

université  
PARIS-SACLAY



COEUR  
D'ESSONNE  
AGGLOMÉRATION



# INVENTAIRE DE BIODIVERSITÉ DE LA COULÉE DOUCE - VILLIERS SUR ORGE - PAR LES ÉTUDIANTS DE MASTER 1 BIODIVERSITÉ ECOLOGIE EVOLUTION DE PARIS SACLAY



**Pacôme Carrara, Aliénor Malapert, Alicia Guichard et Lise Moreau**  
**Année 2025**

# SOMMAIRE

<b>Introduction.....</b>	<b>2</b>
<b>Inventaire forestier.....</b>	<b>4</b>
INTRODUCTION:.....	4
RÉSULTATS:.....	6
DISCUSSION:.....	7
<b>Inventaire floristique.....</b>	<b>8</b>
INTRODUCTION :.....	8
RÉSULTATS :.....	10
Analyse de biodiversité :.....	10
Associations phytosociologique :.....	12
DISCUSSION :.....	12
<b>Inventaire pollinisateur.....</b>	<b>14</b>
INTRODUCTION :.....	14
RÉSULTATS :.....	15
DISCUSSION :.....	17
<b>Conclusion.....</b>	<b>18</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>20</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>21</b>

# Introduction

Dans un contexte de crise écologique marquée par une perte accélérée de biodiversité, les espaces urbains apparaissent aujourd'hui comme des lieux stratégiques pour le développement d'infrastructures vertes (Beninde et al., 2015). En plus d'offrir des refuges à la faune et à la flore, ces espaces contribuent à améliorer la qualité de vie des habitants (Giannico et al., 2021). Face à la densification des villes et à l'artificialisation croissante des sols, les solutions fondées sur la nature, telles que la reforestation urbaine, constituent des réponses concrètes permettant non seulement de restaurer des fonctions écosystémiques, mais aussi de sensibiliser les citoyens aux enjeux écologiques en ville.

C'est dans cette dynamique que s'inscrit cette étude, réalisée dans le cadre d'un projet universitaire. Elle porte sur le site de la Coulée Douce, situé à Villiers-sur-Orge, dans le département de l'Essonne. Cet espace vert a été aménagé en 2021 sur un ancien espace agricole en friche. Il se situe à l'interface entre milieu urbain et milieu agricole, servant aussi bien de zone refuge pour la biodiversité que de lieu de détente pour les habitants. Il comprend des cheminements, des espaces de repos ainsi que divers milieux végétalisés, pouvant être accompagnés de panneaux pédagogiques.



Figure 1 : Présentation du site de la Coulée Douce

Depuis 2023, une partie du site fait l'objet d'une expérimentation de reforestation urbaine, initiée par une proposition citoyenne portée par la commune de Villiers-sur-Orge. Le projet, développé en partenariat avec l'association BoomForest et soutenu par l'Agglomération Cœur d'Essonne, vise à préserver la biodiversité locale, notamment dans les zones urbanisées, tout en impliquant les habitants à travers des plantations participatives (écoles, familles, associations...).

La méthode employée repose sur le modèle du botaniste japonais Akira Miyawaki, développé dans les années 1970. Elle consiste à planter une forêt dense composée exclusivement d'espèces locales et diversifiées, sur un sol préalablement reconditionné (aération, enrichissement organique). La plantation s'effectue à très haute densité (3 à 5 plants/m<sup>2</sup>), favorisant une croissance rapide et une forte compétition interspécifique. Ce processus tend à reproduire les caractéristiques d'une forêt primaire en accéléré: structure stratifiée, fermeture rapide du couvert et retour spontané d'une biodiversité associée. L'un des principes fondamentaux de cette méthode est l'absence d'intervention humaine 3 ans après plantation : ni arrosage, ni taille, ni entretien ne sont effectués, afin de laisser les dynamiques naturelles se développer librement (Miyawaki, 2004; documentaire Faire une mini-forêt).

Notre étude constitue le temps zéro de cette expérimentation, établi en 2025, après l'achèvement des plantations. Elle a pour objectif de dresser un état initial de la biodiversité sur la zone reboisée, en vue d'un suivi écologique à long terme permettant d'évaluer l'évolution de cette micro-forêt et son efficacité en tant que réservoir de biodiversité urbaine. Jusqu'à 3 ans après la plantation, la zone forestière est défrichée afin de retirer les espèces compétitrices des arbres plantés. En parallèle, notre étude s'étend aux prairies environnantes, également situées sur le site de la Coulée Douce, mais soumises à des régimes de gestion différenciés la parcelle que l'on friche est laissée à sa dynamique naturelle alors que la parcelle de prairie est tondu au moins une fois par an . En comparant la biodiversité entre ces différents milieux, l'objectif est d'évaluer l'impact des pratiques de gestion sur la diversité floristique et faunistique, afin de formuler des recommandations pour renforcer la qualité écologique globale du site. En effet, les prairies jouent un rôle essentiel pour la faune, notamment pour les pollinisateurs et les invertébrés, mais leur richesse dépend fortement du mode d'entretien (Chollet et al., 2018). Ce travail s'inscrit dans la continuité des inventaires précédents menés sur la Coulée Douce (rapport FREDON 2023) en ajoutant un inventaire des pollinisateurs et s'appuie sur des protocoles standardisés.

Plus largement, nous espérons contribuer à une meilleure compréhension du rôle que peuvent jouer les infrastructures vertes telles que la Coulée Douce dans la restauration écologique des territoires artificialisés. L'étude de la complémentarité de différents milieux (micro-forêt urbaine et prairies) permettra d'orienter la gestion des espaces verts vers une meilleure compatibilité avec les enjeux de biodiversité.

Pour assurer cette première évaluation, avec le temps dont nous disposons, nous avons choisi d'inventorier les arbres plantés dans la micro-forêt, la flore des prairies environnantes, ainsi que les pollinisateurs présents sur les trois parcelles étudiées. Les protocoles ont été choisis pour leur facilité et reproductibilité afin de permettre un suivi écologique rigoureux à long terme.

<b>Taxon</b>	<b>Protocole</b>	<b>Nombre</b>	<b>Date</b>
Herbacée	Florilège prairie urbaine	2 prairies inventoriées	23 mai 2025
Arbustif	/	1 parcelle forestière	De manière aléatoire entre avril et juin
Pollinisateurs	/	2 prairies et 1 parcelle forestière	12,13,18 et 19 juin

*Tableau 1 : Résumé des protocoles appliqués lors de cette étude*

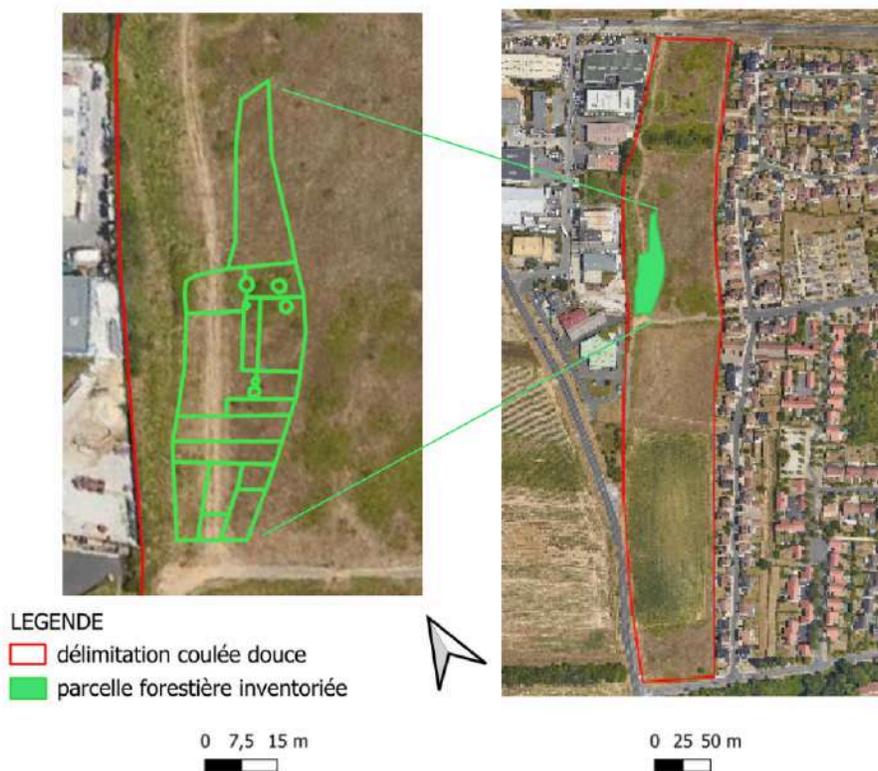
## Inventaire forestier

### INTRODUCTION:

L'objectif de notre travail est de réaliser un inventaire partiel mais représentatif de la micro-forêt plantée, afin de pouvoir suivre son évolution dans les années à venir, notamment dans le contexte du changement climatique (IPCC, 2022). Pour ce faire, nous avons identifié chaque arbre sur une surface d'environ 1 460 m<sup>2</sup>. La zone inventoriée a été définie en fonction de contraintes logistiques et temporelles.

Au moment de l'étude, une partie de la micro-forêt était en friche et difficilement accessible, ce qui, combiné au temps imparti, nous a conduits à concentrer notre travail sur les zones les plus facilement praticables, en dehors de la friche (voir figure 2b).

Pour organiser le travail de terrain, la parcelle a été divisée en plusieurs zones, chacune attribuée à un observateur. Ces zones ont été matérialisées à l'aide de fil coloré, afin de visualiser clairement les secteurs déjà inventoriés et de suivre l'avancée de l'inventaire (figure 2a). Les arbres ont ensuite été reportés sur un croquis, en indiquant leur position approximative ainsi que l'espèce à laquelle ils appartiennent.



*Figure 2 : Présentation de la parcelle forestière inventoriée*

L'identification des arbres s'est appuyée sur la liste des 29 espèces initialement plantées, fournie par les porteurs du projet (Annexe 1). Cette base a été complétée à l'aide de guides de botanique et de l'application PlantNet. L'inventaire a été réalisé entre la fin mars et le début avril, période choisie pour coïncider avec le début du bourgeonnement, ce qui facilite l'identification des espèces.

Cependant, l'identification précise reste parfois délicate, notamment en raison de la jeunesse des plants et de leur morphologie encore peu développée. C'est pourquoi nous avons opté pour une identification au genre, et non à l'espèce, afin de garantir une plus grande fiabilité des relevés.

Les données collectées ont été intégrées dans le logiciel QGIS pour produire une carte géoréférencée de la zone inventoriée. Cette carte permettra un suivi efficace de la dynamique forestière, qu'il s'agisse de l'évolution des essences dominantes, de la mortalité spécifique, ou de la résilience du système. Elle pourra ainsi être utilisée pour observer l'évolution naturelle de la forêt, notamment à partir de la troisième année après plantation, période à partir de laquelle aucune intervention humaine n'est prévue.

## RÉSULTATS:

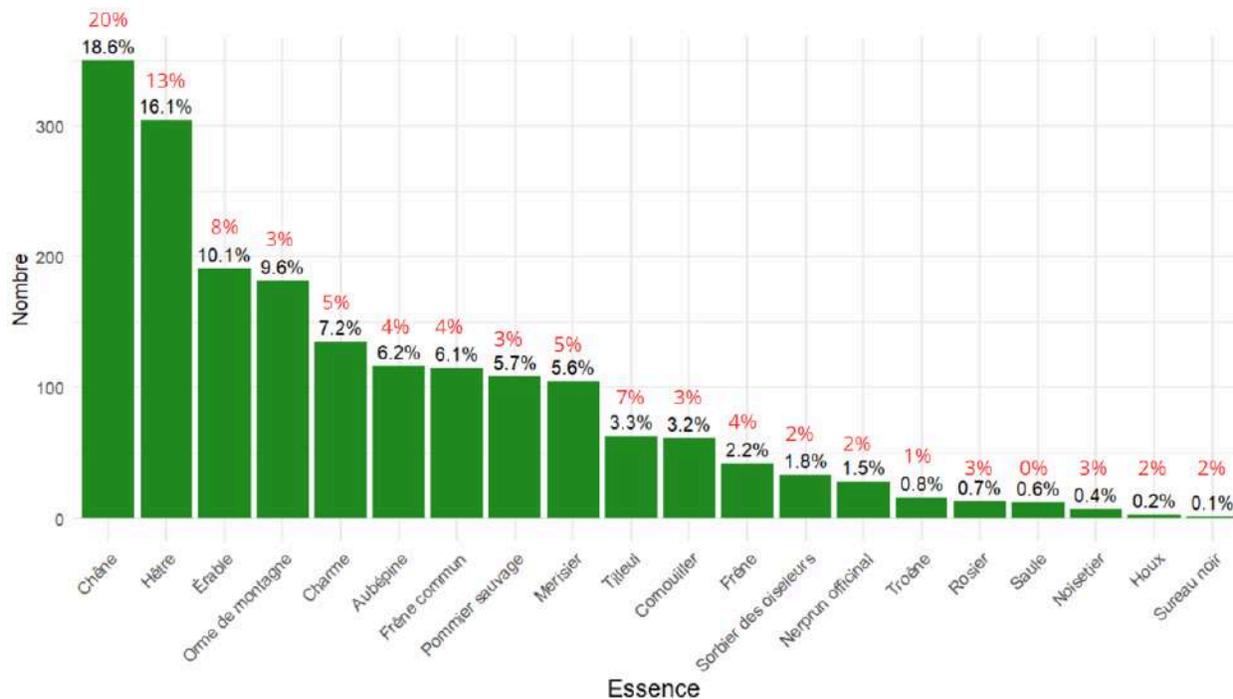


Figure 3: Répartition des différentes essences inventoriées. En rouge, la proportion d'essences lors de la plantation

Un total de 1 884 arbres a été inventorié sur les 6 000 initialement plantés. La répartition des essences inventoriées reflète globalement les proportions de plantations, notées en rouge sur le graphique (Figure 3). Toutefois, certaines divergences sont observables. Par exemple, l'Orme de montagne a été relevé en proportions bien supérieures à celles de plantation, ce qui pourrait résulter d'erreurs d'identification, particulièrement fréquentes dans le cas de jeunes individus.

Dans l'ensemble, cet inventaire permet néanmoins de produire une première représentation de la micro-forêt, qui pourra servir de point de comparaison pour les futurs suivis écologiques.

Ainsi, la position de chaque arbre inventorié a été rentré sur une carte (QGIS), comme on peut le voir sur la figure 4a. Mais comme on l'observe, elle n'est pas très lisible. Nous avons donc décidé de créer une seconde carte (Figure 4b) qui met en avant les principales essences dans les différentes zones inventoriées. On observe ainsi une dominance des chênes (toutes espèces confondues) dans la partie haute inventoriée et une dominance de l'hêtre dans la partie basse gauche. La dominance de ces deux essences de cette parcelle est cohérente avec les proportions présentées en figure 3.

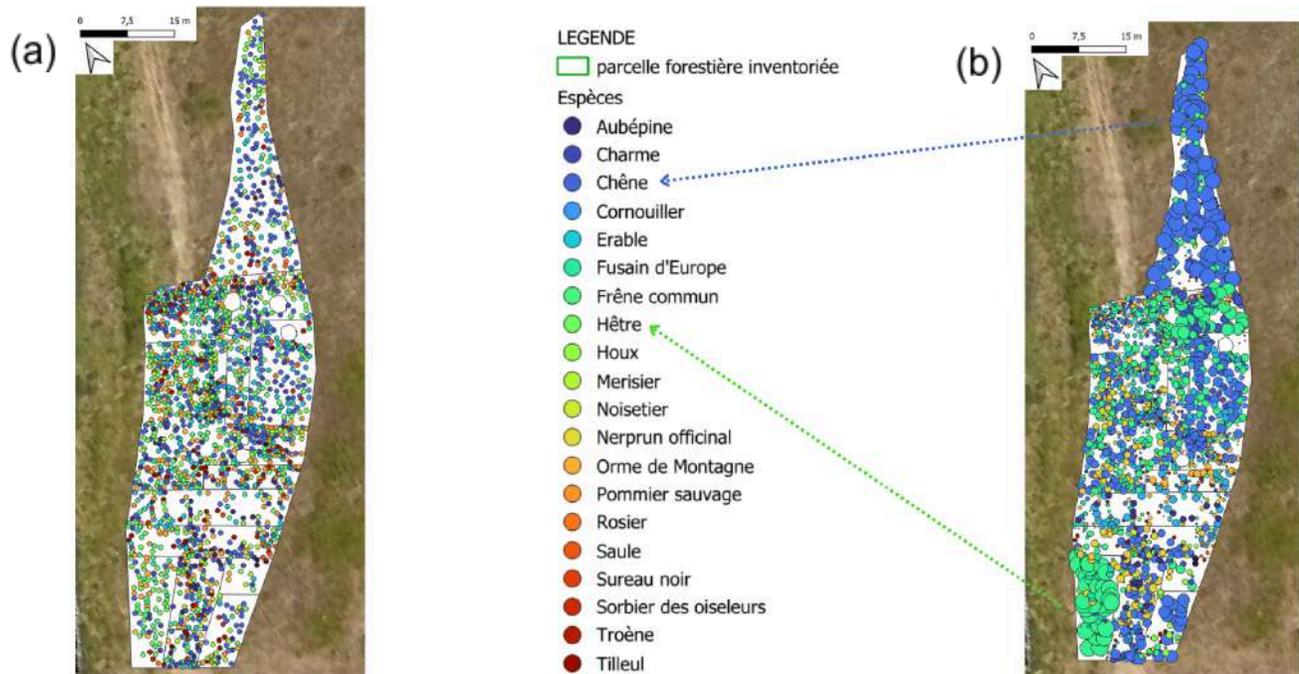


Figure 4: Parcelle forestière inventoriée, avec la position de chaque essence (a) et avec les essences dominantes par zone (b)

## DISCUSSION:

Cet inventaire forestier constitue le temps zéro de cette expérimentation. Le but est de suivre l'évolution et la dynamique de cette parcelle forestière dans les années à venir.

La première carte (a) servira comme base de référence. Elle permettra notamment aux futurs étudiants d'identifier des premières tendances: essences dominantes, mortalité spécifique... La deuxième carte (b) permettra un suivi efficace à long terme de la dynamique forestière, notamment à partir de la troisième année après plantation, période à partir de laquelle aucune intervention humaine n'est prévue.

Les données collectées permettront en parallèle de discuter la méthode de Miyawaki, qui est assez controversée dans le milieu scientifique, notamment sur son utilisation en Europe où le climat est différent de celui de l'origine de la méthode, en climat tropical et donc pouvant donner lieu à des résultats très différents.

# Inventaire floristique

## INTRODUCTION :

Cette partie a été en grande partie assurée par d'autres étudiants du Master BEE, dans le cadre d'une UE d'inventaire floristique (BIVE). Ceci a permis un gain de temps considérable, nous tenons ainsi d'abord à les remercier.

L'inventaire floristique ne concerne que la partie prairie de la coulée douce, c'est-à-dire les deux parcelles en vert dans la figure 1. La parcelle forestière devait à l'origine être soumise au même inventaire mais une tonte a été réalisée au moment de nos inventaires. N'ayant plus de strates herbacées, la perspective d'un inventaire floristique n'était donc plus pertinente mais pourrait l'être sur les années suivantes.

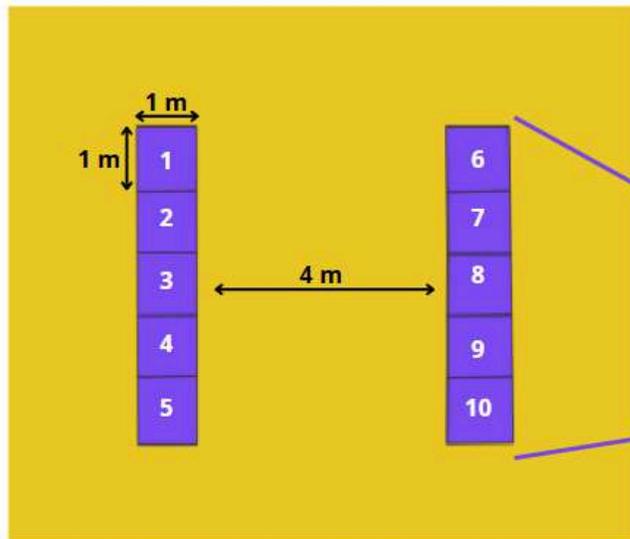
Les deux parcelles concernées par l'inventaire ne sont pas gérées de la même manière (cf. intro). Évaluer l'influence des différentes pratiques de gestion, notamment la fréquence de tonte sur la composition de la flore, est le but de cet inventaire sur le long terme.

Ainsi, ce premier état des lieux vise à déterminer le cortège floristique des deux prairies (richesse et abondance) et servir de base pour les réflexions des étudiants des années suivantes.

Le protocole Florilèges-Prairies urbaines, détaillé dans le rapport de FREDON de 2023, est suivi.

Ce protocole consiste à recenser les espèces dans 10 carrés d'1m<sup>2</sup> au cœur d'une prairie, selon une disposition bien précise. Ainsi, 10 quadrats sont posés dans chacune des deux parcelles. La même disposition que celle choisie pour les inventaires de 2023 (Figure 5a) est utilisée afin de comparer les résultats.

(a)



LEGENDE

-  délimitation coulée douce
-  parcelle friche
-  parcelle prairie
-  transect

0 1 2 m



0 10 20 m

Figure 5 (a) et (b) : Carte de la disposition des transects dans les parcelles selon le protocole

Des décamètres et de la ficelle sont utilisés pour les différentes mesures et la délimitation des quadrats. Pour identifier les différents taxons, parfois jusqu'à l'espèce, le guide d'identification "Clé des prairies" est utilisé. Ce guide est accessible sur le site internet dédié au programme. En plus de la présence ou absence des différentes espèces, on cherche à évaluer leurs abondances relatives et on utilise pour cela l'échelle d'abondance-dominance de Braun-Blanquet (Westhoff & Van, 1978).

L'objectif initial étant de reproduire ce même protocole l'année prochaine et de suivre l'évolution des prairies, les données sont rentrées dans un document Excel disponible dans le drive associé au projet de la Coulée Douce. Cela permettra aux prochains étudiants ou gestionnaires d'avoir accès à toutes les informations pratiques concernant les prairies et les inventaires réalisés.

Pour analyser la biodiversité observée grâce aux données récoltées, l'indice de Piélu et de Shannon en convertissant les coefficients de Braun-Blanquet (Annexe 2) sont utilisés. Pour les statistiques, R version 4.2.1, Excel et Google Sheets sont utilisés. On utilise également les propriétés écologiques des taxons identifiés disponibles sur Tela Botanica pour déduire les caractéristiques du milieu d'après les cortèges phytosociologiques. Les résultats bruts sont disponibles sur le drive du projet.

## RÉSULTATS :

### Analyse de biodiversité :

38 taxons ont été identifiés (Annexe 3), avec une répartition différente entre les parcelles (Figure 6). 25 taxons ont été recensés dans la prairie, contre 23 pour la friche, et seulement 10 d'entre eux sont communs aux deux parcelles. Néanmoins, la Houlique laineuse (*Holcus lanatus*) est l'espèce la plus abondante, et ce pour les deux parcelles. Autrement, la prairie est dominée par des Fabacées comme les trèfles (*Trifolium pratense*, *Trifolium dubium* et *Trifolium sp.*), en plus de graminées telles que la Fétuque rouge (*Festuca rubra*). La friche présente un cortège floristique différent, avec des espèces pionnières comme le Pâturin des prés (*Poa pratensis*) et la Vulpie queue d'écureuil (*Vulpia bromoides*). On notera que seules trois des dix espèces les plus abondantes sont communes dans le cas de la prairie tondu, contre sept pour la friche, ce qui reflète une plus grande spécificité floristique de la prairie.

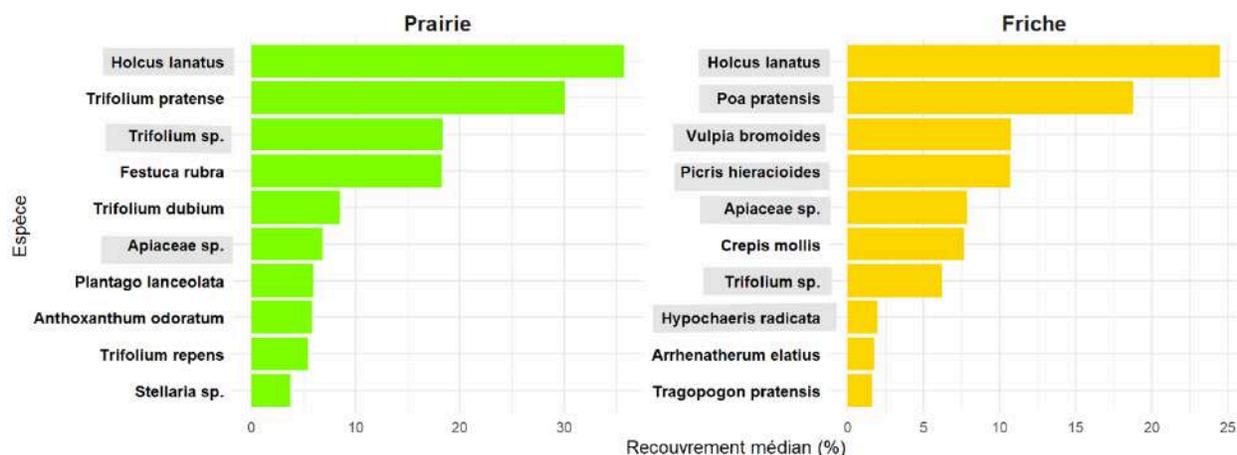


Figure 6 : Visualisation des taxons principaux pour chaque parcelle par recouvrement médian.  
En surligné : les espèces communes aux deux parcelles.

Pour autant, d'après notre inventaire floristique, ces deux parcelles présentent des biodiversités semblables et aussi équilibrées d'après l'indice de Shannon et de Piélu (Figure 7) ( $t = -1.76$ ,  $ddl = 17.81$ ,  $p = 0.01$  pour l'indice de Shannon et  $t = -1.29$ ,  $ddl = 17.92$ ,  $p = 0.21$  pour l'indice de Piélu).

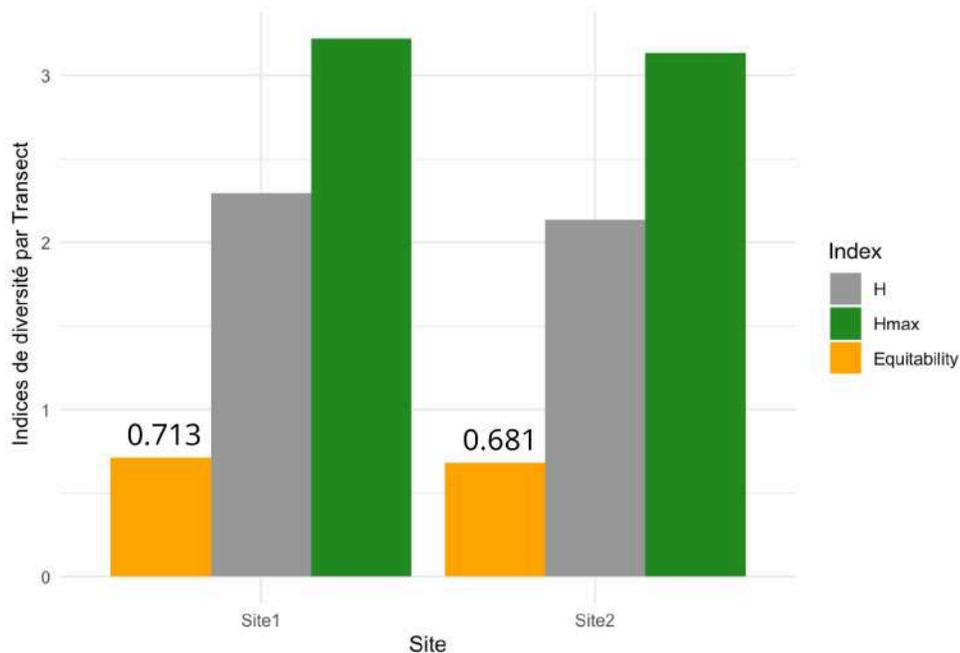


Figure 7 : Equitabilité de l'abondance des espèces grâce à l'indice de Shannon et de Piélou

Bien qu'ayant une composition très différente, ces résultats nous amènent donc à penser que ces deux parcelles possèdent pourtant des biodiversités très proches, que ce soit selon l'indice de Shannon ou de Piélou. Cela doit pour autant être nuancé car les graphiques d'accumulation (Figure 8) montrent que l'échantillonnage fait par notre inventaire floristique, n'a pas suffi à avoir une idée réelle de la biodiversité de la parcelle de prairie tondue. En effet, bien que le plateau soit atteint pour la prairie en friche, la prairie tondue n'a pas atteint ce plateau d'accumulation.

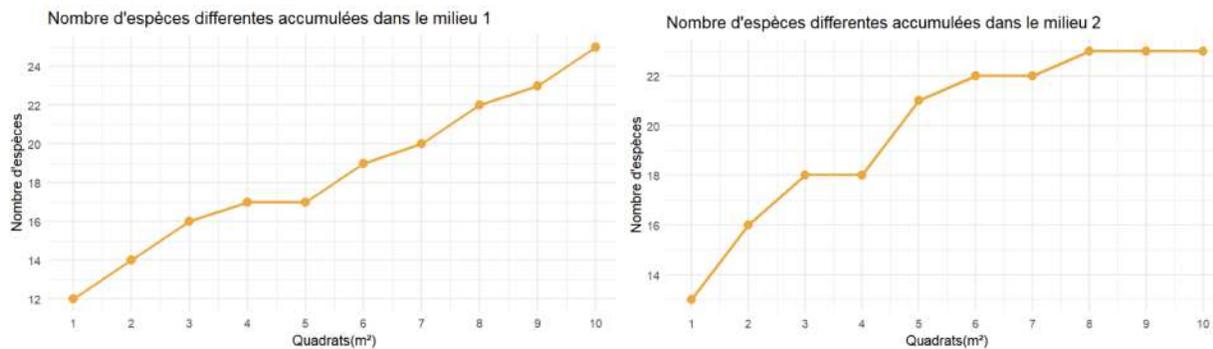


Figure 8 : Graphiques d'accumulations montrant la nette différence entre la parcelle tondue (milieu 1) et la parcelle friche (milieu 2)

En comparaison avec les données disponibles dans le rapport inventaire de Fredon en 2023, en nombre absolu de différents taxons, 7 espèces de plus ont été identifiées dans la prairie tondue et 10 de plus dans la prairie en friche.

Par ailleurs, le Liseron des champs (*Convolvulus arvensis*) et la Picride fausse épervière étaient les espèces les plus présentes dans les deux parcelles combinées en 2023, ce qui n'est plus le cas. En effet ces deux espèces n'ont réussi à se maintenir de manière relativement abondante que dans la parcelle en friche. Quant aux deux autres espèces dominant une parcelle mais pas l'autre en 2023 (la Luzerne lupuline (*Medicago lupulina*) et la Cirse des champs (*Cirsium arvense*), dominant la prairie tonduée et en friche respectivement), les deux ne sont pas présentes dans notre inventaire.

### Associations phytosociologique :

Grâce à la base d'information de Tela Botanica, de nombreuses caractéristiques écologiques ont pu être associées à chaque taxon identifié. Parmi les espèces disponibles dans cette base de données, on ne considérera ici que les plus abondantes car probablement abondantes entre autres du fait des conditions du milieu leurs conviennent.

En observant les caractéristiques écologiques des taxons considérés comme indicateurs on peut faire une déduction des caractéristiques du milieu. Nous prenons comme espèces indicatrices la Houlque laineuse (*Holcus lanatus*), le Pâturin annuel (*Poa pratensis*), le Trèfle commun (*Trifolium repens*) et la Picride fausse épervière (*Picris hieracioides*).

Houlque laineuse ( <i>Holcus lanatus</i> )	Prairies mésotrophes à eutrophes
Pâturin annuel ( <i>Poa pratensis</i> )	Tonsures eutrophe piétinées
Trèfle commun ( <i>Trifolium repens</i> )	Prairies mésotrophes à eutrophes
Picride fausse épervière ( <i>Picris hieracioides</i> )	Prairies de fauche de basse altitude peu à moyennement fertilisées

*Tableau 2 : Caractéristiques écologiques des espèces indicatrices des parcelles inventoriées obtenues grâce à Tela Botanica.*

Cette végétation suggère donc que les conditions du terrain sont mésotrophes à eutrophes pour les deux parcelles.

Enfin, on observe bien des espèces pionnières de faible hauteur en prairie tonduée, comme les trèfles, adaptées aux coupes fréquentes et des espèces plus grandes en parcelle non tonduée. Pour autant, de nombreuses espèces en parcelle non tonduée sont des espèces pionnières probablement car l'arrêt de traitement de cette parcelle est assez récent.

## DISCUSSION :

Les modes de gestion différents pour les deux parcelles de type prairies de la coulée douce favorisent effectivement des cortèges d'espèces différentes. De plus, ces deux parcelles présentent toutes deux une biodiversité aussi riche, l'intérêt de ces deux modes de gestion semble donc clair.

Pour autant, cet inventaire floristique ne peut être considéré de manière définitive.

Premièrement ces parcelles semblent montrer une évolution. En effet, par rapport à ce qui a été inventorié en 2023 par Fredon, les espèces présentes ou dominantes ont fortement changées, cela montrant une évolution ayant peut-être encore lieu actuellement. Cela montre ainsi la nécessité de réitérer des inventaires les prochaines pour comprendre l'évolution et la composition de ces prairies.

Ensuite, comme le montrent les graphiques d'accumulation (Figure 8), le plateau de taxons identifiés n'a pas été atteint et d'autres taxons pourraient sûrement encore être identifiés. Au-delà de ça, ce protocole ne prend que très peu en compte la manière dont la parcelle de prairie tondu et traitée spatialement et temporairement. Les quadrats peuvent par exemple être posés dans une partie qui s'apprête à être tondu, ou à l'inverse être posé dans une partie venant d'être tondu. Cela implique donc un biais de mesure de la biodiversité réelle de cette parcelle. Adapter le protocole pourrait être une solution, mais les résultats devraient idéalement rester comparables avec ceux obtenus ici et par Fredon en 2023.

Un protocole qui pourrait s'avérer plus adapté à la composition floristique de ces parcelles et à la manière dont les parcelles sont traitées pourrait être le protocole de l'aire minimale. Le procédé exact sera à discuter avec le responsable du projet lors des prochains inventaires.

Pour la parcelle en friche, qui a donc également montré une évolution de son cortège floristique, il semble fortement probable que la parcelle passe par succession écologique d'un milieu ouvert à un milieu fermé. Pour autant, l'inventaire opéré ici n'a, une seconde fois, pas permis d'observer de plantes ligneuses (signe de fermeture du milieu à venir). Il serait intéressant de rajouter à ce protocole une prospection dans l'ensemble de la parcelle pour constater ou non la présence de ligneux.

Les espèces observées semblent montrer un environnement riche et il serait intéressant de faire un point sur la manière dont les sols ont évolué depuis l'évaluation faite en 2016 par l'AMS.

Par rapport à l'entretien de ces parcelles plus particulièrement, la stratégie actuellement adoptée semble bénéfique à une biodiversité globale et semble donc adaptée. Une meilleure communication sur les dates et la manière précise dont sont faites les tontes pourrait être intéressante pour adapter les protocoles d'inventaire de biodiversité.

Enfin, un inventaire floristique de toutes les différentes parcelles de la coulée douce serait intéressant et compléterait les deux inventaires déjà fait sur la zone de prairie. Pour autant, tout n'étant pas faisable en une année, il sera nécessaire de prioriser les parcelles à étudier et ce en fonction de l'envie des étudiants mais aussi des événements importants de la coulée douce. En effet le projet pouvant s'écouler sur plusieurs années, la priorité pourrait être mise sur d'autres

parcelles dont l'évolution semble plus pressante à documenter par exemple du fait de changement de mode de gestion, de tempêtes, d'arrivées d'espèces invasives ou d'autres événements notables.

## Inventaire pollinisateur

### INTRODUCTION :

Les pollinisateurs représentent un ensemble d'espèces qui contribuent activement aux transports du pollen indispensable à la reproduction d'un certain nombre d'espèces d'angiospermes. Le services de pollinisation entomophile est par conséquent un bon indicateur de la santé d'un écosystème terrestre. Parmi les pollinisateurs, les insectes représentent à eux seuls plus de 80% (MNHN, 2023) du transport du pollen des plantes à fleurs. Parmi les espèces d'insectes les plus couramment retrouvées pour leur rôle de pollinisateurs il y a les hyménoptères qui regroupent les abeilles domestiques (*Apis mellifera*), les abeilles sauvages et solitaires très diversifiés en nombre d'espèces ainsi que les fourmis, les bourdons et certaines guêpes. Parmi l'ordre des diptères certaines espèces ont également un rôle important dans la pollinisation notamment avec les syrphes mais aussi de nombreuses espèces de mouche comme la famille des muscides. Les lépidoptères (papillons) ainsi que certains coléoptères ont également leur rôle à jouer dans la pollinisation.

Cependant depuis un certain nombre d'années, un déclin important des populations d'insectes pollinisateurs est observé. Pour pallier ce phénomène de nombreuses politiques incitatives essaient de ramener les pollinisateurs aux cœurs des espaces naturels par l'implantation d'espèces végétales mellifères et des modes de gestion adaptés. Dans le cadre du projet de forêt urbaine sur la coulée douce, il paraît donc intéressant de se concentrer sur la diversité et l'abondance des différents types d'insectes pollinisateurs présents sur site.

Afin de connaître l'abondance en pollinisateurs et la diversité sur le site, des relevés ont été réalisés sur les trois zones de la coulée douce: prairie, friches, forêt. Les relevés inspirés du protocole de science participative Spipoll et du protocole Agrifaune (GTNA, 2009) consistent à identifier et dénombrer les insectes pollinisateurs en les regroupant par grandes catégories sur 9 quadrats placés aléatoirement par zones. Les relevés ont été réalisés entre le 12 et le 19 juin sur les heures les plus chaudes (11h-18h) et sur des journées ensoleillées et peu venteuses, optimales pour la pollinisation entomophile. Pour chaque quadrat, l'observateur note pendant 10 min les espèces qui se posent sur une inflorescence ou qui restent en vol à l'intérieur du quadrat. Des espèces présentant un intérêt écosystémique, mais ne jouant pas le rôle de pollinisateurs, ont également été recensées lors du relevé.

Une analyse statistique a ensuite été réalisée sur le logiciel R Studio afin de représenter graphiquement les données. Un test de comparaison des moyennes non paramétriques

Kruskal-Wallis a également été réalisé pour mettre en évidence des différences significatives de l'indice de Shannon des différents taxons entre les zones de relevé.

## RÉSULTATS :

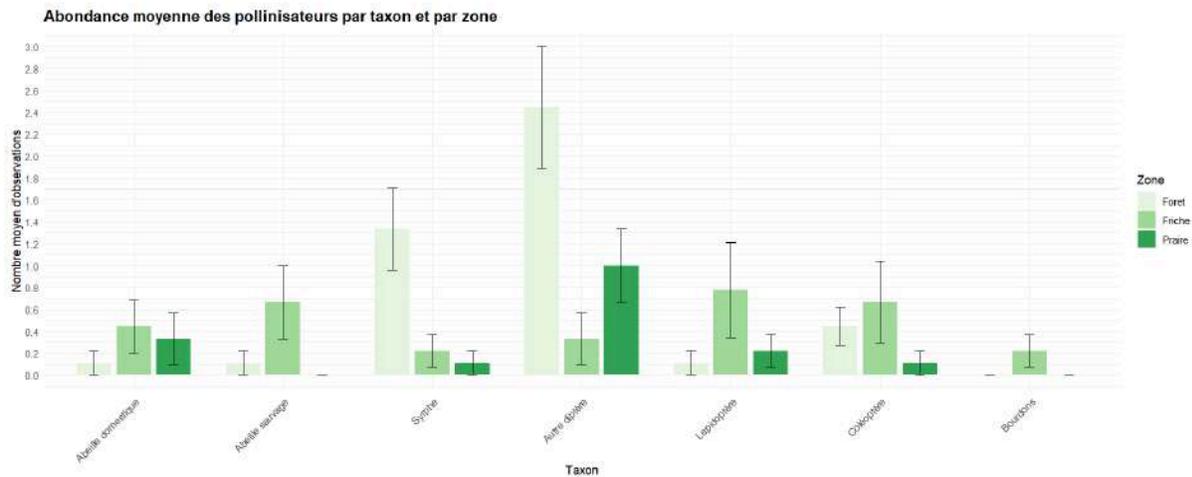


Figure 9 : Fréquence d'observation moyenne des différents groupe de pollinisateurs en fonction du type de parcelle ( $m^2/10 \text{ min}$ )

Le graphique représenté par la figure 9 correspond au nombre moyen d'observation de chaque groupe d'espèces sur l'ensemble des quadrats de chaque parcelle. Ici, le nombre d'observation moyen pour chaque groupe d'espèces est très peu variable compris entre 1 et 3 individus moyen par mètre carré et par groupe d'espèces. Pour aller plus loin, il peut être noté qu'il y a une abondance plus importante de diptères dans la parcelle de forêt. Alors qu'on a une abondance plus importante d'hyménoptères pollinisateurs ainsi que de lépidoptères dans la parcelle de friche. La zone de prairie présente moins d'abondance d'espèces pollinisatrices même s'il peut être noté qu'il y a une plus grande diversité de diptères autres que des syrphes dans la prairie plutôt que dans la friche.

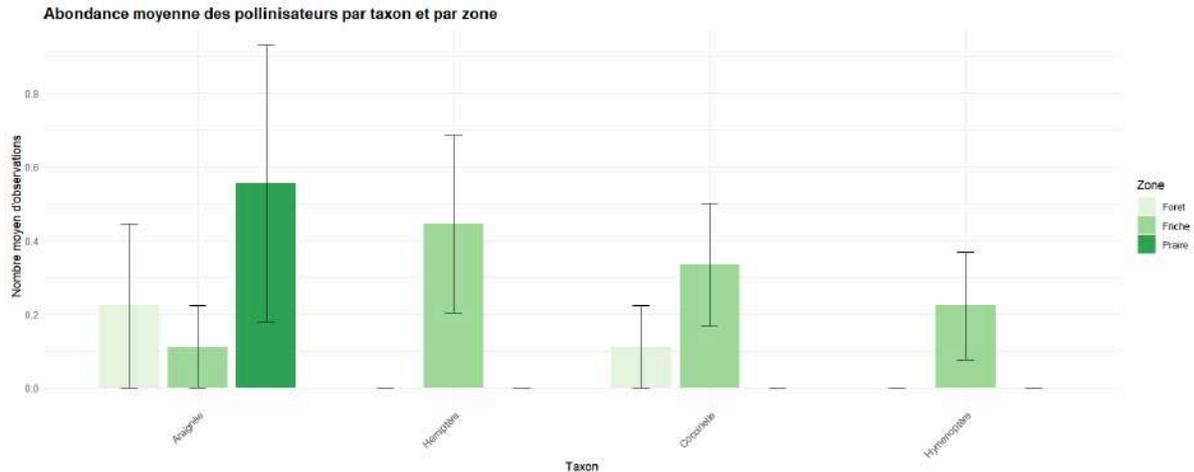
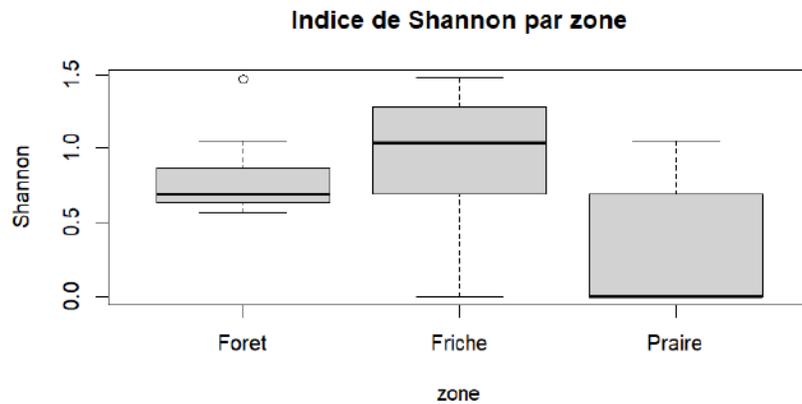


Figure 10 : Abondance moyenne des différents groupe d'insecte d'intérêt écologique non pollinisateur

L'abondance des autres espèces d'intérêt écologique et qui ne sont pas des pollinisateurs est représentée par la figure 10. Le graphique de la figure 10 met en avant la diversité importante d'espèces non pollinisatrices dans la parcelle de friches, notamment pour les hémiptères, les coccinelles et les hyménoptères non pollinisateurs. Les arachnides sont retrouvées cependant en plus forte fréquentation dans la parcelle de prairie.



Comparison	Z	P.unadj	P.adj
1 Forêt - Friche	-0.6896447	0.490417675	0.49041768
2 Forêt - Prairie	2.0689340	0.038552283	0.05782842
3 Friche - Prairie	2.7585786	0.005805334	0.01741600

Figure 11 : Boxplot de l'indice de Shannon en fonction de la zone de relevé

Le test de Kruskal-Wallis a montré que la zone de friche avait une valeur d'indice de Shannon plus importante que la prairie avec une p value (p.adj) inférieur à la valeur seuil de 0.05. La zone de forêt n'a pas de différence significative en termes de diversité avec les deux

autres zones. Même si la valeur de p value entre la prairie et la forêt est relativement proche du seuil de significativité.

## DISCUSSION :

Les modes de gestion des trois parcelles permettent l'implantation d'un ensemble d'espèces végétales différentes. Cet ensemble d'espèces végétales favorise à leur tour des groupes de pollinisateurs spécifiques.

Les résultats présentés ci-dessous montrent que la plus grande diversité d'espèces identifiées se trouve sur la zone de friche. Ce milieu, caractérisé par une gestion qui nécessite peu d'intervention permettrait le développement d'une plus grande diversité florale contrairement à celle observée pour la prairie. Par ailleurs, la diversité florale tend à être plus importante en milieu ouvert plutôt qu'en milieu fermé comme la forêt. Toutefois, la zone de forêt plantée étant jeune, elle ne peut pas encore être considérée comme un milieu fermé à proprement parler.

L'abondance de diptères de la zone forestière peut être expliquée par plusieurs facteurs. D'une part, le microclimat forestier ; plus ombragé, humide et aux températures plus modérées que pour les milieux ouverts de friche et de prairie ; peut être favorable à ce groupe. D'autre part, la présence d'espèce végétale à fleurs discrète ou spécifiquement attractive pour les diptères peut également être un facteur d'abondance de ce taxon en zone forestière. Cette hypothèse doit être vérifiée avec un suivi de la floraison afin de connaître le profil des fleurs retrouvées sur la zone de forêt. Enfin, une moindre concurrence pourrait aussi expliquer cette répartition : en effet, dans les zones riches en ressources florales comme la friche, la forte présence d'autres groupes de pollinisateurs pourrait inciter les diptères à se répartir vers des zones moins compétitives, bien que moins riches en ressources.

Les résultats mettent également en avant la faible diversité fonctionnelle dans la prairie, ce qui pourrait être le résultat d'une gestion plus contraignante sur la végétation incluant des pratiques telles que la tonte ou la fauche. Ces interventions peuvent fortement impacter la disponibilité des ressources florales pour les pollinisateurs.

Dans l'ensemble, la fréquence d'observation de l'ensemble des espèces semble assez faible sur les trois zones d'étude, avec une moyenne d'environ 2 individus observés par quadrat. Cependant, la comparaison de ses résultats reste compliquée en raison d'un protocole non standardisé et du manque de données publiques sur le sujet.

Il serait pertinent de prolonger les relevés de pollinisateurs sur une période plus longue, notamment en été. En effet, les espèces végétales fleurissent sur des périodes différentes, ce qui peut induire des déplacements préférentiels des pollinisateurs d'une zone à une autre en fonction des ressources disponibles. Par ailleurs, le niveau d'identification des observateurs non formés à la détermination de l'entomofaune et des pollinisateurs, limite la précision des identifications, pouvant engendrer des erreurs susceptibles de biaiser les résultats. De plus, les relevés ont été réalisés par plusieurs observateurs ce qui ajoute un biais d'observation aux résultats.

## Conclusion

L'étude menée sur le site de la Coulée Douce a permis d'établir un état initial partiel de la biodiversité au sein de trois milieux contrastés : une micro-forêt urbaine plantée selon la méthode Miyawaki, une prairie régulièrement tondue et une prairie en friche. Ce triple inventaire constitue un départ pour le suivi écologique à long terme. La cartographie des essences de la micro-forêt servira notamment de référence pour évaluer l'évolution du peuplement forestier dans un contexte où l'efficacité de la méthode Miyawaki reste encore peu documentée dans des climats tempérés comme le nôtre.

Nos observations mettent en évidence que les deux prairies présentent une richesse floristique comparable, bien que reposant sur des cortèges spécifiques différents : espèces pionnières et Fabacées dans la prairie tondue, végétation plus haute et variée dans la friche. Ces contrastes floristiques influencent également la diversité des pollinisateurs. La friche héberge une plus grande diversité, en particulier d'hyménoptères et de lépidoptères, tandis que la prairie tondue, bien que moins riche, accueille davantage de diptères hors syrphes. La jeune forêt urbaine, quant à elle, se distingue par une forte abondance de diptères.

L'ensemble de ces résultats souligne l'intérêt de maintenir une diversité de modes de gestion, favorisant ainsi une complémentarité des habitats et des cortèges d'espèces associés. Ils rappellent également l'importance d'un protocole de suivi rigoureux, répété dans le temps, pour documenter l'évolution des communautés floristiques et pollinisatrices dans ces milieux en transition.

Ces observations ouvrent donc des pistes de réflexion sur les modes de gestion écologique les plus adaptés pour les deux parcelles de prairie. Il semble pertinent de maintenir la diversité actuelle des pratiques avec une tonte régulière pour l'une, et une libre évolution pour l'autre car cela permet de favoriser des cortèges d'espèces distinctes mais complémentaires. Plus largement, nous recommandons la préservation d'une mosaïque de milieux ouverts, semi-fermés et fermés, condition favorable à une biodiversité faunistique et floristique variée. Cette hétérogénéité est déjà présente ou du moins le sera grâce à la plantation de la forêt urbaine et à la gestion différenciée des prairies.

Concernant plus spécifiquement les pollinisateurs, l'implantation de ressources mellifères supplémentaires, telles que des bandes fleuries pérennes, pourrait soutenir certaines populations et enrichir la ressource alimentaire disponible. A discuter en prenant en compte les ruches. Car si l'on souhaite développer l'abondance en abeille domestique alors cela pourrait impacter les autres espèces par compétition pour les ressources. On gagnerait alors en abondance mais on perdrait en richesse spécifique.

Notre étude, constituant un état initial (temps zéro), met aussi en lumière plusieurs pistes d'amélioration pour les suivis à venir. La fiabilité des inventaires gagnerait à être renforcée par une meilleure coordination entre les porteurs de projet et les intervenants de terrain, notamment

sur la communication des dates et modalités d'entretien pour éviter perturbé la mise en œuvre des relevés.

Pour affiner le suivi des pollinisateurs, un échantillonnage plus exhaustif serait nécessaire – les courbes d'accumulation suggèrent qu'une part significative de la diversité reste à documenter. Il serait également utile d'étendre la période de relevés, afin de mieux saisir les dynamiques saisonnières. Un suivi des relations fleurs-pollinisateurs permettrait également d'identifier les plantes les plus attractives pour chaque groupe fonctionnel.

En ce qui concerne l'inventaire floristique, un suivi spécifique des espèces ligneuses, notamment dans la parcelle en friche, permettrait de détecter les prémices d'une succession vers un milieu fermé. Il faudrait aussi repenser le protocole pour qu'il convienne mieux à un suivi à long terme. Le protocole "Florilège" utilisé dans notre étude est adapté à un suivi comparatif de nombreux sites. Elle permet d'avoir une capture de la diversité végétale dans un échantillon de petite surface, identique entre toutes les zones.

Dans le cas de la mise en place d'un suivi spécifique d'une zone donnée, il vaudrait mieux utiliser le protocole de l'aire minimale qui va être basé sur une zone d'échantillonnage plus grande, tout en restant sur une surface échantillonnée de taille raisonnable pour un suivi pluri-annuel. Cela permettrait une vision plus exhaustive de ce qui est présent sur le site et de son hétérogénéité. Enfin, si les moyens le permettent, l'élargissement du suivi à d'autres groupes faunistiques comme les oiseaux, les micro-mammifères, ou encore la faune du sol permettrait une évaluation plus globale des dynamiques écologiques du site. Cela resterait toutefois ambitieux dans le cadre d'un projet porté par un petit groupe d'étudiants.

# Bibliographie

Beninde, J., Veith, M., & Hochkirch, A. (2015). Biodiversity in cities needs space: a meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation. *Ecology Letters*, 18(6), 581–592. <https://doi.org/10.1111/ele.12427>

Chollet, S., Clergeau, P., Julliard, R., & Daufresne, T. (2018). Prairies urbaines et biodiversité : quels liens avec la gestion ? *Revue d'Écologie (La Terre et la Vie)*, 73(4), 375–388.

*Faire une mini-forêt* . Réalisé par Lee Angelina, 2024, <https://punkpebble.com/films/mini-forest/>.

Fontaine, C. (2023) Muséum national d'Histoire naturelle. (s. d.). Le déclin des insectes pollinisateurs. <https://www.mnhn.fr/fr/le-declin-des-insectes-pollinisateurs>

Giannico, V., Spano, G., Elia, M., D'Este, M., Sanesi, G., & Laforteza, R. (2021). Green spaces, quality of life, and citizen perception in European cities. *Environmental Research*, 196, 110922. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.110922>

Gestion Technique Nationale des Alliances et des Intercultures (GTNA). (2009). Protocole Faun-Insect GNTA GE. Agrifaune. [https://www.agrifaune.fr/fileadmin/user\\_upload/National/004\\_eve-agrifaune/Publications\\_GTNA\\_Intercultures/Protocole-Faun-Insect-GNTA\\_GE\\_2009.pdf](https://www.agrifaune.fr/fileadmin/user_upload/National/004_eve-agrifaune/Publications_GTNA_Intercultures/Protocole-Faun-Insect-GNTA_GE_2009.pdf)

IPCC. (2022). Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. <https://doi.org/10.1017/9781009157926.001>

Miyawaki, A. (2004). Restoration of Living Environment Based on Vegetation Ecology: Theory and Practice. *Ecological Research*, 19(1), 83–90.

Westhoff, V., & Van, E. (1978). *The Braun-Blanquet Approach*. Springer EBooks, 287–399. [https://doi.org/10.1007/978-94-009-9183-5\\_9](https://doi.org/10.1007/978-94-009-9183-5_9)

## Annexes

Nom scientifique	Nom français	Type de végétation	Nombre de plants	Proportion	Dispo Enracineuse
Acer campestre	Erable champêtre	Cœur	200	3 %	200
Acer platanoides	Érable plane	Cœur	130	3 %	0
Acer pseudoplatanus	Erable sycomore	Cœur	150	2 %	150
Carpinus betulus	Charme	Cœur	300	5 %	35
Cornus mas	Cornouiller mâle	Cœur	60	1 %	0
Cornus sanguinea	Cornouiller sanguin	Cœur	120	2 %	120
Corylus avellana	Noisetier	Manteau	160	3 %	6
Crataegus laevigata	Aubépine à deux styles	Manteau	120	2 %	0
Crataegus monogyna	Aubépine à un style	Manteau	120	2 %	0
Euonymus europaeus	Fusain d'Europe	Manteau	180	3 %	4
Fagus sylvatica	Hêtre	Cœur	780	13 %	2
Fraxinus excelsior	Frêne commun	Cœur	240	4 %	8
Ilex aquifolium	Houx	Manteau	120	2 %	0
Ligustrum vulgare	Troène	Manteau	80	1 %	80
Malus sylvestris	Pommier sauvage	Manteau	180	3 %	0
Prunus avium	Merisier	Cœur	300	5 %	2
Quercus petraea	Chêne sessile	Cœur	600	10 %	68
Quercus robur	Chêne pédonculé	Cœur	600	10 %	225
Rhamnus cathartica	Nerprun officinal	Manteau	120	2 %	0
Ribes uva-crispa	Groseillier à maquereau	Manteau	120	2 %	0
Rosa arvensis	Rosier des champs	Manteau	100	2 %	0
Rosa canina	Rosier des chiens	Manteau	80	1 %	80
Ruscus aculeatus	Fragon / Petit houx	Manteau	60	1 %	15
Sambucus nigra	Sureau noir	Manteau	120	2 %	120
Sorbus aucuparia	Sorbier des oiseleurs	Cœur	120	2 %	0
Sorbus torminalis	Alisier torminal	Cœur	120	2 %	0
Tilia cordata	Tilleul à petites feuilles	Cœur	180	3 %	0
Tilia platyphyllos	Tilleul à grandes feuilles	Cœur	240	4 %	0
Ulmus glabra	Orme de montagne	Cœur	300	5 %	0
<b>Total</b>			<b>6000</b>	<b>100 %</b>	<b>1115</b>

Annexe 1: Liste des essences plantées dans le cadre du projet Miyawaki de la Coulée Douce

Coefficient d'AD	Recouvrement (%)	Recouvrement médian (%)
5	75-100	87,5
4	50-75	62,5
3	25-50	37,5
2	5-25	15
1	1-5	2,5

+	<1	0,5
---	----	-----

Annexe 2 : Correspondances entre les coefficients d'abondance-dominance (AD) de Braun-Blanquet, les valeurs de recouvrements et recouvrements médians

Prairie		Friche	
Espèce	Recouvrement moyen	Espèce	Recouvrement moyen
<b>Holcus lanatus</b>	35,75	<b>Holcus lanatus</b>	24,5
Trifolium pratense	30,05	<b>Poa pratensis</b>	18,8
<b>Trifolium sp.</b>	18,35	<b>Vulpia bromoides</b>	10,75
Festuca rubra	18,25	<b>Picris hieracioides</b>	10,7
Trifolium dubium	8,5	<b>Apiaceae sp.</b>	7,9
<b>Apiaceae sp.</b>	6,85	Crepis mollis	7,65
Plantago lanceolata	5,95	<b>Trifolium sp.</b>	6,25
Anthoxanthum odoratum	5,8	<b>Hypochaeris radicata</b>	1,95
Trifolium repens	5,45	Arrhenatherum elatius	1,75
Stellaria sp.	3,75	Tragopogon pratensis	1,6
Anthriscus sylvestris	2,35	Convolvulus arvensis	1,1
<b>Poa pratensis</b>	2,05	<b>Jacobaea sp.</b>	0,3
<b>Vicia sativa</b>	1,8	Poa sp.	0,25
<b>Vulpia bromoides</b>	1,8	Epilobium tetragonum	0,15
<b>Bromus hordeaceus</b>	1,55	Geranium dissectum	0,15
<b>Hypochaeris radicata</b>	0,5	Anisantha sterilis	0,1
Gaudinia fragilis	0,25	Pastinaca sativa	0,1
Jacobaea erucifolia	0,15	Rumex acetosa	0,1
Luzerne lupuline	0,15	<b>Vicia sativa</b>	0,1
Campanula patula	0,05	<b>Bromus hordeaceus</b>	0,05
<b>Jacobaea sp.</b>	0,05	Dactylis glomerata	0,05
Leontodon hispidus	0,05	Ilex aquifolium	0,05
Leontodon sp.	0,05	Vicia hirsuta	0,05
<b>Picris hieracioides</b>	0,05		
Scorzoneroïdes autumnalis	0,05		

Annexe 3: Répartition des 38 taxons par parcelle. 25 taxons identifiés en prairie tondue, 23 en friche. En gras : les 10 taxons communs aux deux parcelles.