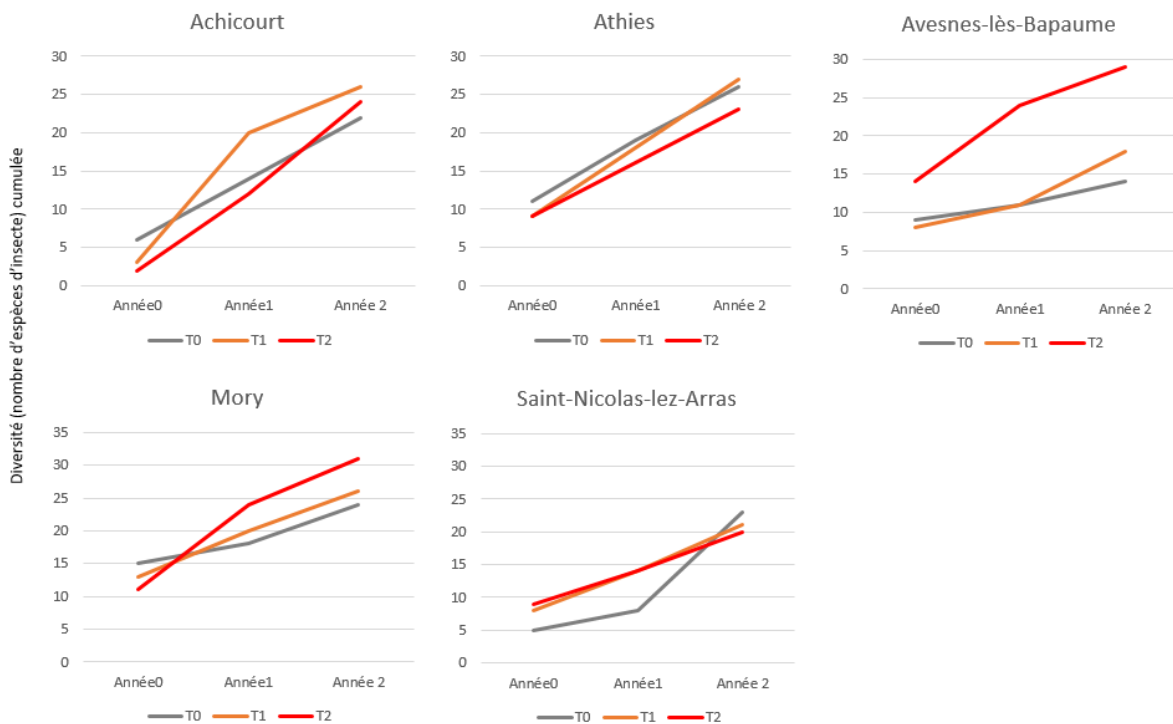


Figure 18 : Evolution de la diversité d'insecte (nombre d'espèces cumulé) au cours du temps et en fonction du type de traitement, sur les sites de l'Arrageois échantillonnés entre 2016 et 2018.

Il est possible de regarder l'évolution dans le temps de la diversité d'insectes dans le secteur de l'Arrageois, seule zone où la séquence temporelle est suffisante (figure 18). On s'aperçoit que la diversité d'insecte croît d'année en année (ce qui est normal car à chaque inventaire de nouvelles espèces sont contactées, plusieurs années sont nécessaires pour un inventaire entomologique complet), cependant on remarque que le nombre d'insectes augmente légèrement plus vite dans le semis (T2) avec en moyenne 16,4 insectes en plus en 2 ans et dans le sur-semis (T1) avec en moyenne 15,4 insectes en plus en 2 ans que dans les zones témoin (T0) qui n'ont gagné que 12,6 espèces d'insectes en moyenne en deux ans. Les zones de semis et de sur-semis sont probablement capable d'accueillir plus d'espèces d'insectes et peut-être même de recruter de nouvelles espèces dans le temps.

Les espèces patrimoniales ont été observées de manière indifférenciées dans les parcelles T0, T1 et T2. Il semble que l'élément important soit la localité (lorsqu'ils sont présent sur un site ils peuvent être observés dans plusieurs transects).

Les parcelles étant relativement proches les unes des autres, il est difficile d'observer des différences très nettes (les insectes pouvant voler d'une parcelle à une autre). On peut notamment suspecter que certains insectes des zones témoin sont présents car ils ont été attirés par les fleurs des zones T1 ou T2.

Au vu de la difficulté de comparer les traitements qui sont très proches les uns des autres, il est possible d'observer la diversité à l'échelle des sites afin de voir si les aménagements ont permis une augmentation de la diversité locale d'insectes. Cela n'est possible que pour le secteur de l'Arrageois, qui a bénéficié d'un échantillonnage suffisant dans le temps (voir figure 19).

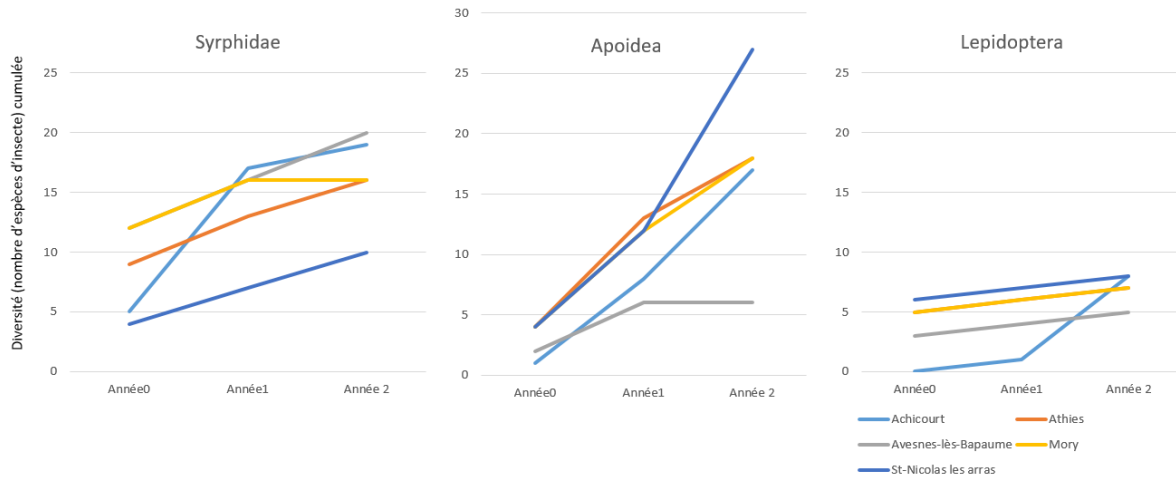


Figure 19 : Diversité (nombre d'espèces) cumulée au cours du temps sur les sites du secteur de l'Arrageois. Les sites de ce secteur ont bénéficié d'un état zéro et de deux années d'inventaires, ce qui permet d'observer l'effet des aménagements.

On constate que les aménagements réalisés ont un effet variable en fonction du groupe d'insecte et du site. Les effets de météo et paysagers locaux peuvent aussi avoir influencé l'évolution de la diversité d'espèces sur les sites. Il est donc impossible de conclure sur l'effet exact des aménagements sur la diversité de pollinisateurs car il est impossible de savoir si l'augmentation du nombre d'espèces observées est liée à des effets locaux et d'échantillonnage ou à l'effet des aménagements.

Les parcelles étant implantées proches les unes des autres et les insectes étant très mobiles, il est difficile de tirer des conclusions sur l'effet des traitements (semis, sur-semis) sur les communautés de pollinisateurs. La diversité d'insectes semble légèrement supérieure sur les parcelles semées (T1, T2) mais cette tendance reste à confirmer. D'autre part il semble que la diversité augmente plus rapidement dans ces parcelles et les syrphes et abeilles seraient plus favorisés que les papillons. Des suivis de plus longue durée sur un plus grand nombre de sites seraient nécessaires pour compléter ces premières observations.

Réseaux plantes pollinisateurs : Parmi les 1967 insectes observés lors des relevés faunistiques, **1249 ont été observés et/ou capturés sur des fleurs**. Il y a donc deux tiers des insectes (63%) observés sur les parcelles qui avaient un comportement de butinage et de visite florale.

Lors d'une observation de butinage, la plante a été identifiée au niveau de l'espèce ou du genre. Au total **72 taxons de plantes** ont été visités par des insectes (dont 52 identifiés à l'espèce) et 91 taxons d'insectes (dont 81 identifiés à l'espèce) ont été observés sur ces dernières.

On constate que les observations de butinage étaient plus nombreuses au sein des parcelles de semis (T2) que des parcelles de sur-semis (T1) et témoin (T0) (figure 20). En effet, au sein des zones témoin 397 observations ont été réalisées entre 30 espèces de plantes et 56 espèces d'insectes. Dans les zones de sur-semis, 379 observations ont été réalisées entre 30 espèces de plantes et 56 espèces insectes. Enfin, sur les parcelles de semis, 473 observations ont été réalisées, entre 56 espèces de plantes et 60 espèces d'insectes.

Parmi les insectes observés, ce sont principalement des syrphes (49% des visites florales) et des abeilles (44% des visites florales), les papillons étant minoritaires (5% des visites florales) (figure 20).

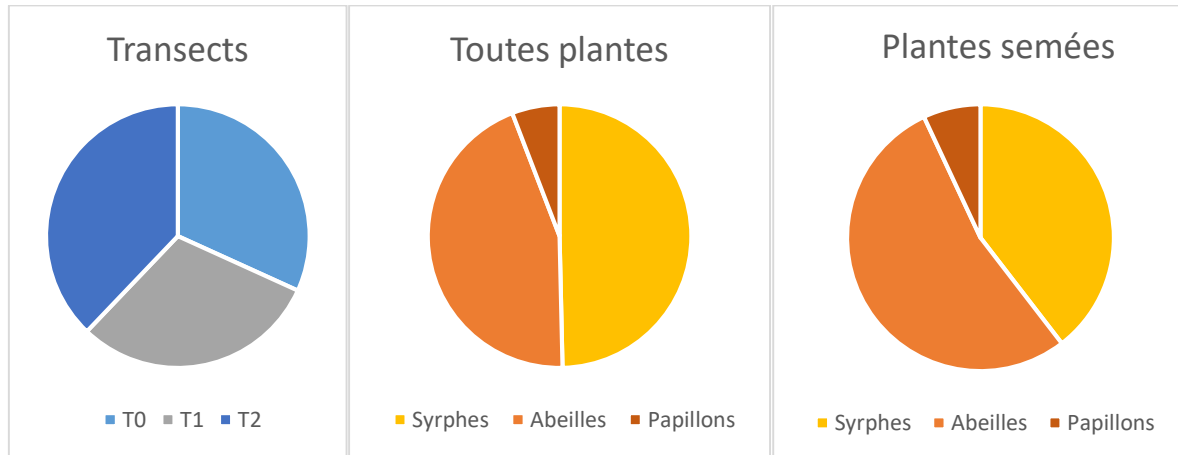


Figure 20 : Nombre de visites florales observées (i) par transects, (ii) par ordres d'insectes, toutes plantes confondues, (iii) par ordres d'insectes mais pour les plantes semées uniquement.

Concernant les plantes semées issues du mélange, 9 espèces sur les 18 semées ont reçu 316 visites florales dont 238 visites sur les parcelles T1 et T2. Dans ces parcelles semées, elles ont reçu près de 30% des visites florales (27%). Les abeilles sont les visiteuses les plus abondantes (53%, 125 observations) et les papillons y sont plus souvent observés (7% des visites florales). Les plantes issues du mélange semé qui sont les plus visitées sont les suivantes : *Daucus carota* (146 visites), *Trifolium pratense* (49 visites), *Vicia cracca* (35 visites), *Trifolium repens* (28 visites), *Lotus corniculatus* (26 visites) (figure 21). Parmi ces 9 plantes, la plupart sont des plantes à longue corolle (famille des Fabacées) et sont particulièrement appréciées des abeilles et papillons qui sont des insectes à longue langue. Les communautés d'insectes visitant les plantes du mélange sont donc légèrement différentes de la communauté d'insectes générale visitant les sites et comportent plus d'abeilles et de papillons.

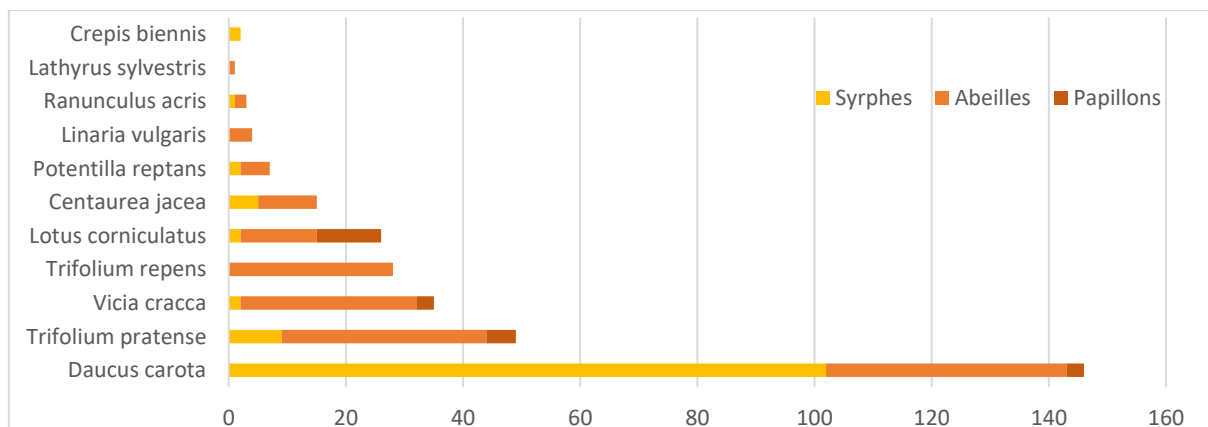


Figure 21 : Nombre de spécimens de syrphes, abeilles et papillons observés en train de butiner sur les plantes issues du mélange semé dans le cadre de l'expérimentation.

En dehors des plantes semées, les plantes spontanées les plus butinées sont *Heracleum sphondylium* (335 visites), *Picris hieracoides* (132 visites), *Pastinaca sativa* (56 visites), *Plantago lanceolata* (48 visites), *Crepis capillaris* (46 visites), *Taraxacum sp.* (36 visites), etc. Au sein des parcelles T1 et T2, ces plantes sont les plus visitées, avec les plantes semées (figure 22). On constate que pour les parcelles en semis (T2), les réseaux plantes-pollinisateurs sont globalement plus diversifiés (plus d'espèces de plantes visitées par plus d'espèces de pollinisateurs) et structurés de manière plus équitable : un plus grand nombre d'espèces de plantes sont visitées, plusieurs espèces de plantes (ex : *Picris hieracoides*, *Daucus carota*, *Heracleum sphondylium*) se partagent la majorité des visites. De plus, la communauté d'insectes est diversifiée et dominée par plusieurs espèces d'insectes en proportions semblables (et pas une seule espèce d'insecte) (figure 23). On constate par contre que pour les parcelles en sur-semis (T1), les réseaux plantes-pollinisateurs sont plutôt homogènes et dominées par une espèce de plante (*Heracleum sphondylium*, figure 22) et une espèce d'insecte (*Apis mellifera*, figure 23).

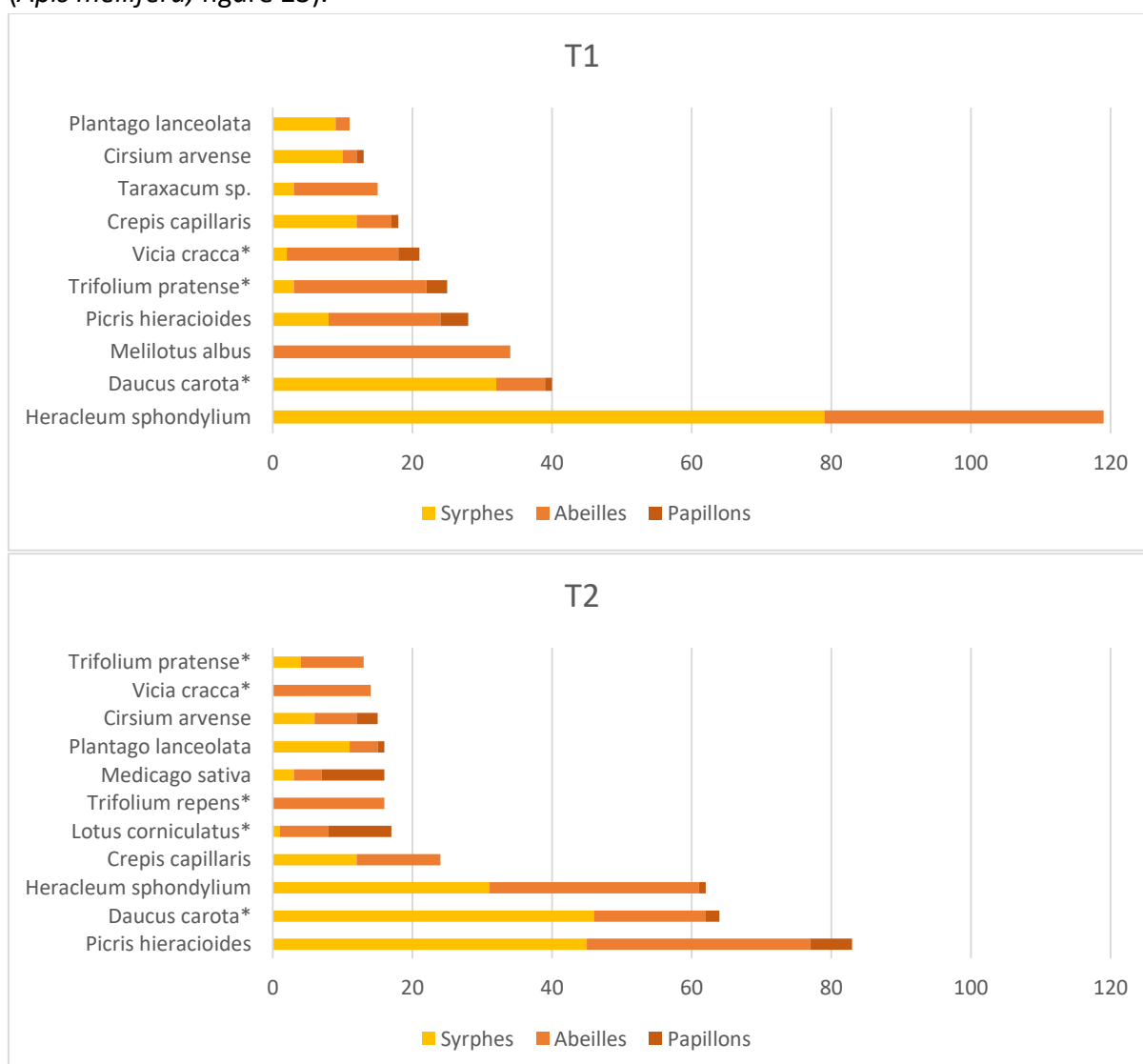


Figure 22 : Plantes les plus butinées (plus de 10 visites florales) pour les transects de sur-semis (T1) et de semis (T2), en fonction du groupe d'insecte. Les plantes marquées d'un astérisque sont les espèces semées.

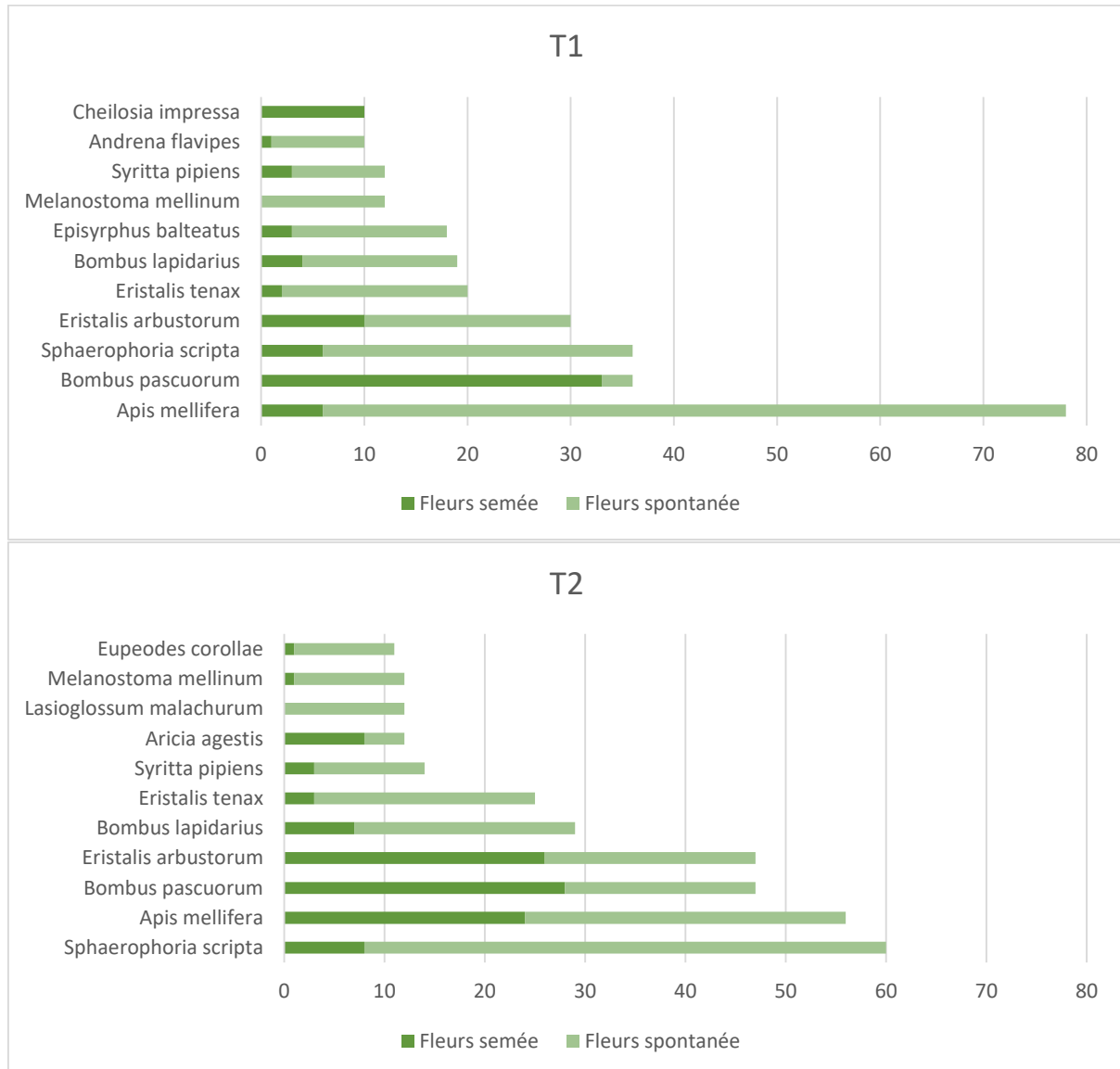


Figure 23 : Espèces d'insectes observées (plus de 10 visites florales) sur les plantes issues du mélange ou la flore spontanée. Les résultats sont présentés indépendamment pour les sur-semis (T1) et les semis (T2).

On constate que les fleurs des plantes issues du mélange sont fortement visitées par les pollinisateurs sauvages en représentant un quart des visites et qu'elles favorisent particulièrement les abeilles et les papillons. Cependant, d'autres plantes spontanées complètent l'offre florale et sont-elles aussi fortement visitées. On constate que les réseaux plante-pollinisateurs des semis (T2) sont plus diversifiés et dominés par plusieurs espèces de plantes et de pollinisateurs, ce qui donne probablement plus de résilience à ces derniers.

3. Résultats humains et techniques

Différentes perturbations et aléas sont survenus au cours du projet, certains avant la réalisation des semis (impacts nuls ou quasi nuls sur le protocole) et, dans la majorité des cas, après la mise en place des sites expérimentaux. Ces aléas sont d'origine climatique (sécheresse) ou humaine (destruction de la signalisation, dégradation partielle des sites, interventions non souhaitées ou à la mauvaise date).

Chaque site a subi au moins un aléa et 9 sites sur 14 ont subi des perturbations dont l'impact sur le protocole est considéré comme modéré. D'autre part, plusieurs sites de l'arrageois ont subi des perturbation répétées d'année en année. Cela implique que les données récoltées durant cette expérimentation doivent être analysées avec précaution, au regard de ces perturbations qui ont modifié le protocole.

Concernant les prairies fleuries elles-mêmes, les perturbations qui ont eu l'effet le plus important sont les sécheresses, et les interventions mécaniques (tassement de sols, fauches non souhaitées ou à la mauvaise période) dont la principale conséquence a été un retard dans le développement de la végétation.

Les détails des perturbations sur les sites est repris en annexe 6. Ci-dessous, un tableau récapitulatif de l'ampleur des perturbations sur les sites, par année.

Tableau 2 : Récapitulatif des aléas par année et par site.

Sites		Année		
		2016	2017	2018
Arrageois	Achicourt	X	X	X
	Athies	X	X	
	Avesnes-lès-Bapaume		X	X
	Mory		X	
	Saint-Nicolas-lez-Arras	X	X	X
Artois	Ligny-lès-Aire			X
	Lillers			X
	Ruitz			X
	Vendin-lès-Béthune			X
Calaisis	Calais			X
	Fréthun			X

Perturbation à impact... sur le protocole

X	fort
X	modéré
X	faible
X	nul

D'autre part, les retours suite aux mission d'information et de sensibilisation des équipes de terrain ont été globalement positifs, la bonne mise en œuvre des consignes dépendant essentiellement des Centre routiers, de leur façon de travailler en interne et de la sensibilité

initiale des équipes. Les équipes déjà sensibilisées à l'environnement et aux expérimentations ont eu beaucoup plus de facilités à intégrer les nouvelles consignes et les erreurs de protocole dans ces zones ont été moins fréquentes.

La mise en place de protocoles ou de nouvelles gestions demande un investissement conséquent en information, sensibilisation et formation des équipes de terrain, ainsi qu'un suivi des sites les premières années afin de repérer les problèmes ou dégradations sur ces derniers. Les aléas climatiques sont inévitables mais il est possible d'optimiser les impacts humains (gestion optimum et minimum de dégradations) pour une meilleure implantation des prairies.

4. Résultats financiers

Coût des mélanges de semences :

L'évaluation du coût sur la base des mélanges M1 et M2 n'est pas pertinente. Les entreprises ayant réalisé les travaux très spécifiques du protocole ont appliqué un coût particulièrement élevé au kilo de semence.

Le mélange M3 de l'expérimentation à grande échelle (plus de 11ha concernés) a été facturé à 0,15€/m² pour un engazonnement mécanique (projection des graines et de colle biodégradable).

Les semences ont été fournies dans le cadre d'un projet global d'aménagement paysager ce qui explique le coût négocié particulièrement bas.

Par conséquent, compte tenu du prix négocié, des prix moyens constatés et sur retour d'expérience sur d'autres projets d'ensemencement, on peut estimer que le prix du mélange de prairie fleurie proposé dans le cadre de ce projet pilote (voir annexe 3) coûte entre 0,15 et 0,70 euros/m².

Coûts de préparation et de mise en place :

La préparation du sol (fauchage, nettoyage, retournement du sol en cas de semis) et de semis en pleine terre (semis, passage d'un rouleau et première fauche éventuellement) s'ajoutent aux prix des semences elles-mêmes.

Si la mise en place des mélanges M1 et M2 ne permettent pas de connaître le prix juste et cohérent de ces travaux, l'expérimentation à grande échelle permet d'estimer ce coût : pour une surface de 11ha, le prix des travaux de réparation et de mise en œuvre des semis est d'environ **0.30 euros par m²**.

Au total, l'implantation d'une prairie mellifère en bords de routes aura un coût maximum de 1euro/m² pour la fourniture du mélange et sa mise en place. Ce coût sera inférieur en cas de sur-semis.

Ces dépenses, prises en compte dans un projet global d'aménagement, restent un effort financier acceptable.

IV. Discussion

1. Bénéfices écologiques

Une bonne implantation du mélange semé

On observe une bonne implantation du mélange semé avec en moyenne 12 espèces par parcelle au bout de 2 ans (soit les 2/3 de la diversité semée au départ), malgré les cas de sécheresse qui ont touché l'ensemble des sites. Les plantes semées semblent même s'installer dans les zones alentour, y compris les zones témoin et autres zones enherbées du délaissé routier (communication interne). Cependant, les espèces qui s'implantent ne sont pas toujours les mêmes, ni représentées dans les mêmes proportions. Les sécheresses entre années ou les variations de sol et de climat entre secteurs peuvent expliquer cela.

Il n'y a pas de différence majeure d'implantation des plantes en fonction du traitement mais au bout de deux ans l'implantation est très légèrement meilleure dans les semis que dans les sur-semis (en moyenne 1 espèce supplémentaire dans les semis par rapport au sur-semis).

Le mélange proposé est donc efficace pour s'implanter et intégrer des plantes entomophiles aux communautés végétales locales, que ce soit par semis ou sur-semis. Cependant il est difficile de prévoir à l'avance le rendu final exact en terme de composition florale. Les plantes ayant été sélectionnées en conséquence, ce mélange permet en tout cas de fournir aux pollinisateurs sauvages une ressource forale minimum et de qualité, qui peut être complétée par les autres fleurs sauvages ou spontanées.

Une diversification floristique dans les zones semées et à proximité.

Les résultats de cette expérimentation montrent que la préparation des sols (scarification ou mise à nu) et les ensemencements favorisent une diversification générale de la flore en intégrant les espèces semées mais aussi des espèces spontanées. En effet, sur les sites expérimentaux, la diversité floristique a été multipliée en moyenne par 1,5 en deux ans. Ces expérimentations ont eu lieu dans des délaissés routiers choisis et de qualité écologique initiale moyenne à faible.

Attention cependant à ne pas dégrader une flore patrimoniale ou écologiquement intéressante déjà en place. Dans une optique d'amélioration écologique d'un espace, il est donc important **d'évaluer la qualité écologique du site avant d'y réaliser ce type d'aménagement.**

Pour finir, dans le cadre de cette expérimentation, la diversification floristique des parcelles sera suivie dans le temps afin d'évaluer si les plantes à fleurs y resteront compétitives face aux graminées sur le long terme. En cas d'implantation durable de ces plantes, la diversification végétale des délaissés routiers est un terreau favorable pour la diversification des communautés de pollinisateurs (la diversité de pollinisateurs et positivement corrélée avec la diversité floristique (Ollerton *et al.*, 2017).

La mise en place de semis et de gestion adaptée des bords de routes, dans l'optique où le milieu de départ est de qualité écologique faible, permet une augmentation générale de la

diversité floristique dans les zones aménagées et dans les alentours ce qui, à terme, peut soutenir une diversification des communautés de pollinisateurs sauvages.

Des communautés de pollinisateurs soutenues par l'offre florale

Les communautés de pollinisateurs observées sur les bords de routes du Pas-de-Calais sont globalement banalisées, ce qui suit la tendance globale de perte et d'homogénéisation de la biodiversité. Cela signifie que quelques espèces communes sont très dominantes accompagnées d'espèces en plus petits effectifs ou présentes ponctuellement. Cependant, certains sites étudiés ici présentent un potentiel puisque des espèces rares ou patrimoniales y ont été observées. Ces communautés d'insectes sont cependant très variables dans le temps (variation interannuelle en fonction de la météo, etc...) et dans l'espace (bonne capacité de dispersion par le vol). À l'échelle de cette courte expérimentation, il est impossible de tirer des conclusions sur l'effet des mesures sur ces communautés. On observe simplement une tendance qui indiquerait que le nombre d'espèces observées augmente plus rapidement sur les parcelles semées (T1 et T2) que sur les parcelles témoin. Il serait intéressant d'avoir un suivi sur le plus long terme et sur plus grandes surfaces pour étudier précisément l'évolution des communautés d'insectes suite aux aménagements.

Il apparaît que les plantes issues du mélange semé sont bien intégrées aux réseaux plantes-pollinisateurs où elles représentent près d'un tiers des visites florales. Elles sont particulièrement visitées par les abeilles et les papillons. Cependant, les plantes spontanées sont particulièrement importantes pour compléter l'offre florale puisqu'elles accueillent deux tiers des visites. On constate aussi que les réseaux plantes-pollinisateurs sont plus diversifiés et résilients dans les cas des semis que dans les sur-semis.

Nos premières observations suggèrent que les communautés d'insectes, et particulièrement les abeilles et les syrphes, seraient positivement impactées par ces actions pilotes. Ces pollinisateurs butinent en majorité les plantes semées et certaines plantes spontanées associées. Sans pouvoir conclure avec certitude, nous pensons que suite à ce type d'aménagements, l'abondance et la diversité d'insectes pourraient augmenter sur le long terme, surtout si des conditions favorables complémentaires sont présentes dans l'environnement local (habitats de nidification, ressources florales complémentaires, climat clément, etc...).

2. Coûts humains, techniques et financiers

Communication et sensibilisation, une clé pour l'implantation de nouvelles gestions

Durant ce projet il est apparu que des rappels fréquents de consignes, la sensibilisation du public et un suivi régulier des sites semblent nécessaires pour le bon déroulement et l'implantation de ce type de nouvelles gestions. La sensibilisation en interne doit être réalisée auprès de tous les niveaux de hiérarchie, en faisant notamment attention à intégrer un certain nombre de personnes clés (soit par leur position stratégique dans la structure, soit par leur enthousiasme pour la question). La sensibilisation du public peut se faire par le biais de la presse et de panneaux d'information, mais aussi de visites de terrain, etc. L'information

permet que le lieu soit bien identifié et que la démarche soit clarifiée. En effet, l'esthétique des prairies fleuries à l'automne n'est pas toujours comprise, de même que la présence de chardons, qui demandent bien souvent d'entrer en médiation avec les acteurs locaux. Enfin, le suivi des sites permet quant à lui de repérer d'éventuels aléas (sécheresse, climat, etc..) mais aussi de détecter les éventuelles erreurs de gestion ou dégradations volontaires ou accidentelles. Etant donné que la mise en place de ces mesures entraîne un surcoût, parfois considérable s'il s'agit d'une grande surface, un petit investissement supplémentaire pour s'assurer de ces points permet d'augmenter les chances de réussite et donc de garantir la valorisation de cet investissement.

Montée en compétence et transmission

Lors de la mise en place de ces nouvelles pratiques, on s'aperçoit que ce type d'expérience permet la montée en compétence de certaines personnes ou certains centres routiers. De nouveaux devis réalisés peuvent servir de modèle, des adaptations de terrain sont réalisés, des solutions face aux aléas sont trouvées... Autant d'expériences qui peuvent servir à d'autres et être partagées. Les personnes impliquées dans ces projets peuvent ensuite transmettre cette compétence en interne, vers d'autres centres d'entretien routier ou vers d'autres gestionnaires d'espaces linéaires (autres départements, réseaux autoroutiers, ferroviaires, voies navigables, etc...).

Les investissements en sensibilisation du personnel, du public, et en suivi de projet sont importants car ils permettent de garantir et d'augmenter la réussite du projet tout en permettant une montée en compétence de la structure et de son personnel qui pourra ensuite être valorisée et partagée.

V. Conclusion

La réalisation de semis et de sur-semis permettent une augmentation du nombre d'espèces de plantes, résultant dans une augmentation de l'offre florale dans les zones semées et même, dans une moindre mesure, aux alentours. Les plantes semées sont butinées par une diversité de pollinisateurs et permettent de fournir une base en terme de qualité et de quantité de ressources florales. Cependant, la flore spontanée joue aussi un rôle très important et complémentaire. Il faut garder à l'esprit que ces aménagements, qu'il s'agisse du semis ou du sur-semis, permettent d'améliorer l'offre florale en soutien aux populations de pollinisateurs, mais ne sont en aucun cas un remplacement total de la flore locale qui doit toujours être évaluée au préalable et qui pourra s'y intégrer (grâce au travail des sols et la diminution de la compétition avec les graminées). L'augmentation et la diversification des populations de pollinisateurs suite à ces aménagements n'est pas encore prouvé mais est attendue dans la mesure où les autres besoins (habitats, gîte, couvert) seraient bien remplis dans l'environnement et où les risques (pesticides, collisions) seraient limités.

En parallèle, le coût de ces mesures est assez faible car en dessous d'1 €/m², toutes démarches incluses et est dégressif avec l'augmentation des surfaces traitées. En termes de coût des semences, le mélange pour sur-semis est plus cher que celui pour le semis car ce dernier contient une certaine proportion de graminées. En terme de mise en œuvre par contre, le sur-semis est le moins cher car il implique uniquement une scarification des sols au lieu d'une préparation intégrale du lit de semence. Lorsqu'on intègre tous les coûts, le semis est le plus onéreux, sauf s'il intervient dans le cadre d'un chantier existant (où les coûts de dévégétalisation sont absents ou déjà intégrés). Le sur-semis présente quant à lui une bonne option pour augmenter la ressource florale au sein des délaissés routiers enherbés et peu diversifiés. Les deux méthodes ont montré des résultats similaires (diversité floristique et d'insectes) et donc le choix de la technique peut simplement se faire selon le contexte.

Enfin, la mise en œuvre de ces types de travaux est facilitée par les efforts de sensibilisation en amont ainsi que par les travaux de suivi du bon déroulement les premières années, qui augmentent les chances de succès des initiatives.

VI. Résumé

En résumé, les ensemencements proposés ici ont tous montré un impact positif sur la diversité floristique et apportent une offre florale qualitative de base pour les communautés de pollinisateurs sauvages. **Le choix du mode d'action dépend donc du contexte.**

1 - Dans le **contexte d'un chantier existant**, il est conseillé de réaliser simplement un semis en remplacement de la végétalisation classique. Le surcoût des semences est mineur et le bénéfice sera très grand car permettra l'implantation de beaucoup plus de plantes à fleurs qu'un engazonnement.

2- Pour un **délaissé routier déjà végétalisé avec une flore banalisée et peu diversifiée**, la technique du sur-semis est recommandée. Le coût d'implantation est plus faible que pour un semis, tout en permettant une amélioration florale du même ordre.

3 - Dans le cas d'un **délaissé routier où la flore est déjà satisfaisante** ou possédant du potentiel (espèces patrimoniales ou rares, belle diversité floristique ou entomologique initiale...) il est conseillé de travailler plutôt sur un volet de gestion. En effet dans ce cas, l'aménagement risquerait d'être délétère pour la biodiversité, donc d'entraîner des coûts sans améliorer véritablement les communautés de plantes et pollinisateurs. Des mesures de gestion type fauche tardive etc... seront donc certainement plus adaptées qu'un ensemencement.

En parallèle de ces différents rapport coûts/bénéfices, les **actions de sensibilisation** du personnel ou du public et de **suivi des sites** représentent un important **levier** à actionner pour augmenter la réussite des opérations.

VII. Bibliographie

Direction Interdépartementale des Routes Nord. 2013. Action en faveur des insectes pollinisateurs - Projet Abeilles - Expérimentation 2010 - 2012. 49p.

Drossart M., Rasmont P., Vanormelingen P., Dufrêne M., Folschweiller M., Pauly A., Vereecken N.J., Vray S., Zambra E., D'Haeseleer J., Michez D., 2019. Belgian Red List of bees. Belgian Science Policy 2018 (BRAIN-be - (Belgian Research Action through Interdisciplinary Networks). Mons: Presse universitaire de l'Université de Mons. 140 p.

François D. & Le Féon V. 2017. Abeilles sauvages et dépendances vertes routières. Pourquoi et comment développer la capacité d'accueil des dépendances routières vertes en faveur des abeilles sauvages. Marne-la-Vallée : Ifsttar, 2017. Ouvrages scientifiques, OSi2, 120 pages, ISBN 978-2-85782-733-7.

Grass, I., Albrecht, J., Jauker, F., Diekötter, T., Warzecha, D., Wolters, V., & Farwig, N., 2016. Much more than bees—Wildflower plantings support highly diverse flower-visitor communities from complex to structurally simple agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 225, 45-53.

Hopwood, J. L., 2008. The contribution of roadside grassland restorations to native bee conservation. *Biological conservation*, 141(10), 2632-2640.

Hopwood, J., Black, S., & Fleury, S., 2015. *Roadside best management practices that benefit pollinators: Handbook for supporting pollinators through roadside maintenance and landscape design* (No. FHWA-HEP-16-059).

Hopwood, J., Black, S. H., Lee-Mäder, E., Charlap, A., Preston, R., Mozumder, K., & Fleury, S., 2015. Literature review: pollinator habitat enhancement and best management practices in highway rights-of-way. *The Xerces Society for Invertebrate Conservation and ICF International. Washington, DC: Federal Highway Administration. (see Supplemental Material, Reference S6).*

Hopwood, J., Black, S. H., & Fleury, S., 2016. Pollinators and roadsides: best management practices for managers and decision makers.

La biodiversité en Wallonie. Agir - bords de routes [en ligne]. Service Public de Wallonie, [22/01/19]. Disponible: <http://biodiversite.wallonie.be/fr/les-bords-de-routes.html?IDC=3645>

Ollerton, J., 2017. Pollinator diversity: distribution, ecological function, and conservation. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 48.

SETRA, 1994. Aménagement des Routes Principales (ARP), CEREMA, 2-11-085735-8 , 148pp.

Speight M. C. D., 2016. Species accounts of European Syrphidae (Diptera). In Syrph the Net, the database of European Syrphidae: Dublin, Irelande.

Tajjiou N., 2014. Aménagements d'accotements routiers du réseau national en faveur des pollinisateurs apport final de l'expérimentation 2010-2012, Réseau Biodiversité pour les Abeilles, 111 pp.

Vandesteene – Tournache C., 2018. Etude de l'effet de différentes méthodes d'ensemencement des délaissés routiers sur les communautés de pollinisateurs dans le Pas-de-Calais (participation au projet SAPOLL)- Rapport de stage de Master 1 Biodiversité, Ecologie, Evolution pour l'année 2017-2018, Université de Lille, Sciences et Technologies, 35 pp.

Annexe 1 : Emplacement des parcelles test sur les sites d'étude

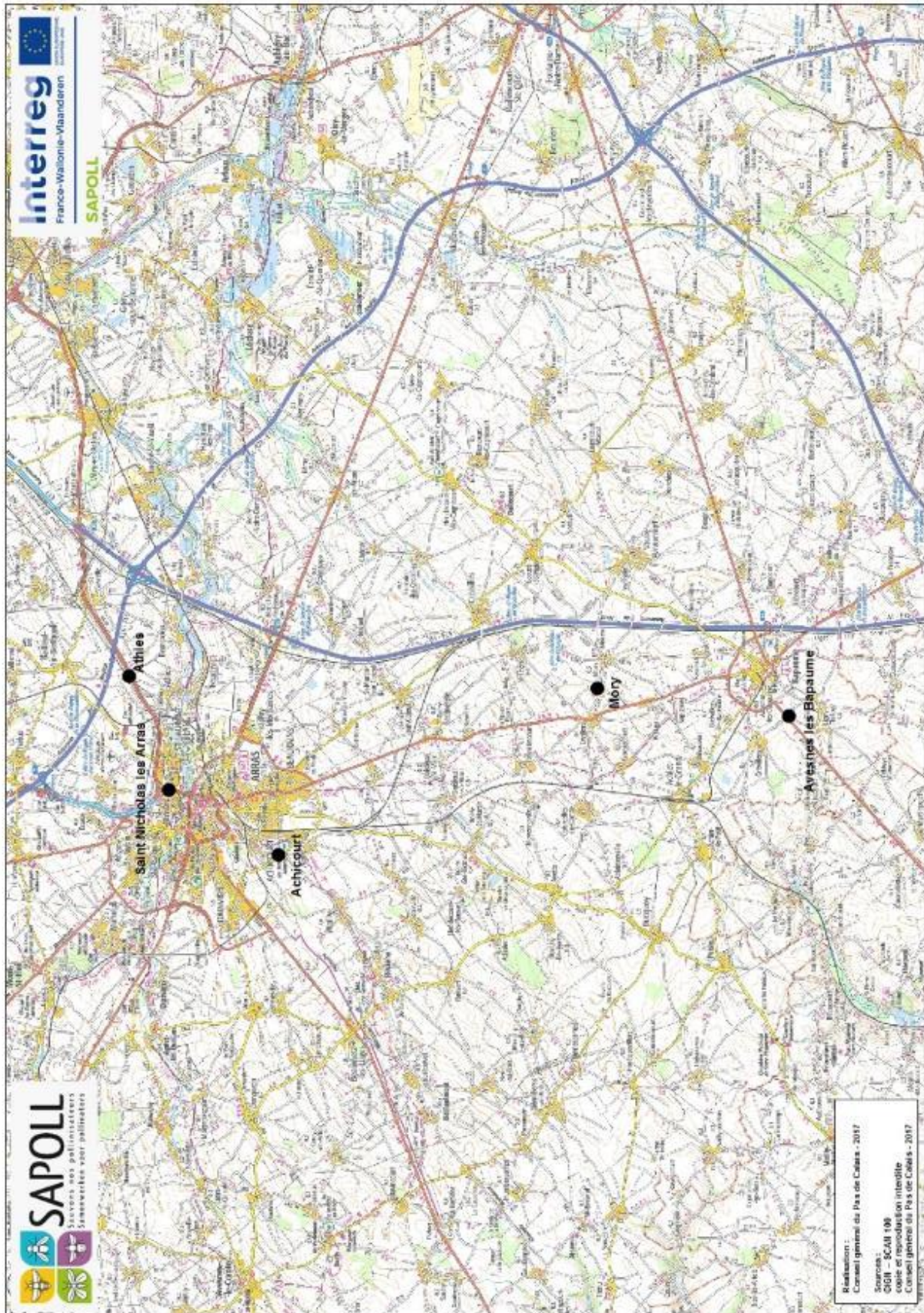
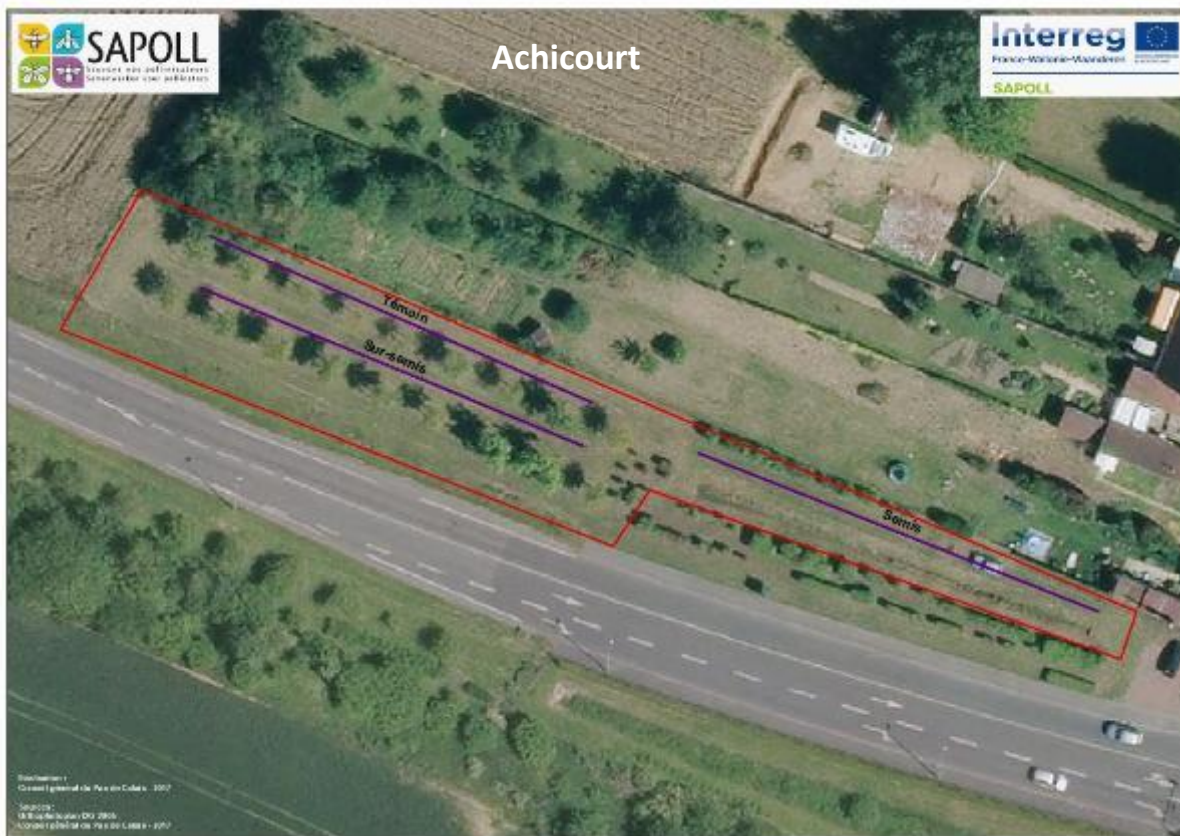
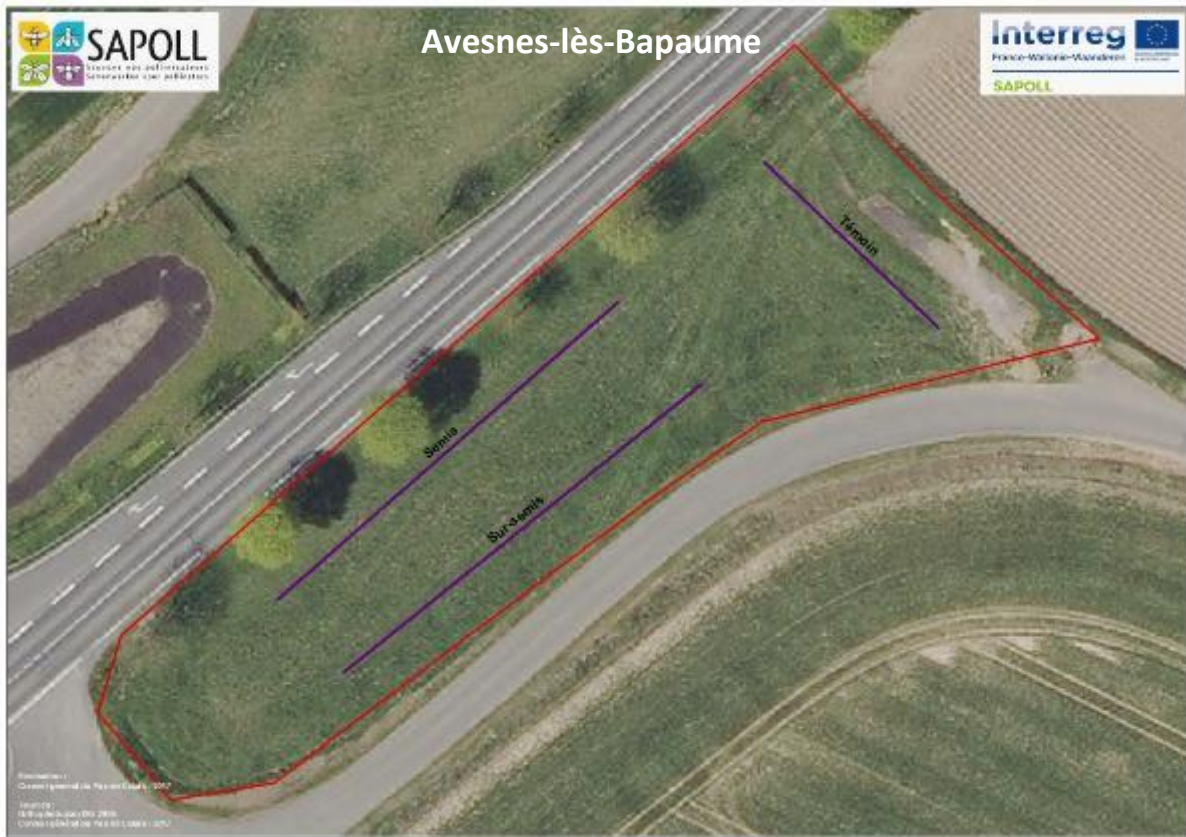


Figure 24 : Localisation géographique et position relative des sites de l'Arrageois.

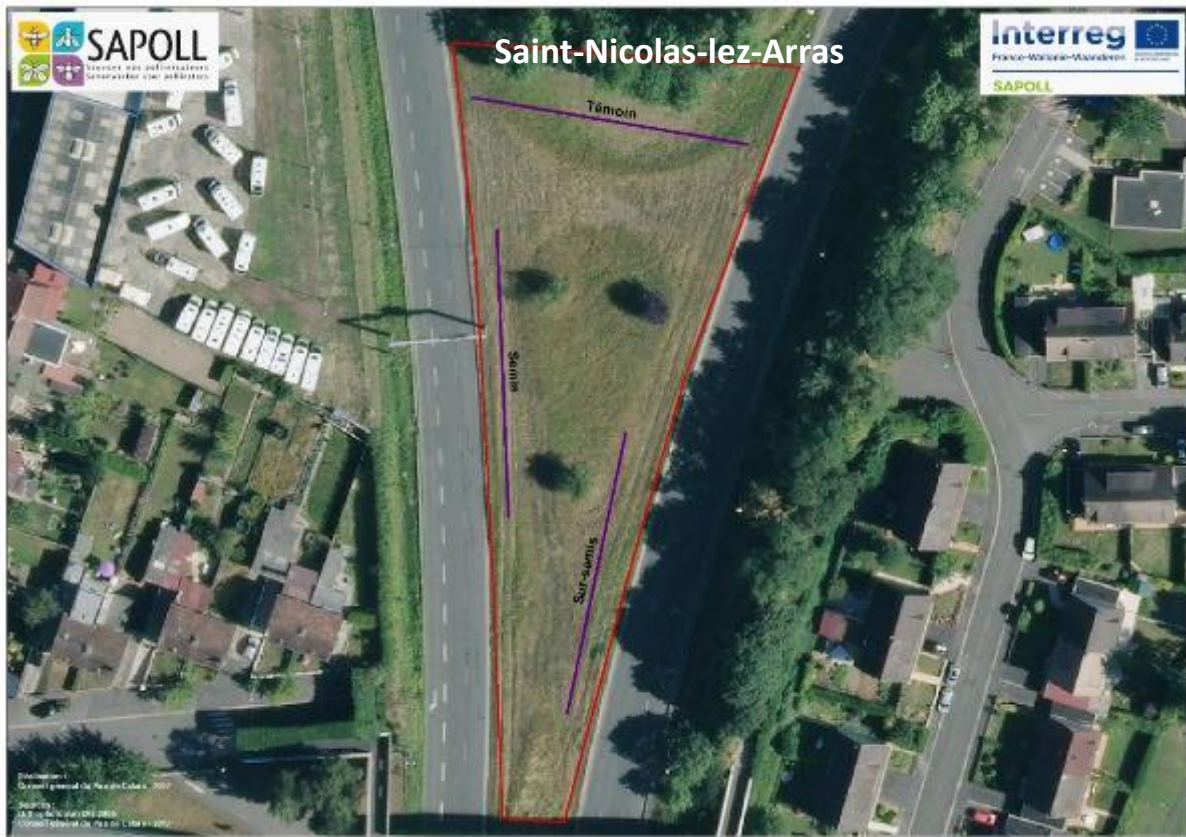
Valorisation des délaissés routiers en faveur des pollinisateurs : une évaluation du rapport coût-bénéfice



Valorisation des délaissés routiers en faveur des pollinisateurs : une évaluation du rapport coût-bénéfice



Valorisation des délaissés routiers en faveur des pollinisateurs : une évaluation du rapport coût-bénéfice



Valorisation des délaissés routiers en faveur des pollinisateurs : une évaluation du rapport coût-bénéfice

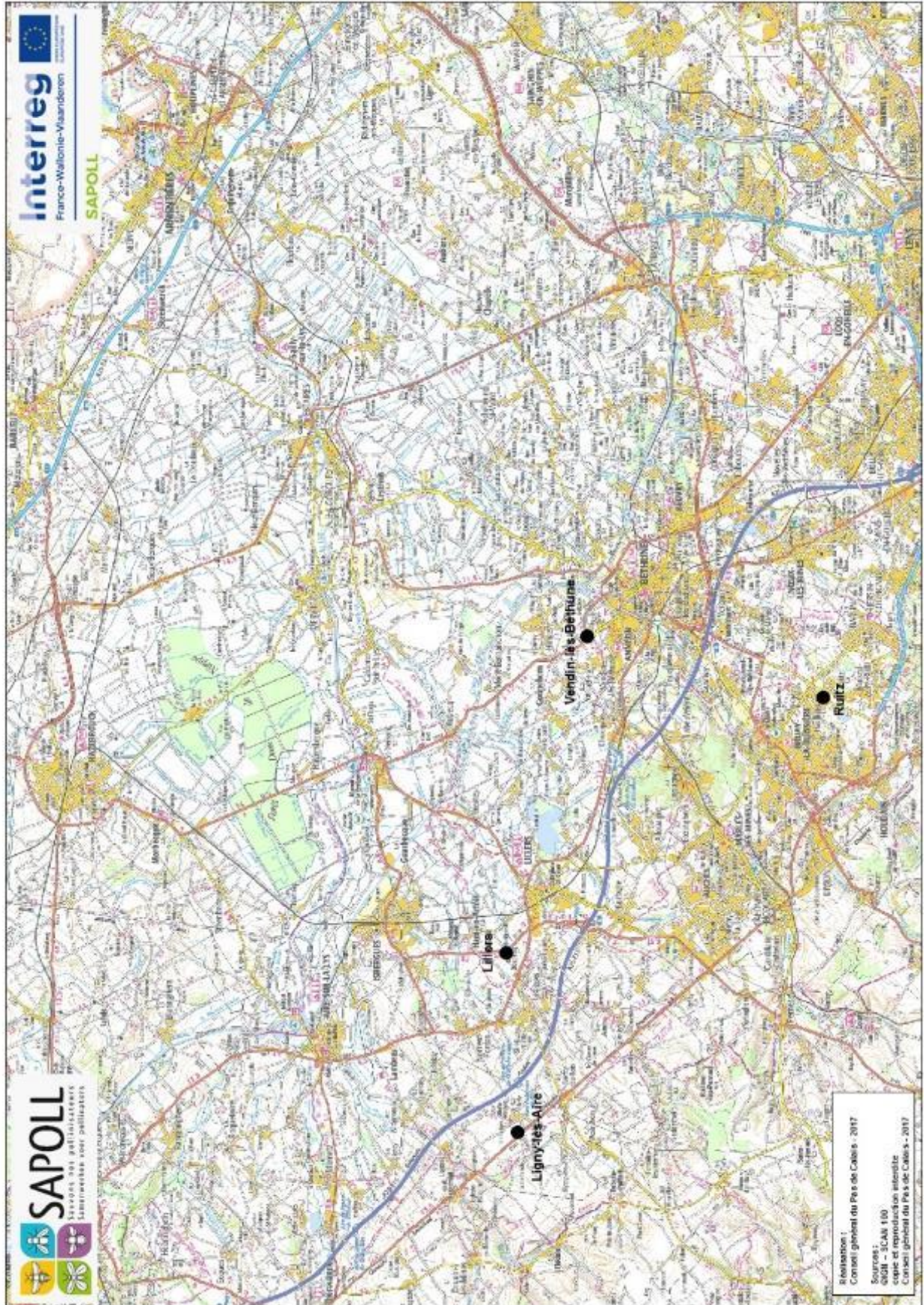
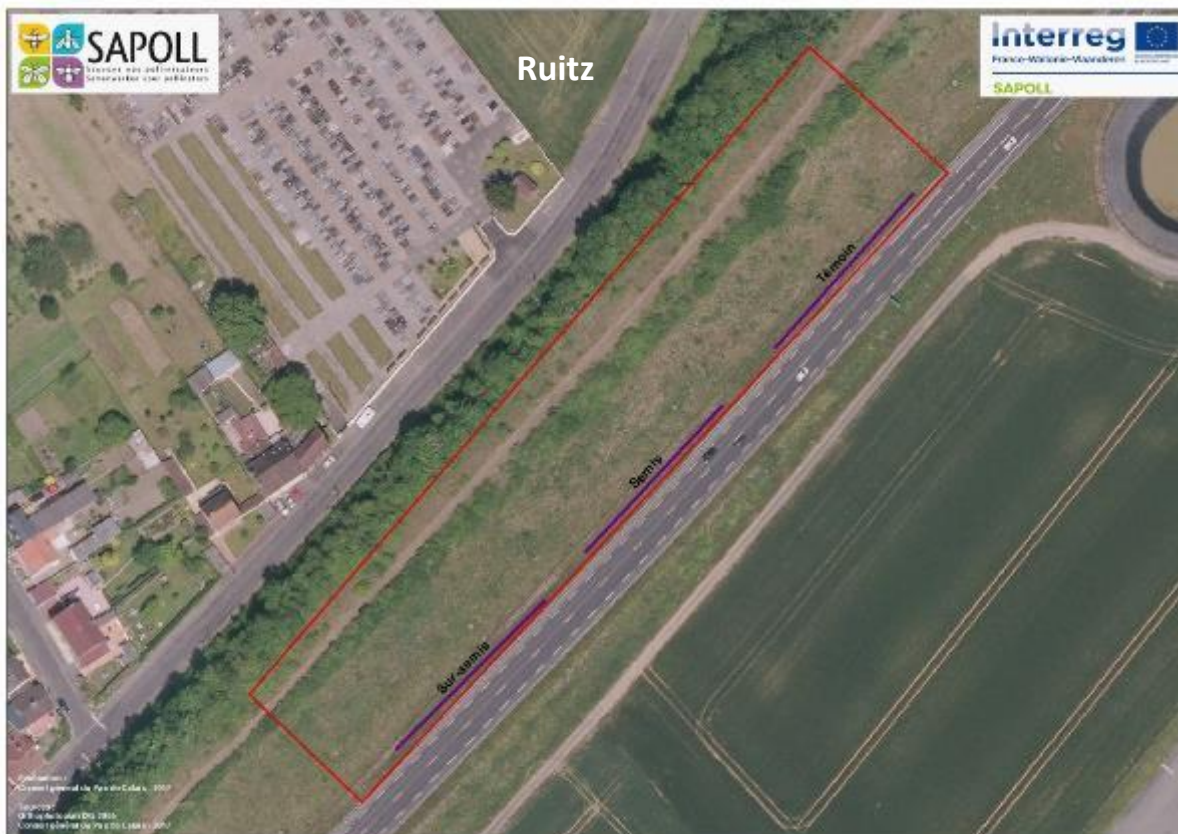


Figure 25: Position géographique et position relative des sites de l'Artois.

Valorisation des délaissés routiers en faveur des pollinisateurs : une évaluation du rapport coût-bénéfice



Valorisation des délaissés routiers en faveur des pollinisateurs : une évaluation du rapport coût-bénéfice

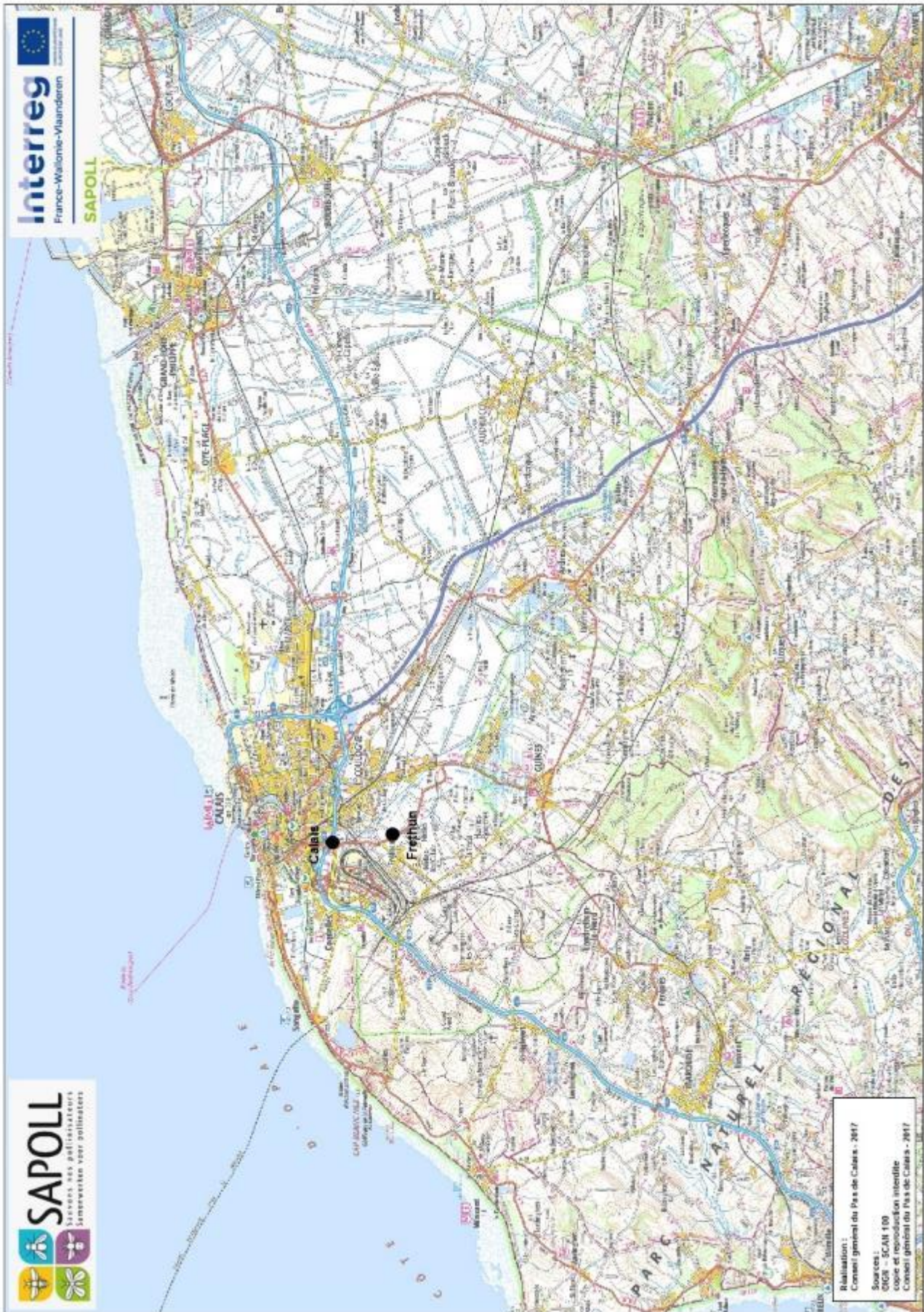
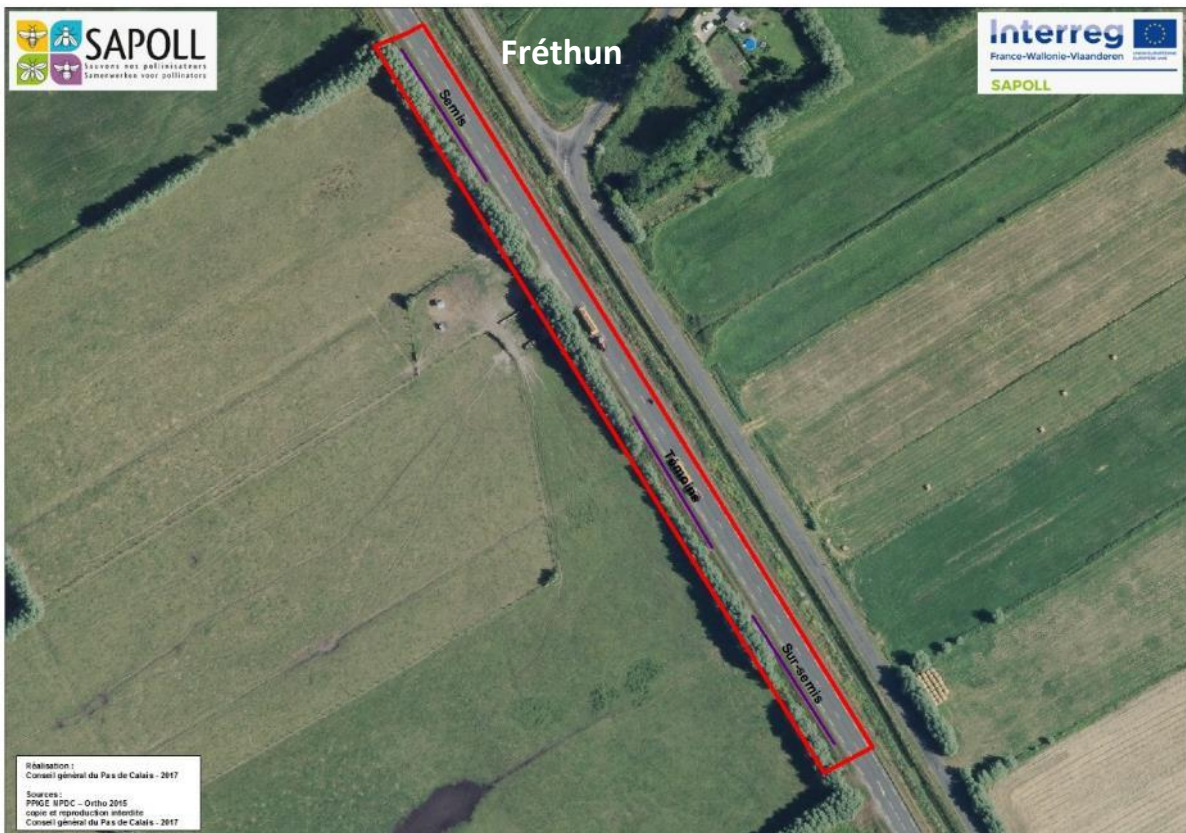
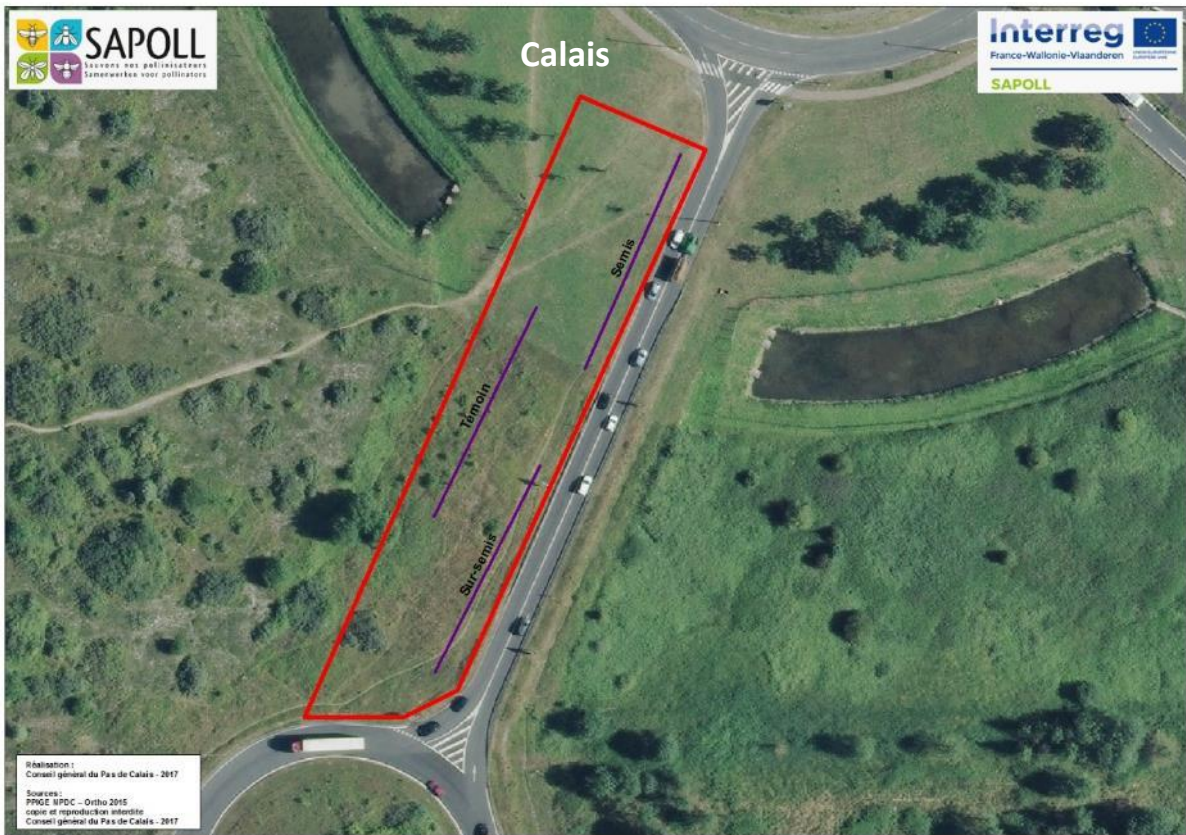


Figure 26 Position géographique et position relative des sites du Calais

Valorisation des délaissés routiers en faveur des pollinisateurs : une évaluation du rapport coût-bénéfice



Valorisation des délaissés routiers en faveur des pollinisateurs : une évaluation du rapport coût-bénéfice

Annexe 2 : Bilan technique de la mise en place des parcelles test

La mise en œuvre des bandes test est réalisée en 4 principales étapes :

- 1) le balisage de la zone,
- 2) la préparation du sol,
- 3) la réalisation du semis,
- 4) l'entretien des parcelles

Le contenu de ces étapes et leurs particularités techniques sont détaillés dans les paragraphes suivants.

1) Balisage de la zone

Le balisage est réalisé par les différents Centres d'Exploitation Routiers des territoires concernés sur la base des informations fournies et après validation conjointe des secteurs test sélectionnés. Ils sont constitués de deux séries de 4 piquets de diamètre 5/8 cm disposées de part et d'autre des deux bandes test et de la bande témoin. Chaque série est reliée sur trois cotés par un filet/grillage de couleur orange. Chaque bande test est étiquetée afin d'éviter les erreurs d'implantation et faciliter le suivi de terrain.



Figure 27 : Exemple de marquage des parcelles à l'aide de piquets et filets. Des étiquettes permettent de savoir quelle parcelle correspond à quel traitement (T0, T1 ou T2).

2) Préparation du sol

a) Travaux communs aux bandes test

Une première tonte rase (inférieure à 5 cm) est effectuée sur les deux bandes test. Elle est suivie d'un nettoyage visant à évacuer et détruire tout produit non souhaité sur les bandes expérimentales.

b) Travaux spécifiques à la bande test « Semis »

Sur la bande test « Semis », un retournement du sol est réalisé à l'aide d'un motoculteur. Le décompactage du sol est réalisé sur une profondeur de 20 cm maximum afin de ne pas mélanger les horizons. Les mottes de terre sont écrasées ou retirées ainsi que les cailloux d'une taille supérieure à deux centimètres. Les mottes de gazon sont de même évacuées.

Après un délai de quinze jours, un deuxième travail de retournement est effectué afin d'éliminer les jeunes plantules d'adventices et de préparer le semis. Le travail est le plus fin possible et plus superficiel (environ 10 cm). Les plantules et les mottes de gazon résiduels sont retirées. Un réglage final du lit de semences à la main est réalisé afin d'avoir un lit de semences le plus propre et le plus droit possible. Le semis est réalisé le jour de la deuxième intervention sur le sol après le faux semis.



Figure 28 : Vue d'une parcelle test dont le sol est préparé pour le semis (T2).



Figure 29 : La préparation du lit de semence est réalisée de manière mécanique dans un premier temps.



Figure 30 : Les finitions pour l'égalisation du lit de semences ont été réalisées à la main.

c) Travaux spécifiques à la bande test « Sur-semis »

Sur la bande test « Sur-semis », une scarification du sol est réalisée. Le « griffage » du sol est inférieur à 1 cm de profondeur afin de permettre aux graines de s'accrocher au sol qui a été ouvert et de germer plus facilement.



Figure 31 : La parcelle test est préparée par scarification pour le sur-semis (T1)



Figure 32 : La scarification travaille le sol de manière peu profonde mais réduit la végétation pour l'implantation des semis.

3) Réalisation des semis

La mise en place du mélange de graines est réalisé à la main en deux passages. Le premier passage est réalisé dans le sens de la bande ; le second passage est perpendiculaire au premier. Les graines sont mélangées et pesées dans un seau auquel on ajoute du sable de rivière sec pour lier le tout et réaliser un semis à la volée homogène. Un ratio de trois volumes de sable pour un volume de graines est appliqué.

La densité d'ensemencement est de 4 g/m² avec, pour le sur-semis, un mélange pur de dicotylédones (M1) et pour le semis un mélange à 50% de graminées et à 50% de dicotylédones (M2). La composition et la proportion de chaque espèce est précisée en annexe 3. On notera que la composition initialement prévue a dû être modifiée afin de prendre en compte les disponibilités en terme de semences.

Une fois le semis réalisé un plombage du sol est effectué avec un rouleau pour « fermer » le sol et plaquer les graines contre la terre. Une attention particulière est faite afin de ne pas enfouir profondément les graines. Le plombage ou éventuellement le grattage superficiel avec un râteau étant suffisant.



4) Modalités d'entretien des parcelles

a) Travaux communs aux bandes test et à la bande témoin :

L'entretien des parcelles est réalisé par les équipes des Centre d'Exploitation Routiers concernés. Un broyage identique à la gestion actuelle des délaissés routiers et des bords de routes est exécuté en septembre à une hauteur de 10 cm environ.

b) Travaux spécifiques à la bande test « Sur-semis »

Deux fauches avec exportation doivent être réalisées par le prestataire dans le courant de l'année suivant la plantation, une fin Avril et une fin Mai. Ces dates sont soumises à variation saisonnière. En 2017, seule une fauche a été réalisée (Arrageois) compte tenu du manque de croissance lié à la sécheresse exceptionnelle du Printemps 2017.

c) Travaux spécifiques aux secteurs concernés par les chardons

Sur le périmètre strict des bandes test et de la bande témoin, un fauchage manuel, pied par pied, de l'espèce *Cirsium arvense* est réalisé ; les autres espèces de « chardon » étant conservés. Sur le reste de la parcelle, un échardonnage mécanique par broyage à hauteur de tête de chardons est développé afin de limiter l'impact sur la végétation et la faune présente.

Annexe 3 : Mélanges de plantes utilisés pour les semis et sur-semis

Tableau 1 : Tableau reprenant les plantes intégrées dans les divers mélanges utilisés lors des expérimentations ainsi que leur type de développement (bisannuelle ou vivace). Le prix au kilogramme des semences (en euros) est indiqué lorsqu'il est connu et arrondis par tranches de 50 euros.

Les abréviations suivantes sont utilisées : Le mélange M1 pour le sur-semis qui ne contient pas de graminées, le mélange M2 pour le semis qui contient 50% de poacées et 50% de plantes entomophiles, le mélange M3 pour l'expérimentation à grande échelle qui contient 3 plantes à fleurs en moins (faible reprise dans les expérimentations précédentes) et une plante annuelle supplémentaire.

	Nom commun	Nom latin	Type	Prix/kg (€)	Proportion (%) de graines dans les divers mélanges		
					Sur-semis (M1)	Semis (M2)	Grande échelle (M3)
Poacées	Fétuque rouge	<i>Festuca rubra</i>	Vivace	NC	-	39	-
	Pâturin des prés	<i>Poa pratensis</i>	Vivace	NC	-	5	-
	Crételle des prés	<i>Cynosurus cristatus</i>	Vivace	NC	-	5	-
Plantes entomophiles	Brunelle commune	<i>Prunella vulgaris</i>	Vivace	150-200	6	3	8
	Caille-lait blanc	<i>Galium mollugo</i>	Vivace	100-150	7	3	8
	Centaurée jacée	<i>Centaurea jacea</i>	Vivace	150-200	6	4	8
	Crépis bisannuel	<i>Crepis biennis</i>	Bisannuelle	>300	6	3	8
	Carotte sauvage	<i>Daucus carota</i>	Bisannuelle	50-100	8	3	8
	Gesse des prés	<i>Lathyrus pratensis</i>	Vivace	< 50	6	3	8
	Linaire commune	<i>Linaria vulgaris</i>	Vivace	NC	6	3	-
	Lotier corniculé	<i>Lotus corniculatus</i>	Vivace	50-100	8	4	8
	Marguerite	<i>Leucanthemum vulgare</i>	Vivace	50-100	7	4	8
	Potentille rampante	<i>Potentilla reptans</i>	Vivace	NC	6	3	8
	Renoncule âcre	<i>Ranunculus acris</i>	Vivace	200-250	6	3	-
	Salsifis des prés	<i>Tragopogon pratensis</i>	Bisannuelle	>300	6	3	-
	Trèfle blanc	<i>Trifolium repens</i>	Vivace	< 50	8	4	8
	Trèfle violet	<i>Trifolium pratense</i>	Vivace	< 50	8	4	8
	Vesce cracca	<i>Vicia cracca</i>	Vivace	< 50	6	4	8
Coquelicot	<i>Papaver rhoeas</i>	Annuelle	50-100	-	-	4	

Tableau 2 : Tableau des plantes utilisées dans les mélanges de l'expérimentation. Les groupes de pollinisateurs susceptibles de butiner ces dernières sont indiqués et la période de floraison est représentée en fonction des mois de l'année.

	Nom commun	Nom latin	Plantes butinées par :			Période de floraison par mois											
			Abeilles	Syrphes	Papillons	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Poacées (Anémophiles)	Fétuque rouge	<i>Festuca rubra</i>															
	Pâturin des prés	<i>Poa pratensis</i>															
	Crételle des prés	<i>Cynosurus cristatus</i>															
Plantes entomophiles	Brunelle commune	<i>Prunella vulgaris</i>	X		X												
	Caille-lait blanc	<i>Galium mollugo</i>		X													
	Centauree jacée	<i>Centaurea jacea</i>	X	X	X												
	Crépis bisannuel	<i>Crepis biennis</i>	X	X													
	Carotte sauvage	<i>Daucus carota</i>	X	X													
	Gesse des prés	<i>Lathyrus pratensis</i>	X		X												
	Linairie commune	<i>Linaria vulgaris</i>	X		X												
	Lotier corniculé	<i>Lotus corniculatus</i>	X		X												
	Marguerite	<i>Leucanthemum vulgare</i>	X	X													
	Potentille rampante	<i>Potentilla reptans</i>	X	X													
	Renoncule âcre	<i>Ranunculus acris</i>	X	X													
	Salsifis des prés	<i>Tragopogon pratensis</i>	X	X													
	Trèfle blanc	<i>Trifolium repens</i>	X		X												
	Trèfle violet	<i>Trifolium pratense</i>	X		X												
Vesce cracca	<i>Vicia cracca</i>	X		X													

Annexe 5 : Liste des taxons recensés dans le cadre de l'expérimentation et effectifs

Tableau 3 : Liste des taxons recensés dans le cadre des relevés faunistiques, ainsi que leur abondance et proportion (%) par rapport au total. Les 6 premières espèces (en jaune) représentent près de 50% des effectifs totaux et 35 taxons n'ont été observés qu'une seule fois. Les espèces rares ou patrimoniales inventoriées sont représentées en vert.

Ordre	Diptera	Nombre de spécimens	Pourcentage (%)
Diptera	<i>Sphaerophoria scripta</i>	243	12,35
Hymenoptera	<i>Apis mellifera</i>	242	12,30
Diptera	<i>Eristalis arbustorum</i>	155	7,88
Diptera	<i>Melanostoma mellinum</i>	132	6,71
Hymenoptera	<i>Bombus pascuorum</i>	103	5,24
Diptera	<i>Episyrphus balteatus</i>	91	4,63
Diptera	<i>Eristalis tenax</i>	87	4,42
Diptera	<i>Syrirta pipiens</i>	70	3,56
Hymenoptera	<i>Bombus lapidarius</i>	66	3,36
Lepidoptera	<i>Polyommatus icarus</i>	50	2,54
Lepidoptera	<i>Pieris rapae</i>	47	2,39
Hymenoptera	<i>Lasioglossum malachurum</i>	35	1,78
Lepidoptera	<i>Maniola jurtina</i>	26	1,32
Diptera	<i>Eupeodes corollae</i>	24	1,22
Hymenoptera	<i>Andrena flavipes</i>	22	1,12
Diptera	<i>Helophilus trivittatus</i>	20	1,02
Hymenoptera	<i>Apoidea</i>	20	1,02
Hymenoptera	<i>Lasioglossum pauxillum</i>	20	1,02
Diptera	<i>Pipizella sp.</i>	18	0,92
Hymenoptera	<i>Andrena haemorrhoea</i>	18	0,92
Lepidoptera	<i>Aricia agestis</i>	18	0,92
Diptera	<i>Cheilosia impressa</i>	17	0,86
Lepidoptera	<i>Thymelicus lineola</i>	16	0,81
Diptera	<i>Melanostoma scalare</i>	14	0,71
Lepidoptera	<i>Pieris napi</i>	14	0,71
Hymenoptera	<i>Halictus scabiosae</i>	13	0,66
Lepidoptera	<i>Pieris brassicae</i>	13	0,66
Diptera	<i>Platycheirus clypeatus</i>	11	0,56
Hymenoptera	<i>Andrena gravis</i>	11	0,56
Hymenoptera	<i>Bombus ruderarius</i>	11	0,56
Hymenoptera	<i>Terrestribombus</i>	11	0,56
Hymenoptera	<i>Lasioglossum morio</i>	10	0,51
Diptera	<i>Pipizella viduata</i>	9	0,46
Diptera	<i>Rhingia campestris</i>	9	0,46
Diptera	<i>Eupeodes latifasciatus</i>	8	0,41
Hymenoptera	<i>Bombus terrestris</i>	8	0,41
Hymenoptera	<i>Lasioglossum villosulum</i>	8	0,41
Lepidoptera	<i>Coenonympha pamphilus</i>	8	0,41
Hymenoptera	<i>Panurgus dentipes</i>	7	0,36
Diptera	<i>Eristalis nemorum</i>	6	0,31
Diptera	<i>Helophilus pendulus</i>	6	0,31
Diptera	<i>Scaeva pyrastris</i>	6	0,31
Hymenoptera	<i>Nomada flavoguttata</i>	6	0,31
Hymenoptera	<i>Seladonia tumulorum</i>	6	0,31
Lepidoptera	<i>Pyronia tithonus</i>	6	0,31

Diptera	<i>Cheilosia pagana</i>	5	0,25
Diptera	<i>Eumerus strigatus</i>	5	0,25
Diptera	<i>Syrphus ribesii</i>	5	0,25
Hymenoptera	<i>Dasypoda hirtipes</i>	5	0,25
Hymenoptera	<i>Lasioglossum calceatum</i>	5	0,25
Diptera	<i>Pipizella annulata</i>	4	0,20
Hymenoptera	<i>Andrena cineraria</i>	4	0,20
Hymenoptera	<i>Andrena minutula</i>	4	0,20
Hymenoptera	<i>Bombus hortorum</i>	4	0,20
Hymenoptera	<i>Nomada fucata</i>	4	0,20
Lepidoptera	<i>Autographa gamma</i>	4	0,20
Lepidoptera	<i>Vanessa atalanta</i>	4	0,20
Diptera	<i>Eristalinus sepulchralis</i>	3	0,15
Diptera	<i>Syrphidae</i>	3	0,15
Diptera	<i>Xanthogramma citrofasciatum</i>	3	0,15
Hymenoptera	<i>Andrena carantonica</i>	3	0,15
Hymenoptera	<i>Andrena minutuloides</i>	3	0,15
Hymenoptera	<i>Halictus maculatus</i>	3	0,15
Hymenoptera	<i>Heriades truncorum</i>	3	0,15
Hymenoptera	<i>Nomada bifasciata</i>	3	0,15
Hymenoptera	<i>Sphecodes monilicornis</i>	3	0,15
Lepidoptera	<i>Aglais urticae</i>	3	0,15
Lepidoptera	<i>Thymelicus sylvestris</i>	3	0,15
Diptera	<i>Cheilosia vernalis</i>	2	0,10
Diptera	<i>Eristalis pertinax</i>	2	0,10
Diptera	<i>Metasyrphus corollae</i>	2	0,10
Diptera	<i>Myathropa florea</i>	2	0,10
Diptera	<i>Platycheirus albimanus</i>	2	0,10
Diptera	<i>Platycheirus manicatus</i>	2	0,10
Diptera	<i>Syrphus vitripennis</i>	2	0,10
Diptera	<i>Xanthogramma pedissequum</i>	2	0,10
Diptera	<i>Xylota segnis</i>	2	0,10
Hymenoptera	<i>Andrena chrysoceles</i>	2	0,10
Hymenoptera	<i>Andrena stromella</i>	2	0,10
Hymenoptera	<i>Lasioglossum laticeps</i>	2	0,10
Hymenoptera	<i>Melitta tricincta</i>	2	0,10
Hymenoptera	<i>Nomada lathburiana</i>	2	0,10
Hymenoptera	<i>Sphecodes ephippius</i>	2	0,10
Lepidoptera	<i>Adela sp</i>	2	0,10
Lepidoptera	<i>Aphantopus hyperantus</i>	2	0,10
Lepidoptera	<i>Euclidia glyphica</i>	2	0,10
Lepidoptera	<i>Ochlodes sylvanus</i>	2	0,10
Diptera	<i>Cheilosia albitarsis/ranunculi</i>	1	0,05
Diptera	<i>Cheilosia illustrata</i>	1	0,05
Diptera	<i>Cheilosia proxima</i>	1	0,05
Diptera	<i>Eristalinus aeneus</i>	1	0,05
Diptera	<i>Eupeodes luniger</i>	1	0,05
Diptera	<i>Eupeodes sp.</i>	1	0,05
Diptera	<i>Neoascia podagrica</i>	1	0,05
Diptera	<i>Platycheirus peltatus</i>	1	0,05
Diptera	<i>Platycheirus scutatus</i>	1	0,05
Diptera	<i>Sphaerophoria rueppellii</i>	1	0,05
Diptera	<i>Syrphus torvus</i>	1	0,05
Hymenoptera	<i>Andrena carantonica/trimmerana</i>	1	0,05

Valorisation des délaissés routiers en faveur des pollinisateurs : une évaluation du rapport coût-bénéfice

Hymenoptera	<i>Andrena fulva</i>	1	0,05
Hymenoptera	<i>Anthophora furcata</i>	1	0,05
Hymenoptera	<i>Bombus lucorum</i>	1	0,05
Hymenoptera	<i>Lasioglossum leucozonium</i>	1	0,05
Hymenoptera	<i>Megachile rotundata</i>	1	0,05
Hymenoptera	<i>Melitta leporina</i>	1	0,05
Hymenoptera	<i>Nomada fabriciana</i>	1	0,05
Hymenoptera	<i>Nomada flava</i>	1	0,05
Hymenoptera	<i>Nomada flavopicta</i>	1	0,05
Hymenoptera	<i>Nomada goodeniana</i>	1	0,05
Hymenoptera	<i>Nomada marshamella</i>	1	0,05
Hymenoptera	<i>Nomada zonata</i>	1	0,05
Hymenoptera	<i>Sphecodes gibbus</i>	1	0,05
Lepidoptera	<i>Calophasia lunula</i>	1	0,05
Lepidoptera	<i>Camptogramma bilineata</i>	1	0,05
Lepidoptera	<i>Carcharodus alceae</i>	1	0,05
Lepidoptera	<i>Epirrhoe alternata</i>	1	0,05
Lepidoptera	<i>Pammene sp</i>	1	0,05
Lepidoptera	<i>Pararge aegeria</i>	1	0,05
Lepidoptera	<i>Scotopteryx chenopodiata</i>	1	0,05
Lepidoptera	<i>Thecla betulae</i>	1	0,05
Lepidoptera	<i>Vanessa cardui</i>	1	0,05
Lepidoptera	<i>Zygaena filipendulae</i>	1	0,05

Annexe 6 : Liste des perturbations recensées sur les sites de l'expérimentation.

Tableau 4 : Liste des perturbations ayant eu lieu sur les sites de l'expérimentation pilote. Le nom du site et l'année ont été indiqués, ainsi que le type de perturbation, si celle-ci a eu lieu avant ou après les semis. Les réactions qui ont été mises en place face à ces aléas ont été décrites ainsi que l'impact de ces perturbations sur le protocole.

Secteur	Année	Aléas	Période	Réaction face aux aléas	Estimation de l'impact sur le protocole	
Arrageois	Saint Nicolas lez Arras	2016	Destruction de la signalisation par broyage (CD62)	Avant intervention	Nécessité de refaire le marquage	Nul
		2018	Broyage anticipé de la parcelle hors bandes tests (CD62)	Après intervention		Fort Impact important sur l'attractivité globale de la zone pour les inventaires faune d'Août
			Broyage anticipé de 40% de la bande sur-semis (CD62)	Après intervention		Fort Impact important sur l'attractivité de la bande test "sur-semis" pour les inventaires faune d'Août
	Achicourt	2016	Tassement des sols par intervention par broyage en période non adaptée (CD62)	Avant intervention	Nécessité d'inverser les bandes de semis et sur-semis	Nul
		2018	Tassement des sols par intervention avec engin lourd en période non adaptée (Commune)	Après intervention	Nécessité de refaire le marquage	Fort Impact important sur l'attractivité de la bande test "semis" pour les inventaires faune
	Athies	2016	Travaux de terrassement sur une partie des zones identifiées (ERDF)	Avant intervention	Nécessité de déplacer une bande et décalage de la période de semis au Printemps	Modéré Impact sur la saisonnalité des semis (rejoint le lot des semis de printemps)
	Avesnes lès Bapaume	2017	Plainte d'un agriculteur obligeant la réalisation d'un échardonnage mécanique de la parcelle	Après intervention	Broyage anticipé (mi-Juillet) de la parcelle à hauteur de têtes de chardon (60cm) permettant un maintien de l'essentiel de la végétation. Intervention localisée sur les parcelles tests	Faible Impact modéré sur l'attractivité globale de la zone pour les inventaires faune d'Août (Ajout de la mesure au protocole d'étude)
		2018	Maintien du protocole d'échardonnage	Après intervention		
	Ensemble Arrageois	2017	Sécheresse exceptionnelle	Après intervention	Absence de fauche avec exportation sur le sur-semis	Nul
	Artois	Lillers	2018	Plantation dans le cadre de mesures compensatoires (CD62)	Après intervention	Faible Impact faible sur l'attractivité globale de la zone pour les inventaires faune d'Août

			Suppression d'une partie du balisage au cours de la plantation (CD62)	Après intervention	Nécessité de refaire le marquage	Faible Impact faible sur l'échantillonnage de la flore et de la faune sur la bande témoin compte tenu de l'homogénéité du milieu
	Ensemble Artois	2018	Conditions météorologiques (Retard de pousse) / Retard complémentaire sur la mise en place de la fauche sur sur-semis (CD62)	Après intervention	Retard de deux mois sur la fauche et d'un mois sur la période optimale de fauche avec exportation des bandes de sur-semis	Modéré Impact modéré sur la tenue du protocole mais important sur les résultats d'études de la faune sur les sur-semis
Calaisis	Fréthun	2018	Fauche avec exportation (Agriculteur)	Après intervention	Recherche de l'agriculteur	Modéré Impact sur l'échantillonnage de la flore et de la faune et sur la bande témoin
	Ensemble Calaisis	2018	Retard dans la mise en place du protocole (CD62)	Avant intervention	Décalage de la période de semis au Printemps	Modéré Impact sur la saisonnalité des semis (rejoint le lot des semis de printemps)
		2018	Sécheresse exceptionnelle (Retard de pousse)	Après intervention	Retard de plusieurs mois sur la période de fauche avec exportation des bandes de sur-semis	Nul Impact nul sur la tenue du protocole et sur les résultats d'études de la faune sur les sur-semis