

VILLE DE
BOULOGNE-
BILLANCOURT



DIAGNOSTIC ECOLOGIQUE ET INVENTAIRES FAUNE — FLORE

ÉCOLE DES SCIENCES ET DE LA BIODIVERSITÉ DE BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

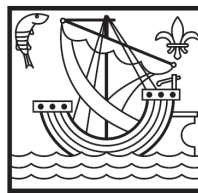
MARS 2022





Val de Seine
Aménagement

696 RUE YVES KERMEN
92100 BOULOGNE-BILLANCOURT



VILLE DE
BOULOGNE-
BILLANCOURT

26, AVENUE ANDRÉ MORIZET
92100 BOULOGNE-BILLANCOURT



Aurélien Huguet Ecologie & Ecolo GIE
27 rue Paul Doumer- 94520 Périgny-sur-Yerres
contact@ahecologie.fr

Réalisation :

Aurélien HUGUET	Direction de projet, Programmation, gestion et expertises
Raphaël ZUMBIEHL	Expertise flore et habitats
Pierre RIVALLIN	Expertise faune diurne
Amandine DOUILLARD	Expertise chiroptères
Quentin VINCET (Sol&Co)	Analyses pédologiques

SOMMAIRE

Contexte	4
Le projet	4
La renaturation	5
Opérations 2020.....	5
Opérations 2021.....	8
Suivis de la biodiversité 2016-2021	9
Inventaires GROOVES ARB 2016-2019.....	9
Données opportunistes 2018-2021	9
Inventaires Ecolo GIE 2019 et 2021	9
La biodiversité sur l'école.....	13
Flore et Habitats.....	14
Flore	14
Habitats	17
Insectes	26
Lépidoptères	26
Hyménoptères.....	27
Coléoptères.....	28
Orthoptères.....	29
Autres insectes :.....	30
Autres invertébrés	32
Reptiles :.....	32
Oiseaux.....	33
Oiseaux cavicoles	34
Oiseaux de la lisière	36
Oiseaux de Passage	37
Synthèse oiseaux.....	38
Chiroptères.....	39
Conclusions.....	42
Biodiversité :	42
Gestion :	43
Annexes	44
Annexe 1- Relevés floristiques.....	45
Annexe 2 : Analyses pédologiques Sol&Co	49

CONTEXTE

LE PROJET

Le groupe scolaire des sciences et de la biodiversité, implanté au cœur de la ZAC du Trapèze, sur le site des anciennes usines Renault, est le fruit d'une fusion inédite de programmes : écoles maternelle et élémentaire de 18 classes, gymnase régional et espace vert accueillant un écosystème complet de la façade à la toiture. Issu d'un programme environnemental ambitieux¹ porté par la Ville de Boulogne-Billancourt et la SPL Val de Seine Aménagement, le bâtiment livré par les architectes ChartierDalix en 2014 est l'un des exemples les plus aboutis d'architecture intégrant le vivant en Île-de-France². Etagé de rampes douces et souples qui mettent en communication les différents niveaux, la morphologie globale de l'équipement est pensée pour faciliter le contact entre les enfants et la nature en plein cœur de la ville.

La toiture, conçue par l'Atelier d'Ecologie Urbaine, offre des profondeurs de substrat variant de 40 cm à 1,20 m sur lesquels se développe une diversité d'habitats allant de la prairie sèche de fauche au « micro-boisement » de feuillus indigènes.

La façade de blocs de béton est une recherche que l'agence ChartierDalix a menée pour favoriser toutes les conditions d'implantation de la faune et de la flore dans le temps. L'ensemble est une composition de blocs qui se décalent, se superposent, créent des surplombs, des débords, des anfractuosités... Mais par-dessus tout, le temps et le vieillissement à l'œuvre sur ce mur seront les garants de sa colonisation : c'est une nouvelle façon de voir l'architecture, de l'appréhender à l'échelle du vivant.

Ce projet, c'est aussi et surtout un véritable laboratoire d'expérimentation et de suivi du croisement entre l'architecture et l'écologie pour œuvrer en faveur de la biodiversité.



Ecole des Sciences et de la biodiversité à Boulogne-Billancourt en 2014 – photos ChartierDalix

¹ Loci Anima, Exit Paysagiste et Aurélien Huguet (2010) : ZAC Seguin Rives de Seine – Programme du macro lot A4 Est, Groupe scolaire / Intégration de la biodiversité.

² Chartier Dalix, Philippe Clergeau, Aurélien Huguet, Audrey Muratet et Marion Waller (2019) : Accueillir le vivant, l'architecture comme écosystème. Park Books, 448p.

LA RENATURATION

Pourquoi le duo architecte-écologue revient en cette rentrée 2020 ? Quelles actions sont menées ?

Par Aurélien Huguet, écologue et Sophie Deramond, ChartierDalix :

Depuis la livraison en 2014, le bâtiment a mûri, les milieux ont évolué, les élèves et les enseignants se sont approprié le site et y ont développé de nouveaux usages.

Pour un aménagement réalisé ex-nihilo, les premières années sont consacrées à l'installation d'un milieu prairial pérenne. Au cours des cinq années qui ont suivi la réalisation, la gestion était tournée vers le maintien et la pérennisation des milieux mis en place. Il est cependant possible et même souhaitable d'enrichir ses cortèges biologiques pour qu'ils expriment pleinement leur potentiel de biodiversité.

Aujourd'hui, l'enjeu est d'accroître le potentiel biologique de tous les milieux présents (prairies, bois et façades) par l'utilisation de techniques du génie écologique appliquées de manière innovante à l'architecture.

OPERATIONS 2020

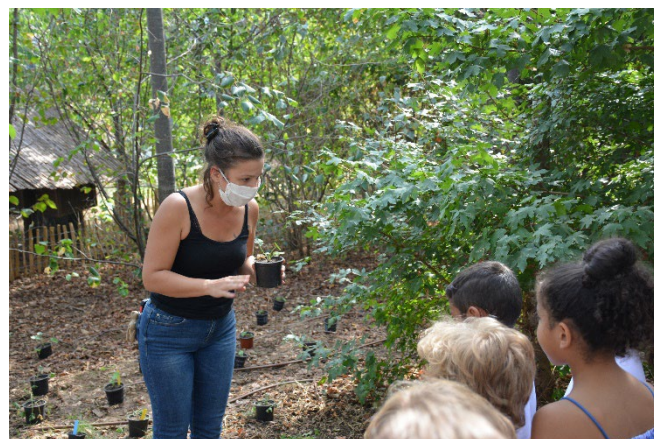
Avec le soutien de la SPL Val-de-Seine aménagement et la ville de Boulogne-Billancourt.

LE BOSQUET

À l'origine, les arbres avaient été plantés très serrés et leur manque d'ampleur faisait plutôt penser à une forêt de cure-dents qu'à un véritable boisement ! Aujourd'hui quand on arrive dans le cœur boisé, on est dans un espace magique : en plein bois à 14 m de haut ! La fraîcheur qui vous saisit est véritablement celle d'une petite forêt, l'ombre et la lumière jouent avec les feuillages et la cime des arbres culmine à 7 ou 8 m, ce qui leur donne une vraie ampleur de jeunes arbres, denses et pleins de vigueur. Mais le sol s'est tassé et le sous-bois (fourrés, plantes tapissantes, etc.) a du mal à s'implanter dans un contexte « concurrentiel ».

Pour améliorer ce milieu dans toutes ses composantes, nous avons procédé à une décompaction légère des sols tassés, manuellement pour ne pas blesser les racines des arbres. Puis nous avons étalé une petite quantité de litière de chênaie-charmaie provenant de sites franciliens en travaux. En accord avec l'école, des ganivelles basses ont été installées afin de mieux définir et réguler les usages sur ces espaces permettant des observations naturalistes qui seront la base d'un projet pédagogique.

Avec les enfants, le sous-bois a été planté en septembre d'un cortège commun et typique des sous-bois franciliens (Lierre terrestre, Laîche des bois et Laîche glauque, Brachypode des bois, Véronique petit-chêne, Mauve des bois, Brunelle commune et Épiaire des bois) – 250 plants (Pariciflore) issus du Label « Végétal Local ».



Chantier participatif de plantation du sous-bois septembre 2020 – Photos Malo Jenin ChartierDalix.

LA PRAIRIE

Notre objectif est de favoriser la diversification des espèces de la prairie et de faire évoluer le fond floristique vers une plus importante quantité d'espèces vivaces, florifères, locales et adaptées aux conditions du site.

Pour ce faire, nous avons identifié à seulement 10 km, de magnifiques pelouses sèches marno-calcaires historiques au Domaine National de Marly-le-Roi. Avec l'accord du domaine de Versailles, nous avons sélectionné une « parcelle donneuse » de *Mesobromion erecti* à *Salvia pratensis* choisie pour son exceptionnelle richesse floristique ainsi que la compatibilité avec les conditions qui seront rencontrées sur la toiture de l'école (forte insolation, sécheresse estivale et terrain basophile).

En juin nous avons collecté à la main les graines des espèces les plus précoces (Sauge des prés, Brome érigé, Amourette).

Quinze jours plus tard nous avons fauché en équipe, à l'aide de faux à herbes traditionnelles à main ces mêmes prairies sur 300 m² pour procéder à une opération de « fleur de foin ». Ne pouvant pas réaliser un ensemencement direct, le foin a été stocké sous hangar au domaine de Marly. Non tassé et posé sur bâches, il a été retourné tous les dix jours pour éviter les montées en température qui auraient pu stériliser les graines.

La parcelle test de 200 m² de la toiture a été labourée en août, puis hersée au bout de quatre semaines, juste avant l'ensemencement (technique du « faux semis » pour réduire les reprises d'annuelles compétitives).

En septembre, les graines précédemment collectées manuellement ont été semées peu densément (1 à 2g/m²), puis le foin a été régalez avec la participation des enfants (rapport surfacique de 1,5 pour 1 : épaisseur moyenne de 10 cm de foin).

Des filets de protection ont été posés pour maintenir le foin sur cette toiture venteuse et limiter la prédation des graines non germées par les pigeons. Ils ont ensuite été retirés une fois les semis germés.



Collecte de graines de prairies sèches calcicoles Marly-le-Roi, juin.



Fauche et collecte du foin au Domaine de Marly-le-Roi, juillet 2020



Hersage de la prairie receveuse à la grelinette – septembre 2020.



Chantier participatif de fleur de foin sur la toiture de l'école septembre 2020, ChartierDalix et al. — Photos Aurélien Huguet

LES FAÇADES

À la livraison, le pH du béton était très alcalin, incompatible avec la colonisation végétale. Il faut attendre plusieurs années que le processus de décarbonatation s'établisse et rende les conditions plus propices. En 2020, nous avons observé pour la première fois le développement de voiles d'algues terrestres unicellulaires sur les blocs, ainsi que l'implantation des premiers lichens incrustants sur le mortier, indices que le temps de l'ensemencement peut maintenant venir. Ce bâtiment conservant sa fonction de laboratoire du vivant, nous avons lancé une expérience de végétalisation des façades basée sur l'observation de la flore des vieux murs. Le but de l'opération ne réside pas dans une végétalisation massive des façades, mais dans une accélération de la dynamique de développement de la flore des vieux murs.

Nous avons collecté des graines de végétation indigène en Ile-de-France sur des dizaines de sites colonisés par la flore des parois (Cymbalaires des murs, Centranthes rouges, Campanules à petites feuilles, Porcelle enracinée, sédums, etc.). Ces collectes ont été complétées par des graines de sédums (rupestre, album, acre) produites par Pariciflore selon la charte du label « Végétal Local / Bassin Parisien Nord ».

En parallèle, nous avons prélevé et analysé des petites quantités de microsols pour connaître les conditions dans lesquelles se développe cette flore. Quentin VINCENT (Sol&Co) nous a aidés à concevoir différents substrats constitués de mélanges de briques concassées, de sable, de chaux aérienne désactivée, de terreau et de compost, destinés à mimer le mortier dégradé des vieux murs colonisés spontanément.

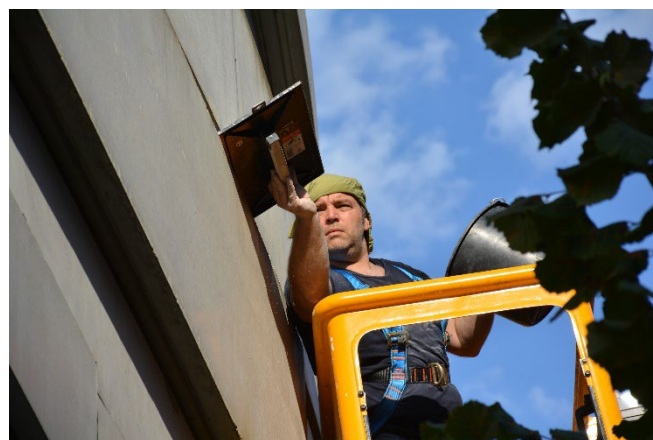
En septembre 2020, une nacelle a été mise à notre disposition par GPSO/Bouygues, ce qui nous a permis d'ensemencer les interstices des blocs de trois façades du bâtiment. 600 litres de substrat ont été insérés manuellement à l'aide de taloches et de truelles. En superficie, des mélanges graines/substrats ont été déposés à l'aide de « langues de chat » et de fers à joint.



Collecte de graines de campanules à feuilles rondes – Delphine Lewandowski et AH - juillet 2020.



Préparation des micro-substrats - AH - juillet 2020.



Ensemencement des façades - ChartierDalix, Aurélien Huguet, Boketto et Zoom - septembre 2020.

OPERATIONS 2021

BOSQUET

Les plantations du sous-bois ont été complétées en avril 2021 par 150 plants en « Végétal Local » de Compagnon blanc, Silène dioïque, Lierre terrestre, Laîche des bois, Brachypode des bois, Véronique petit-chêne, Mauve des bois, Brunelle commune, Épiaire des bois et Fraisier des bois (Groupe d'étudiantes Les Abeilles ouvrières – Sorbonne Université).



Elodie Seguin - Pépinière Pariciflore, Parc du Sausset - AH 2021.

PRAIRIE

En 2021, la prairie restaurée a été soumise à des fauches manuelles exportatrices précoces afin de limiter l'expression du fond floristique initial dominé par les graminées annuelles compétitives³.

Trois passages de fauches manuelles destinés à épuiser les populations de bromes annuelles ont été réalisés les 21 mai, 17 juin et 29 septembre 2021.



Plantations dans le sous-bois - Les Abeilles ouvrières, Sorbonne Université et AH -15 avril 2021.

En complément, 200 pieds de vivaces de ces mêmes milieux (Amourette, Campanule raiponce, Sauge des prés, Gaillet jaune, Centaurée jacée, Achillée millefeuille, Knautie des champs et Scabieuse colombar) cultivés en Végétal Local ont été implantées en godets en octobre 2021.



Fauches manuelles de la prairie – Ecolo GIE et ChartierDalix. 2021.

FAÇADES

100 jeunes pieds de Lierre grimpant (*Hedera helix*) produits par Pariciflore selon la charte du label « Végétal Local » ont été implantés en pieds de façade en décembre (ChartierDalix et Boketto).



Plantation de lierre en pied de façade, ChartierDalix et Boketto - photo Sophie Deramond 17 décembre 2021.

³ Goret Th., Janssen X, Godefroid S. (2021) : A decision-making tool for restoring lowland grasslands in Europe. Journal for Nature Conservation 63 : 1-10.

SUIVIS DE LA BIODIVERSITÉ 2016-2021

INVENTAIRES GROOVES ARB 2016-2019

L'école est l'un des 36 sites de l'étude des toitures végétalisées GROOVES (Green ROOf Verified Ecosystem Services) menée par l'ARB IdF (Agence Régionale de la Biodiversité d'Ile-de-France)⁴. L'ARB nous a fourni une extraction de ces relevés issus de la base de données naturaliste Cettia IdF.

FLORE

Le site a fait l'objet de relevés floristiques exhaustifs pendant cinq ans par Audrey MURATET les 28 juin 2016, 31 mai, 2017, 27 juin, 09 juillet 2018 et 14-juin 2019. Ces prospections ont porté sur des inventaires libres ainsi que des méthodes protocolées Florilège prairie. L'intégralité de la toiture et des pieds de bâtiments ont été parcourus à pied tandis que les parois ont été échantillonnées en nacelle. Ces campagnes ont alimenté la base Cettia de 525 données concernant 186 espèces.

FAUNE

La toiture a fait l'objet de relevés faunistiques par Lucien CLAIVAZ, Guillaume HAMON, Hemminki JOHAN et Maxime ZUCCA les 31 mai et 25 juillet 2017, 15 juin, 6 juillet 2018 et 9 juillet 2019.

Pour les invertébrés terrestres, le protocole correspond à un système d'échantillonnage par transect. Deux techniques ont été utilisées : un prélèvement de tous les invertébrés du sol à l'aide d'un aspirateur à bouche (9 min) et un second prélèvement à l'aide d'un filet fauchoir (1 min). Deux passages espacés d'un mois (entre mai et fin juillet) ont été réalisés chaque année pendant trois ans. La détermination des invertébrés collectés nécessite un travail a posteriori en laboratoire. Les pollinisateurs ont quant à eux été inventoriés grâce au programme de science participative SPIPOLL (Suivi Photographique des Insectes POLLinisateurs) développé par le MNHN.

Ces campagnes ont alimenté la base Cettia de 146 données concernant 107 taxons (spécifiques ou génériques) constitués en grande majorité par les invertébrés.

DONNEES OPPORTUNISTES 2018-2021

Des observations de l'évolution des habitats, ainsi que des données opportunistes, ont été réalisées par Aurélien HUGUET lors de visites de site, suivies ou travaux de gestion en décembre 2018, mai et juin 2019, mai, juin, août et septembre 2020, avril, mai, juin, septembre et novembre 2021.

INVENTAIRES ECOLO GIE 2019 ET 2021

FLORE ET HABITATS

La toiture a fait l'objet d'inventaires floristiques par Raphael ZUMBIEHL le 7 juillet 2019 et en mai 2020 (avant travaux de renaturation), puis après travaux les 21 mai, 24-juin-2021 et 30-juillet-2021.

L'ensemble de la toiture de l'école a été prospecté (les relevés n'ont pas porté sur les espaces jardinés). En parallèle le protocole Florilège prairie a été appliqué avant (juin 2020) et après (mai 2021) : réensemencement de la prairie afin de suivre l'évolution des cortèges. Les façades ont fait l'objet de relevés en nacelle. Les pieds du bâtiment n'ont pas fait l'objet de relevés systématiques en 2021.



Prospections floristiques Ecolo GIE 2021 sur la prairie de la toiture

⁴ M. Barra, H. Johan (coord.), *Ecologie des toitures végétalisées. Synthèse de l'étude GROOVES (Green roofs verified ecosystem services)*. 2021, 92p.

INSECTES

Les prospections ont eu lieu en conditions météorologiques favorables dans des conditions d'observation optimales : entre 10H et 17H, par temps ensoleillé lors de sessions d'inventaires spécifiques par Pierre RIVALLIN et/ou Aurélien HUGUET, les 9 et 10 juillet 2019, 15 mai, 24 juin, 30 juillet, 25 août et 27 septembre 2021.

Prospections libres à vue : L'ensemble du site a été parcouru de manière à échantillonner la plus grande surface possible. L'inventaire se limite aux espèces diurnes, espèces les plus faciles à collecter et identifier et comprenant la majorité des espèces patrimoniales : Lépidoptères, Orthoptères, macro-Coléoptères et Odonates, mais lorsque des individus appartenant à d'autres ordres sont rencontrés et identifiés de manière non ambiguë sur le terrain, les données sont également reportées.



Collecte au filet sur le site – Ecolo GIE juillet 2021

Les fleurs et inflorescences sont observées à la recherche de Lépidoptères et de Coléoptère floricoles. Les individus détectés à vue ont été capturés au filet à papillon, puis déterminés sur le terrain à la loupe de botaniste $\times 10$ avant d'être relâchés *in situ* sans dommages. Les secteurs de végétations hautes et denses ont été fauchés au filet. Les branches des arbres et arbustes ont été battues, les insectes collectés au paravent japonais. Le bois au sol et la litière remaniés lors des opérations d'entretien de gestion ont été auscultés visuellement. Pour les orthoptères, les chants diurnes ont été écoutés pour identification sur place. Le protocole STERF avec transects parcourus 2 fois dans la saison a été employé pour les Lépidoptères. Un protocole comparable a été utilisé pour les Orthoptères. Pour les Odonates, l'observation des imago aériens a eu

lieu durant la période de vol actif des adultes. Ils ont été observés aux jumelles et identifiés à vue lorsque aucune confusion n'est possible, ou bien capturés au filet à papillon. Des indices comportementaux ou physiologiques découlant de l'observation des adultes sont relevés afin de préciser le statut sur le site. Les façades ont été parcourues lors de deux sessions en nacelle en septembre 2020 et juin 2021.

En complément des prospections diurnes, les chants crépusculaires ont été captés grâce à un microphone à ultrasons Pettersson D240X couplé à un enregistreur puis analysés a posteriori à l'aide des sonogrammes spécifiques lors des sessions d'inventaires des Chiroptères de juillet 2019, juin et septembre 2021.

AUTRES INVERTEBRES

Trois inventaires écologiques de la biodiversité des sols (lombrics et macrofaune de surface) ont été réalisés le 23 novembre 2021. Animés par Quentin VINCENT (Sol&Co) ils ont pris la forme de diagnostic participatif en compagnie des enfants de l'école.

OISEAUX

Les prospections ont eu lieu en conditions météorologiques favorables dans des conditions d'observation optimales : entre 9H et 18H, par temps ensoleillé lors de sessions d'inventaires spécifiques par Pierre RIVALLIN et/ou Aurélien HUGUET, les 9 et 10 juillet 2019, 24 mars, 15 mai, 24 juin, 30 juillet, 25 août, 27 septembre et 24 novembre 2021.

Réalisation de points d'écoute de 10 min en toiture. Les observations réalisées lors des 5 premières minutes ont été consignées à part pour pouvoir être compatibles avec le protocole STOC-EPS. Deux passages ont été réalisés aux dates du STOC-EPS (15 avril et 12 mai). Les espèces qui échappent généralement aux points d'écoute ont fait l'objet d'observations directes à l'aide de jumelles. Pour toute espèce patrimoniale découverte sur le site, une recherche approfondie des indices de reproduction a été effectuée. Les nichoirs en façades ont été observés lors de suivis opportunistes en mai et juin 2020 ainsi qu'en mars, avril et mai 2021. Des passages ont été réalisés en juin et juillet 2021 à la recherche des jeunes oiseaux volants pour confirmer la reproduction. D'autres, en septembre 2019 et 2021, ont visé les oiseaux en halte migratoire.

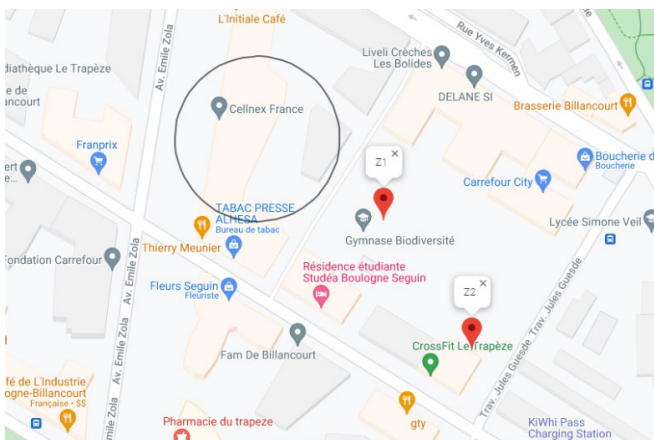
CHIROPTÈRES

Toutes les données proviennent des sessions d'inventaires 2019 et 2021.

Utilisation du protocole POINT FIXE du programme Vigie chiro avec 3 passages : 9 juillet 2019, puis 16 juin et 8 septembre 2021. Des enregistreurs automatiques Passive Recorder ont été déployés sur le site : Z1 sur le toit de l'école, à la lisière du boisement et Z2 en pied de bâtiment.



Enregistreur automatique sur la toiture de l'école – Ecolo GIE 2019



Points Vigie chiro Z1 Z2 créés (Vigie chiro / Ecolo GIE 2021)

Les enregistrements se sont déroulés sur une nuit complète, 30 min avant le coucher du soleil jusqu'à 30 min après le lever du soleil. Les conditions d'enregistrements étaient optimales : pas de pluie, température supérieure à 12°C, pas de rafale de vent supérieure à 30 km/h. Les fichiers sons au format .wav ont été traités à l'aide des logiciels Python et Kaléidoscope pour être intégrés au classificateur TADARIDA du Muséum d'Histoire Naturelle, et création d'un carré de suivi (carré de suivi n° 920026).

Prospections libres : des transects pédestres avec point d'écoute de 20 min avec le détecteur D240X de Pettersson couplé à l'enregistreur ZOOM H2n, et le M500-384 de Pettersson couplé au logiciel Bat recorder®, ont été réalisés. L'analyse en temps réel des sons en hétérodyne a permis une évaluation qualitative de l'activité des chauves-souris. Les sons enregistrés qui n'ont pu aboutir à une identification certaine ont ensuite été analysés en expansion de temps grâce au logiciel Batsound®.

Recherche de gîtes : le 14 septembre 2020 les murs d'enceinte de l'école accessibles ont été prospectés à l'aide d'une lampe torche et d'une caméra endoscopique. L'objectif était de rechercher des indices de présence de chiroptères. En parallèle, des recherches à vue ont été menées en nacelle le 24 juin 2021 sans que des indices de présence aient été relevés.



Recherche d'indices de présence – Ecolo GIE 2020 - ces prospections restent minimales au regard de la quantité de failles entre les blocs de béton qu'offrent les 2 600 m² de façades.

SYNTHESE DES SESSIONS D'INVENTAIRES ET DE SUIVI 2016 – 2021 :

Date	Intervenants	Objet	Cadre
28/06/2016	Audrey MURATET	Inventaires flore	ARB GROOVE 2016
31/05/2017	Hemminki JOHAN et Audrey MURATET	Inventaires faune et flore	ARB GROOVE 2017
25/07/2017	Lucien CLAIVAZ et Maxime ZUCCA	Inventaires faune	ARB GROOVE 2017
15/06/2018	Lucien CLAIVAZ	Inventaires faune	ARB GROOVE 2018
27/06/2018	Audrey MURATET	Inventaires flore	ARB GROOVE 2018
06/07/2018	Lucien CLAIVAZ	Inventaires faune	ARB GROOVE 2018
04/12/2018	Marc BARRAT, Sophie DERAMOND et Aurélien HUGUET	Suivi du site	Gestion
09/05/2019	Sophie DERAMOND, Jean-Louis DUCREUX et Aurélien HUGUET	Suivi du site	Gestion
14/06/2019	Audrey MURATET	Inventaires flore	ARB GROOVE 2019
25/06/2019	Sophie DERAMOND et Aurélien HUGUET	Suivi du site	Gestion
09/07/2019	Guillaume HAMON	Inventaires faune	ARB GROOVE 2019
09/07/2019	Aurélien HUGUET et Raphael ZUMBIEHL	Inventaires faune et flore	Ecolo GIE 2019
10/07/2019	Aurélien HUGUET et Pierre RIVALLIN	Inventaires faune	Ecolo GIE 2019
15/05/2020	Aurélien HUGUET et Jessica RACLOT	Suivi du site	Gestion
01/06/2020	Aurélien HUGUET et Raphael ZUMBIEHL	Suivi du site	Gestion
12/08/2020	Aurélien HUGUET	Suivi du site	Gestion
15/09/2020	Chartier Dalix, Aurélien HUGUET <i>et al.</i>	Végétalisation des façades	Gestion
18/09/2020	Chartier Dalix, Aurélien HUGUET <i>et al.</i>	Fleur de foin toiture	Gestion
24/03/2021	Aurélien HUGUET	Inventaires faune	Ecolo GIE 2021
15/04/2021	Aurélien HUGUET et Les abeilles ouvrières	Plantations sous-bois	Gestion
12/05/2021	Pierre RIVALLIN	Inventaires faune	Ecolo GIE 2021
21/05/2021	Raphael ZUMBIEHL	Inventaires flore	Ecolo GIE 2021
21/05/2021	Aurélien HUGUET et Marie JORET	Fauche de la prairie	Gestion
16/06/2021	Amandine DOUILLARD	Inventaires chiroptères	Ecolo GIE 2021
17/06/2021	Sophie DERAMOND et Aurélien HUGUET	Fauche de la prairie	Gestion
24/06/2021	Aurélien HUGUET, Pierre RIVALLIN et Raphael ZUMBIEHL	Inventaires faune et flore	Ecolo GIE 2021
30/07/2021	Raphael ZUMBIEHL	Inventaires flore	Ecolo GIE 2021
30/07/2021	Aurélien HUGUET	Inventaires flore	Ecolo GIE 2021
25/08/2021	Pierre RIVALLIN	Inventaires faune	Ecolo GIE 2021
09/09/2021	Amandine DOUILLARD	Inventaires chiroptères	Ecolo GIE 2021
27/09/2021	Pierre RIVALLIN	Inventaires faune	Ecolo GIE 2021
29/09/2021	Aurélien HUGUET	Fauche de la prairie	Gestion
26/10/2021	Aurélien HUGUET et Philippine MARIE	Plantations prairie	Gestion
23/11/2021	Quentin VINCENT	Biodiversité des sols	Ecolo GIE 2021
24/11/2021	Aurélien HUGUET	Plantations friche	Gestion

LA BIODIVERSITÉ SUR L'ÉCOLE

Le présent document synthétise les connaissances sur la biodiversité du site en compilant les données issues de la bibliographie (étude GROOVE ARB 2016-2019), les données opportunistes (2018-2021) ainsi que les inventaires menés par Ecolo GIE (2019 et 2021) sur les groupes suivants :

- Flore et habitats
- Insectes (principalement Lépidoptères, Orthoptères et Odonates)
- Oiseaux
- Chauve-souris

En complément, des inventaires pédologiques ont été réalisés (Sol&Co) pour suivre l'évolution des sols.



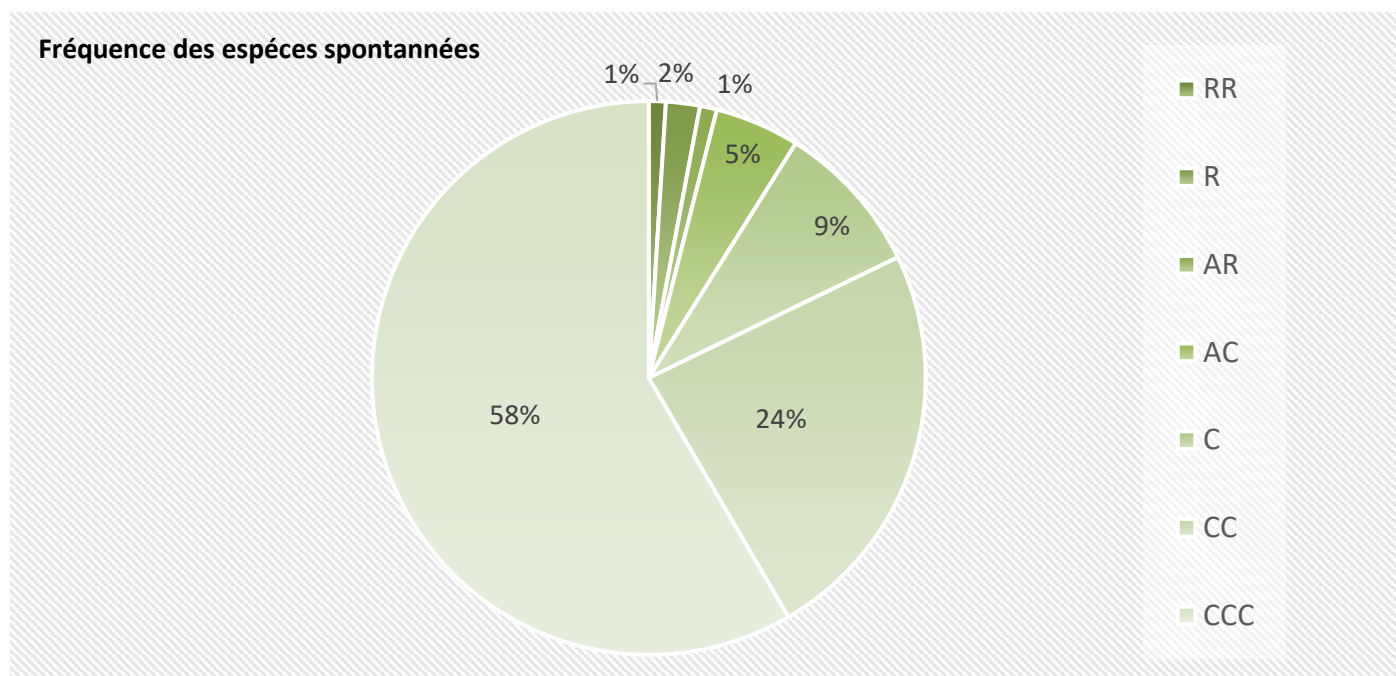
FLORE ET HABITATS

FLORE

FLORE RECENSEE : Le nombre d'espèces recensées sur le site en tenant compte des inventaires depuis 2016 s'élève à **206 dont 180 espèces indigènes** (voir Annexe n°1- Relevés floristiques) ce qui porte à 87% le taux d'indigénat. Ce taux est représentatif d'une situation urbaine avec toutefois des plantations d'espèces ligneuses majoritairement indigènes.

S'agissant d'un projet relativement récent avec mise en place de milieux écologiques, une grande partie des espèces, au moins 42% des espèces, peuvent être considérées comme volontairement introduites (espèces habituellement commercialisées ou spécialement récoltées pour le projet). Ces espèces ont pu être implantées soit lors de l'aménagement initial (2014) soit pendant les opérations de renaturations effectuées en 2020.

Les espèces que l'on peut considérer comme probablement « spontanées » (non volontairement introduites) représentent pratiquement la moitié de l'effectif total ce qui fait preuve d'une forte dynamique pour un site à priori aussi isolé des flux biologique qu'une toiture végétalisée. Cependant, cette dynamique semble diminuer avec le temps dénotant un effet de « stabilisation » suite à une saturation des milieux par les espèces les plus compétitives. Ces espèces spontanées ont pu coloniser le site soit par importation dans la banque de graines de la terre végétale mise en place, soit ultérieurement par voie aérienne (aménochorie, ornithochorie). Il s'agit en grande majorité d'espèces adventices annuelles commensales des cultures (*Avena fatua* L., *Kickxia elatine* ...), urbanophiles (*Hordeum murinum*, *Ervilia hirsuta* ...) ou occupant les milieux secs de type pelouse à thérophytes (*Vulpia myuros*, *Trifolium arvense* ...) ainsi que quelques espèces des friches vivaces mésoxérophiles moins nombreuses (*Artemisia vulgaris*, *Jacobaea vulgaris* ...).



DYNAMIQUE : Le nombre d'espèces recensées en 2021 est seulement de 89 ce qui montre un « turn-over » relativement important des espèces spontanées à caractères adventices principalement annuelles (comparaison limitée car les pieds de bâtiments et espaces jardinés n'ont pas été pris en compte en 2021). Parmi les espèces non revues en 2021, on compte également, quelques espèces hygrophiles (de zone humide) qui ont probablement été plantées lors du projet mais n'ayant pas perduré : *Epilobium hirsutum*, *Lysimachia vulgaris* ainsi que quelques bisannuelles des friches sèches (*Onopordion acanthii*) comme *Verbascum pulverulentum*.

PATRIMONIALITE : Sur les 118 espèces spontanées, 101 sont indigènes soit 85,6% du cortège. Il est possible de d'évaluer la patrimonialité du site à partir de cet effectif. Sur cet ensemble, on compte 9 espèces remarquables soit, ayant un indice de rareté au moins équivalent à « assez commun » pour la fréquence francilienne suivant la liste du CBNBP.

On notera que hormis le *Tragopogon dubius*, toutes ces espèces sont des annuelles. Parmi celles-ci, deux espèces se distinguent particulièrement :

Le Gnaphale blanc jaunâtre (*Laphangium luteoalbum*). Cette espèce très rare et déterminante ZNIEFF qui peut par conséquent être considérée comme patrimoniale n'a pas été revue après 2016. S'agissant d'une espèce hygrophile (*Juncetea bufonii*) relativement sensible, il est probable qu'elle n'ait pu se maintenir sur une toiture aux conditions trop changeantes. Bien que très rare et ne perdurant pas dans ces stations, cette espèce apparaît occasionnellement dans l'ouest parisien à la faveur de mares temporaires notamment sur les quais de Seine.



Laphangium luteoalbum – Wikicomons

L'Immortelle d'Allemagne (*Filago germanica*). Cette espèce rare est typique des pelouses sèches à thérophytes (*Stipello capensis* - *Brachypodietea distachyi*) présente sur les terrasses alluviales. Celle-ci représente un des habitats patrimoniaux dominant sur le site et semble se maintenir tant que la concurrence des vivaces est affaiblie par les conditions minérales et très sèches du site. Si la répartition de cette annuelle peut fluctuer d'une année sur l'autre, en 2020 et 2021 les effectifs les plus nombreux ont été observés sur les balcons des R+2 et R+3 en stations orientés sud-sud-ouest.



Filago germanica sur le site – AH 2019



Densité importante de *Filago germanica* en 2020 et 2021

Le **Grand salsifis** (*Tragopogon dubius*) est abondant sur toutes les surfaces en pelouse basophile (« prairie restaurée ») et pelouse prairiale (« prairies non restaurées »), ainsi que sur la friche vivace.

Considérée comme rare en Ile-de-France, il s'agit d'une espèce probablement sous-estimée en termes de fréquence, celle-ci pouvant être confondue avec *Tragopogon pratensis*, le Salsifi des prés, plus commun.

C'est une vivace des friches mésoxérophiles.



Tragopogon dubius – Adobestock

La **Luzerne naine** (*Medicago minima*) - assez rare et le **Trèfle des champs** (*Trifolium arvense*) - assez commun, partagent le même milieu.



Trifolium arvense - Adobestock

On notera également la présence de la **Chlorette** (*Blackstonia perfoliata*) espèce annuelle marnicole au port emblématique mais qui reste une pionnière plutôt courante. Sur la toiture, elle fréquente les mêmes stations que le Grand salsifis, ainsi que les friches à annuelles des balcons.



Blackstonia perfoliata – Adobestock

Nom_taxon	Nom_vernaculaire	Rar IdF	UICN_Idf
<i>Laphangium luteoalbum</i> (L.) Tzvelev, 1994	Gnaphale jaunâtre, Cotonnière blanc-jaunâtre	RR	EN
<i>Filago germanica</i> L., 1763	Immortelle d'Allemagne	R	LC
<i>Tragopogon dubius</i> Scop., 1772	Grand salsifis, Salsifis douteux	R	LC
<i>Medicago minima</i> (L.) L., 1754	Luzerne naine	AR	LC
<i>Blackstonia perfoliata</i> (L.) Huds., 1762	Chlorette, Chlore perfoliée	AC	LC
<i>Bromopsis ramosa</i> (Huds.) Holub, 1973	Brome âpre	AC	LC
<i>Lactuca virosa</i> L., 1753	Laitue vireuse, Laitue sauvage	AC	LC
<i>Trifolium arvense</i> L., 1753	Trèfle des champs, Pied de lièvre	AC	LC
<i>Vicia segetalis</i> Thuill., 1799	Vesce des moissons	AC	

Espèces remarquables sur le site

HABITATS

PAROI



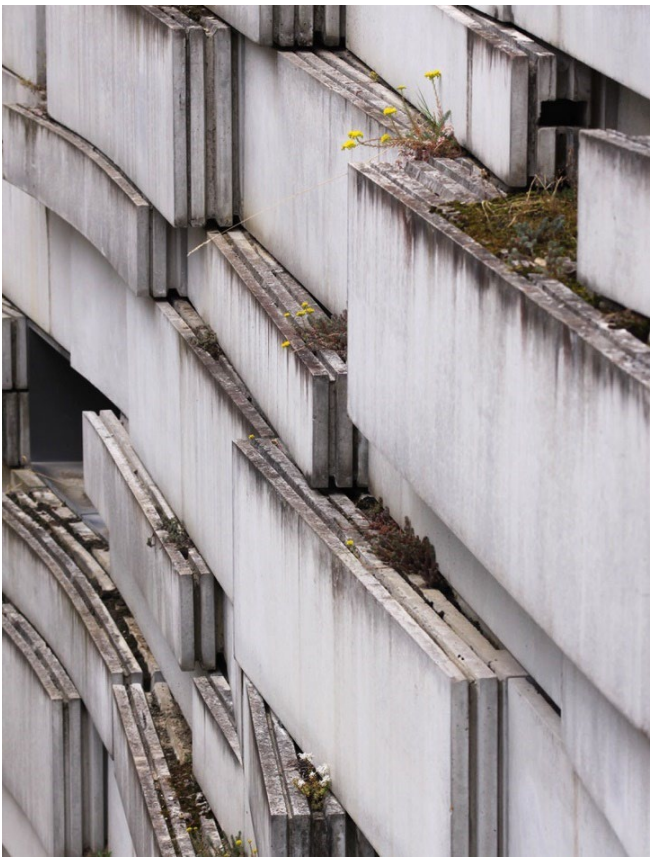
Cet habitat concerne toutes les façades du bâtiment représente une surface de 2640 m² en mégacalcaire de bétons conservant des décalages et des anfractuosités destinés à permettre le développement d’une flore chaméphytique typique des murs franciliens (*Parietaria judaica* & *Asplenium trichomanes*). Les opérations de réensemencement ont permis de renforcer substantiellement le cortège de cet habitat. A côté des *Sedum* (*S. rupestre*, *S. album*, *S. acre*) on note la présence ponctuelle de fougères (*Asplenium trichomanes*, *Asplenium adiantum-nigrum*) et d’autres compagnes annuelles telles que *Geranium robertianum*.

Relevés 2021	Rar IdF
<i>Asplenium adiantum-nigrum</i> L., 1753	AR
<i>Asplenium trichomanes</i> L., 1753	CC
<i>Bromus hordeaceus</i> L., 1753	CCC
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill., 1799	CCC
<i>Erigeron canadensis</i> L., 1753	CCC
<i>Geranium dissectum</i> L., 1755	CCC
<i>Geranium robertianum</i> L., 1753	CCC
<i>Lysimachia arvensis</i> (L.) U.Manns & Anderb., 2009	CCC
<i>Poa annua</i> L., 1753	CCC
<i>Polypodium interjectum</i> Shivas, 1961	C
<i>Saxifraga tridactylites</i> L., 1753	CC
<i>Sedum acre</i> L., 1753	CC
<i>Sedum album</i> L., 1753	C
<i>Sedum rupestre</i> L., 1753	AC
<i>Senecio vulgaris</i> L., 1753	CCC
<i>Sonchus oleraceus</i> L., 1753	CCC

Rq : Certaines espèces semées en 2020 (Campanule à feuilles rondes, Centranthe rouge, Cymbalaire des murs, etc) n’ont pas encore été relevées en 2021 et pourraient germer dans les années à venir.



Capillaire des murs - Adobestock



Développement de la flore sur les parois - AH juillet 2021

BOSQUET



Cet habitat résulte d'une plantation ligneuse essentiellement composée d'espèces de la Chênaie charmaie calciphile avec des espèces telles que l'Érable champêtre, le Charme, le Tilleul à petites feuilles et le Merisier. On notera également des espèces plus thermophiles comme le Sorbier des oiseleurs. Le cœur de ce bosquet est bordé d'une fruticée d'Aubépine à un style, Cornouiller mâle et sanguin, Rosier des chiens, Prunelliers, Noisetiers et Viorner qui apporte une ressource nutritive aux insectes et aux oiseaux (fleurs et baies) tout en atténuant les effets du vent dans le « cœur du bois ».

La Structure du bois reste relativement homogène avec sursaturation en mono-strate et un faible développement du sous-bois. Cet habitat a été renforcé par la plantation d'espèces de sous-bois issues du label Végétal Local en septembre 2020 (*Glechoma hederacea*, *Veronica chamaedrys*, *Brachypodium sylvaticum*, *Carex flacca*, *Prunella vulgaris*, *Carex sylvatica*, *Stachys sylvatica* et *Malva sylvestris*) ainsi qu'en avril 2021 (*Silene latifolia*, *Silene dioica*, *Glechoma hederacea*, *Carex sylvatica*, *Brachypodium sylvaticum*, *Prunella vulgaris*, *Anthriscus sylvestris* et *Fragaria vesca*).

Le sol du bosquet évolue avec la mise en place d'un premier horizon de 20 cm, des taux de matière organique et des rapports C/N plus importants que dans les espaces prairiaux de la toiture. Cette évolution est cependant lente, en témoigne le faible taux de dégradation de la litière. Au niveau biologique, les inventaires de la biodiversité des sols (macrofaune et lombriciens) démontrent que le site commence à accueillir une biodiversité des sols active (voir Annexe n°3 Etude pédologique Sol&Co).



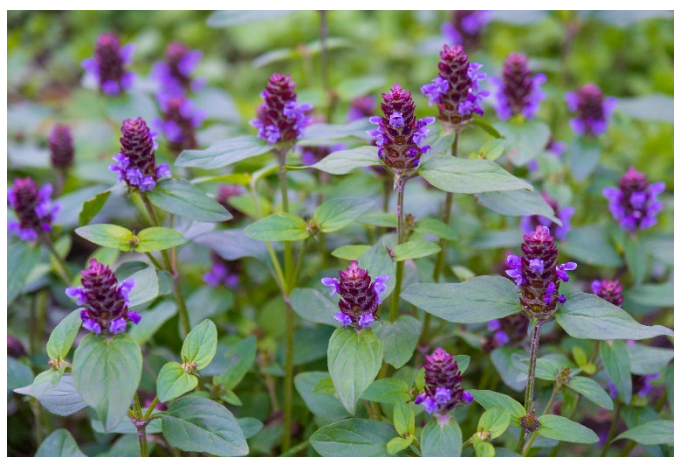
Différents aspects du bosquet – Ecolo GIE 2018-2021

Relevés 2021 dans le bosquet

Nom	Vernaculaire	Statut_1	Rar	UIC IdF
Bosquet				
<i>Acer campestre</i> L., 1753	Érable champêtre, Acéaïlle	Indigène	CCC	LC
<i>Carpinus betulus</i> L., 1753	Charme, Charmille	Indigène	CCC	LC
<i>Cornus mas</i> L., 1753	Cornouiller mâle, Cornouiller sauvage	Indigène	C	LC
<i>Cornus sanguinea</i> L., 1753	Cornouiller sanguin, Sanguine	Indigène	CCC	LC
<i>Corylus avellana</i> L., 1753	Noisetier, Avelinier	Indigène	CCC	LC
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq., 1775	Aubépine à un style, Épine noire, Bois de mai	Indigène	CCC	LC
<i>Lonicera xylosteum</i> L., 1753	Chèvrefeuille des haies, Camérisier des haies	Indigène	CC	LC
<i>Malus sylvestris</i> Mill., 1768	Pommier sauvage, Boquettier	Indigène	AR	DD
<i>Prunus avium</i> (L.) L., 1755	Merisier vrai, Cerisier des bois	Indigène	CCC	LC
<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh., 1784	Prunier myrobolan, Myrobolan	Planté/cultivé	.	
	Bois de Sainte-Lucie, Prunier de Sainte-Lucie, Amarel	Indigène	C	LC
<i>Prunus mahaleb</i> L., 1753	Épine noire, Prunellier, Pelossier	Indigène	CCC	LC
<i>Prunus spinosa</i> L., 1753	Rosier des chiens, Rosier des haies	Indigène	C?	LC
<i>Rosa canina</i> L., 1753	Sorbier des oiseleurs, Sorbier sauvage	Indigène	AC	LC
<i>Sorbus aucuparia</i> L., 1753	Cormier, Sorbier domestique	Indigène	RR	
<i>Sorbus domestica</i> L., 1753	Lilas	Eurynaturalisé	R	
<i>Syringa vulgaris</i> L., 1753	Tilleul à petites feuilles, Tilleul des bois	Indigène	CC	LC
<i>Tilia cordata</i> Mill., 1768	Viorne mancienne	Indigène	CC	LC
<i>Viburnum lantana</i> L., 1753	Viorne obier, Viorne aquatique	Indigène	CC	LC
<i>Viburnum opulus</i> L., 1753				
Sous-bois				
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm., 1814	Cerfeuil des bois, Persil des bois	Indigène	CCC	LC
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P.Beauv., 1812	Brachypode des bois, Brome des bois	Indigène	CCC	LC
<i>Carex flacca</i> Schreb., 1771	Laîche glauque, Langue-de-pic	Indigène	CC	LC
<i>Carex sylvatica</i> Huds., 1762	Laîche des bois	Indigène	CCC	LC
<i>Fragaria vesca</i> L., 1753	Fraisier sauvage, Fraisier des bois	Indigène	CCC	LC
<i>Glechoma hederacea</i> L., 1753	Lierre terrestre, Gléchome Lierre terrestre	Indigène	CCC	LC
<i>Hedera helix</i> L., 1753	Lierre grimpant, Herbe de saint Jean	Indigène	CCC	LC
<i>Prunella vulgaris</i> L., 1753	Brunelle commune, Herbe au charpentier	Indigène	CCC	LC
<i>Silene dioica</i> (L.) Clairv., 1811	Compagnon rouge, Robinet rouge	Indigène	R	LC
<i>Silene latifolia</i> Poir., 1789	Compagnon blanc, Silène à feuilles larges	Indigène	CCC	LC
<i>Stachys sylvatica</i> L., 1753	Épiaire des bois, Ortie à crapauds	Indigène	CCC	LC
<i>Veronica chamaedrys</i> L., 1753	Véronique petit chêne, Fausse Germandrée	Indigène	CCC	LC



Lierre terrestre



et Brunelle commune - Adobestock

OURLET PRAIRIAL



Cet ourlet composant la lisière du bosquet précédent, est principalement dominée par les graminées sociales de l'arrhénétéraie. (*Dactylis glomerata*, *Arrhenatherum elatius*) ponctués de quelques espèces de friches telles que *Malva sylvestris* ou *Artemisia vulgaris*.



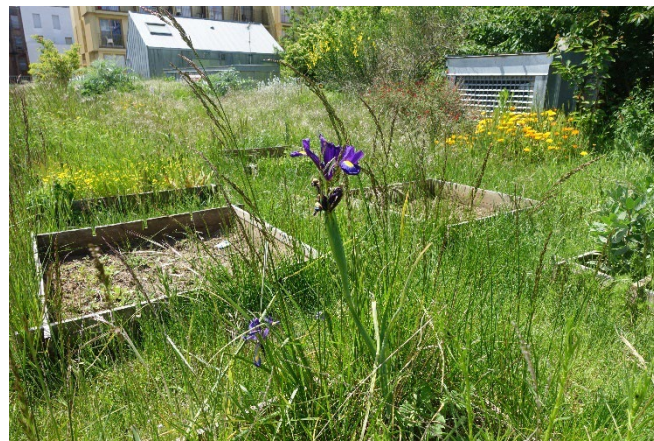
Aspects au printemps-été 2021 – AH

ESPACE JARDINE



Il s'agit de carrés de plantations vivaces ou bisannuelles (Sauge, Romarin, Artichauts ...) ainsi que des carrés potagers.

Ces espèces à statut « cultivées » ne sont pas répertoriées dans l'inventaire 2021.



Aspects au printemps-été 2021 – AH

PELOUSE BASOPHILE



Cette pelouse herbacée en reconversion vient d'être réensemencée. A terme, après épuisement de la concurrence annuelle (*Anisantha sterilis*, *Bromus hordeaceus* ...) celle-ci devrait tendre vers une pelouse basophile à Brome érigé et Sauge des prés (*Bromion erecti*). Cet habitat se rapprochant des pelouses calcicoles patrimoniales permet d'offrir une diversification importante de la strate herbacée.



Rosettes de vivaces et regain après les fauches manuelles exportatrices des 21 mai, 17 juin et 29 septembre 2021 – Ecolo GIE



Sauge des prés et Centauree dans la prairie donneuse du Domaine National de Marly-le-Roi – AH 2020.

En complément de l'ensemencement par fleur de foin, 200 pieds de vivaces de ces mêmes milieux, cultivés par la pépinière Pariciflore selon la charte du Végétal local ont été implantées en godet en octobre 2021 : *Achillea millefolium*, *Briza media*, *Campanula rapunculus*, *Centaurea jacea*, *Galium verum*, *Knautia arvensis*, *Salvia pratensis*, *Scabiosa columbaria*.

Celles-ci devraient enrichir les floraisons de cette pelouse basophile dès le printemps 2022.

Relevé botanique sur la prairie source du Domaine National de Marly-le-Roi.

Sur les 28 espèces relevées du foin de Marly en 2020, 11 sont déjà visibles sur la pelouse restaurée de la toiture de l'école en 2021. Des relevés au printemps 2022 permettront de compléter ce suivi de reprises des vivaces.

Taxref_v12	Nom	Vernaculaire	Rar Idf	BLG
80410	<i>Agrimonia eupatoria</i> L., 1753	Aigremoine, Francormier	CCC	
84843	<i>Astragalus glycyphyllos</i> L., 1753	Réglisse sauvage, Astragale à feuilles de Réglisse	AC	
85439	<i>Avenula pubescens</i> (Huds.) Dumort., 1868	Avoine pubescente	AR	
86490	<i>Briza media</i> L., 1753	Brize intermédiaire, Amourette commune	AC	2021
86512	<i>Bromopsis erecta</i> (Huds.) Fourr., 1869	Brome érigé	C	2021
87720	<i>Campanula rotundifolia</i> L., 1753	Campanule à feuilles rondes	AC	
88510	<i>Carex flacca</i> Schreb., 1771	Laîche glauque, Langue-de-pic	CC	2021
88569	<i>Carex hirta</i> L., 1753	Laîche hérissée	CC	
89579	<i>Centaurea decipiens</i> Thuill., 1799	Centaurée de Debeaux	CC	2021
93308	<i>Cruciata laevipes</i> Opiz, 1852	Gaillet croisettes, Croisette commune	CC	
99366	<i>Galium album</i> Mill., 1768	Gaillet dressé	CCC	2021
99582	<i>Galium verum</i> L., 1753	Gaillet jaune, Caille-lait jaune	CC	2021
104516	<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult., 1828	Knautie des champs, Oreille-d'âne	CC	
105502	<i>Leontodon hispidus</i> L., 1753	Liondent hispide	AC	2021
106653	<i>Lotus corniculatus</i> L., 1753	Lotier corniculé, Pied de poule, Sabot-de-la-mariée	CCC	2021
106818	<i>Luzula campestris</i> (L.) DC., 1805	Luzule champêtre	C	
110236	<i>Ononis spinosa</i> L., 1753	Bugrane épineuse, Arrête-boeuf	CC	
113893	<i>Plantago lanceolata</i> L., 1753	Plantain lancéolé, Herbe aux cinq coutures	CCC	
113906	<i>Plantago media</i> L., 1753	Plantain moyen	C	2021
139008	<i>Poa pratensis</i> subsp. <i>angustifolia</i> (L.) Dumort., 1824	Pâturin à feuilles étroites	?	
115624	<i>Potentilla reptans</i> L., 1753	Potentille rampante, Quintefeuille	CCC	2021
115918	<i>Primula veris</i> L., 1753	Coucou, Primevère officinale, Brérelle	CCC	
116012	<i>Prunella vulgaris</i> L., 1753	Brunelle commune, Herbe au charpentier	CCC	
116903	<i>Ranunculus acris</i> L., 1753	Bouton d'or, Pied-de-coq, Renoncule âcre	CCC	
119418	<i>Rumex acetosa</i> L., 1753	Oseille des prés, Rumex oseille	CCC	
120685	<i>Salvia pratensis</i> L., 1753	Sauge des prés, Sauge commune	C	2021
127660	<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P.Beauv., 1812	Trisetè commune, Avoine dorée	C	
129586	<i>Viola hirta</i> L., 1753	Violette hérissée	C	



Herbiers de la prairie source du Domaine National de Marly-le-Roi – Chartier-Dalix - juin 2020.

PELOUSE PRAIRIALE



Ces pelouses résultant du traitement initial sont encore principalement dominées par des annuelles sociales très compétitives (raygrass, Brome mou, Orge des rats...) et n'abritent que quelques vivaces prairiales (*Lolium perenne*) ou de la friche (*Tragopogon dubius*).



Aspect printanier et estival de la « prairie non restaurée » en 2021

FRICHE ANNUELLE



Cette friche annuelle mésoxérophile prospère à la faveur d'un sol, minéral peu évolué. Elle abrite quelques espèces peu communes comme *Filago germanica* ou *Medicago minima* à côté d'espèces plus communes mais bien typiques des milieux de pelouses thérophytiques comme *Trifolium arvense*. Cet habitat étant le seul à héberger des espèces remarquables est à maintenir, plus particulièrement dans les sections sud-sud-ouest (qui ne font pas face aux salles de classes).



Aspect printanier des friches à annuelles. — AH 2021.

FRICHE VIVACE



Cette friche relativement diversifiée abrite des espèces du *Dauco-melilotion* comme la Carotte sauvage (*Daucus carota*) ou la Picride fausse Vipérine (*Helminthotheca echinoides*) avec quelques thermophiles telles que l'Anthémis des teinturiers (*Cota tinctoria*), accompagnée d'espèces prairiales comme l'Achillée millefeuille (*Achillea millefolium*).

Cet espace, maintenu en fauche tardive, apporte un cortège floristique complémentaire aux milieux herbacés précédents, ainsi que des abris aux insectes pour la mauvaise saison.

Cette friche à récemment été enrichie par une expérimentation de transplanatation d'orchidées sauvages issues de récupération sur un site proche en cours d'urbanisation. Une quinzaine de pieds d'Orchis pyramidal (*Anacamptis pyramidalis*) ont été plantés en novembre 2021 (post inventaires botaniques). Des suivis au printemps 2022 permettront d'évaluer le succès de l'opération.



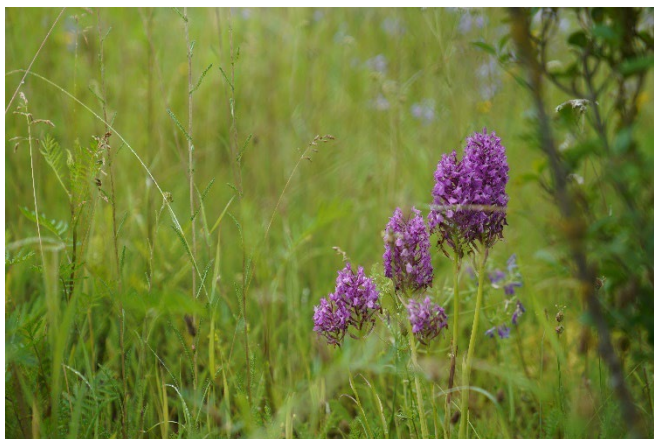
Aspect de la friche en avril – AH 2021



Carotte sauvage - Adobestock



Picride fausse Vipérine - Adobestock



Orchis pyramidal – photo AH 2021

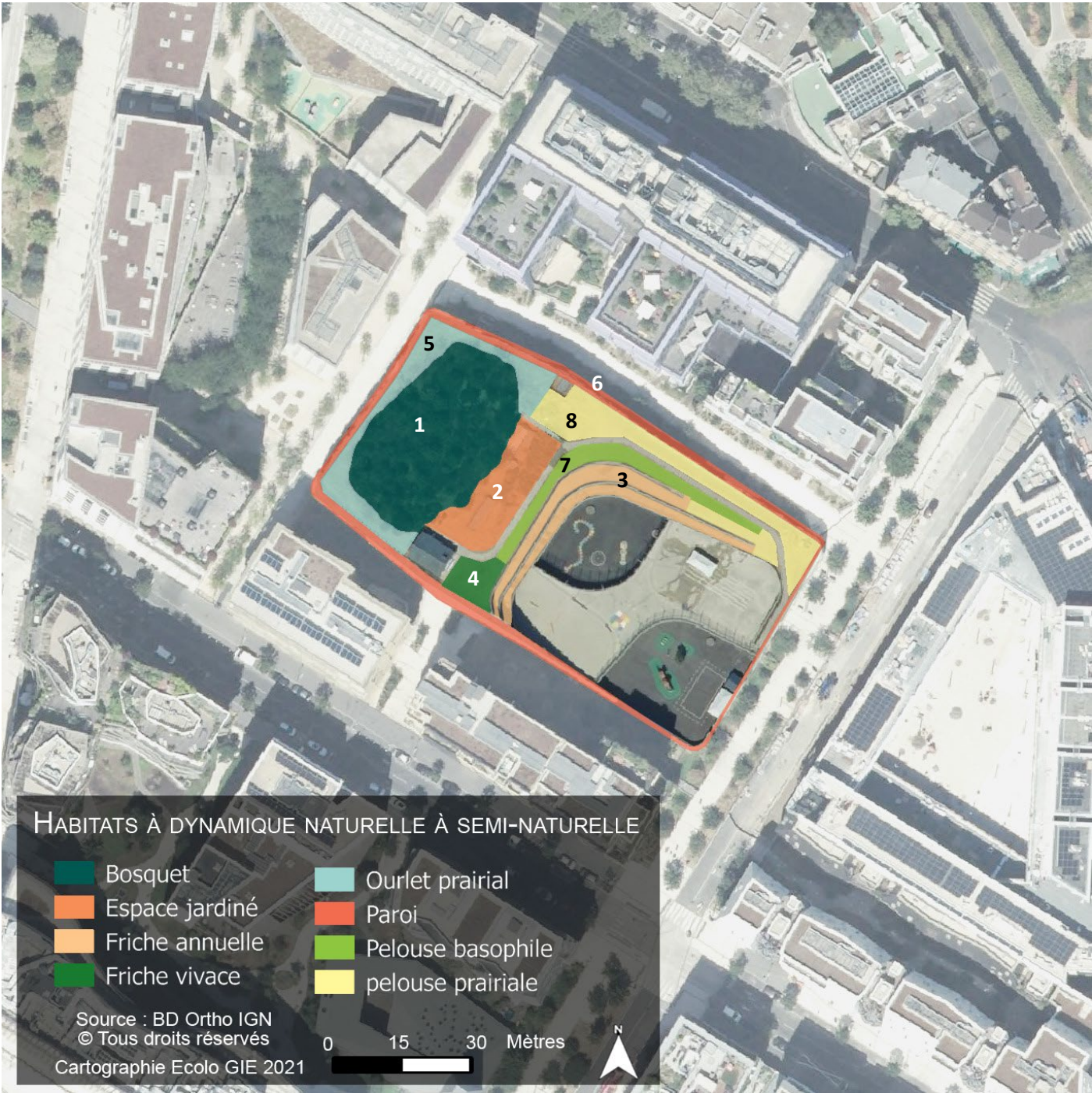


Anthémis des teinturiers dans la friche – AH 2021

CARTOGRAPHIE DES HABITATS :

N°	Habitat	Surface m²
1	Bosquet	826
2	Espace jardiné	345
3	Friche annuelle	347
4	Friche vivace	93
5	Ourlet prairial	360
6	Paroi	2 640
7	Pelouse basophile	205
8	Pelouse prairiale	395

Remarque : les pieds de bâtiment ne sont pas pris en compte ici.



INSECTES

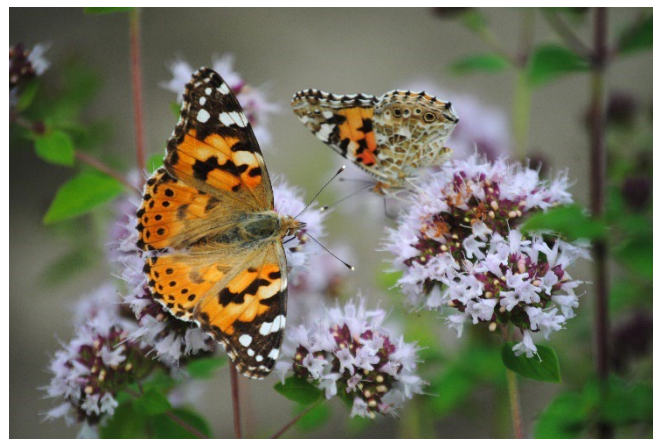
LEPIDOPTERES

Les inventaires ne portent que sur les Papillons de jour et ont permis de recenser 8 espèces de Rhopalocères et un Hétérocère diurne.

Papillons des jardins : Si les adultes du Vulcain (*Vanessa atalanta*) se nourrissent d'une grande variété de fleurs, la chenille ne croît que sur l'Ortie dioïque. Celle de la Piéride de la rave (*Pieris rapae*) consomme diverses brassicacées. La Belle-Dame, ou Vanesse des chardons (*Vanessa cardui*), plus polyphage, est un papillon migrateur qui hiverne en Afrique. Autre curiosité, le Sphinx colibri (*Macroglossum stellatarum*) butine les fleurs en un vol stationnaire qui évoque celui de l'oiseau-mouche. La diversification de jardins pédagogiques agrémentés de nombreuses espèces florifères et nectarifères ne pourra qu'être favorables aux adultes de tous ces papillons. L'attention doit également porter sur l'enrichissement en plantes hôtes des chenilles afin que des populations s'installent de manière pérenne.

Papillons des prairies : Le Fadet commun (*Coenonympha pamphilus*) et le Myrtil (*Maniola jurtina*) fréquentent une grande variété de lieux herbus où ils pondent sur diverses graminées comme les poacées. Le Collier de corail (*Aricia agestis*) affectionne les géraniacées ainsi que les Lotus. Depuis la restauration de la prairie, on peut y observer le vol d'un joli petit lycène bleu vif : l'Argus bleu (*Polyommatus icarus*). Ses chenilles se nourrissent de légumineuses, comme *Lotus corniculatus*. L'évolution du fond floristique observé sur la parcelle de prairie restaurée qui s'enrichit de ses principales plantes hôtes lui est très favorable.

Papillon des zones minérales : en station naturelle le Némusien ou l'Ariane (*Lasiommata maera*) fréquente les lieux chauds et pourvus de pierriers bien exposés, les zones d'affleurements rocheux ou les éboulis. Considéré comme assez rare en Ile-de-France, il semble en expansion en première couronne et fréquente parfois les milieux urbains où les surfaces minérales paraissent lui apporter des milieux de substitution. Il a été observé en insolation sur les façades du bâtiment.



Belle-Dame, un papillon migrateur - Adobestock



Sphinx colibri en vol stationnaire - Adobestock



Argus bleu se chauffant au soleil - Adobestock



Némusien affectionnant les parois minérales - Adobestock

HYMENOPTERES

16 espèces d'hyménoptères sont inventoriées du site.

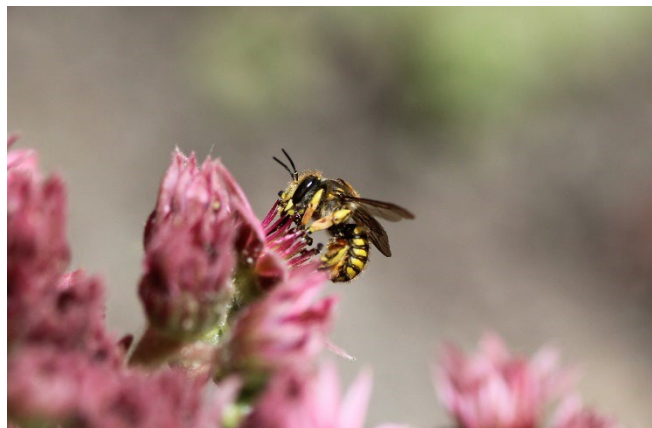
Abeilles : si l'Abeille domestique (*Apis mellifera*) est la plus fréquemment rencontrée sur la toiture, le site abrite également des abeilles solitaires comme les Lasioglosses, Megachile ou L'Abeille cotonnière (*Anthidium sp.*) qui doit son nom à son habitude de gratter les poils des feuilles qu'elle met en boule et qu'elle transporte sous son corps pour en revêtir son nid. L'Abeille charpentière ou Xylocope violet (*Xylocopa violacea*) est l'un de nos plus grands et plus impressionnants Hyménoptères. Cette abeille solitaire creuse le bois mort pour nidifier. Un adulte a été observé, une seule fois, en nourrissage sur les fleurs du jardin pédagogique.

Guêpes : Les abeilles ont également leurs prédateurs sur la toiture où ont été observées des guêpes parasitoïdes qui pondent dans le nid d'autres hyménoptères, comme *Holopyga amoenula* ou les espèces appartenant au genres *Chrysis*, *Eupelmus* ou *Gasteruption* ainsi que le Philanthe apivore (*Philanthus triangulum*), guêpe floricole des milieux ouverts, qui prédate les abeilles pour nourrir ses larves.

Fourmis : Jardin pédagogique et prairie accueillent également des Fourmis noires des jardins (*Lasius niger*, *L. platythorax* et *Myrmica scabrinodis*) très communes à vaste aire de répartition. La Fourmi envahissante des jardins (*Lasius neglectus*), espèce de fourmis invasives qui serait originaire des steppes d'Asie Mineure, est également mentionnée (GROOVE ARB 2018).

Si les hyménoptères se rencontrent parfois sur les fleurs de la prairie, c'est en lisière du boisement et dans le jardin pédagogique que les observations sont les plus courantes. L'apport de petits tas de sable serait bénéfique pour les espèces fouisseuses.

De plus, sur les façades, les blocs de béton pourvus de perforations faisant office « d'hôtels à insectes » sont souvent occupés par des individus en hivernage, comme en témoignent les opercules obstruant les perforations. Fait notable, ces occupations ont lieu à diverses expositions et à toutes les hauteurs des façades (jusqu'au sommet à 14 m).



Abeille cotonnière, une abeille solitaire - Adobestock



Abeille charpentière, un des plus gros hyménoptères - Adobestock



Chrysis, guêpes parasitoïdes d'autres hyménoptères - Adobestock



Trous à insectes occupées en façade - Ecolo GIE septembre 2020.

COLEOPTERES

19 espèces de coléoptères ont été observées.

Le site abrite cinq espèces de coccinelle : La Coccinelle à sept point (*Coccinella septempunctata*), dite « bête à bon Dieu » est une prédatrice de larves d'invertébrés. La Coccinelle asiatique (*Harmonia axyridis*), originaire de Chine, est une espèce envahissante nuisible pour les coccinelles autochtones qu'elle tend à éliminer. La Coccinelle à douze points (*Vibidia duodecimguttata*) et la Coccinelle à vingt-deux points (*Psyllobora vigintiduopunctata*) se nourrissent de champignons et fréquentent les lisières arborées aux sols pourvus d'humus, tandis que la Coccinelle à seize points (*Tytthaspis sedecimpunctata*) préfère les prairies et les friches à hautes herbes.

Les massifs fleuris du jardin pédagogique attirent les Chrysomèles : Altise (*Altica* et *Psylliodes*), Bruche (*Bruchus*), Criocère (*Oulema*). En 2020 et 2021, des adultes de Chrysomèle du romarin (*Chrysolina americana*) ont été observés sur les Sauges officinales, les thyms, lavandes et romarins. Ce beau coléoptère, capable de pullulations et de ravages, sera à surveiller.

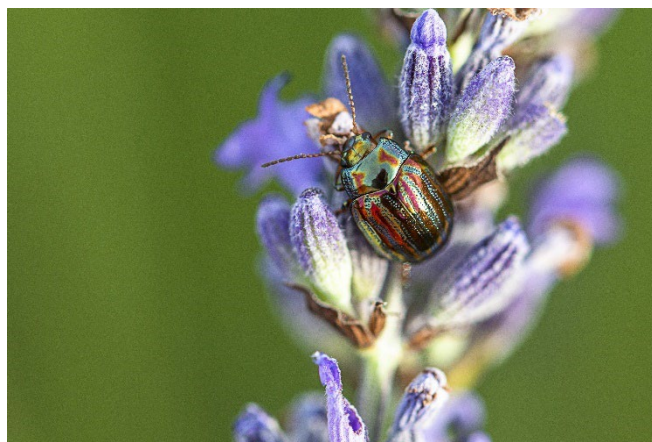
La Cristèle jaune (*Cteniopus sulphureus*) est un petit ténébrion à la livrée couleur de soufre. Découvert en été 2021, cette espèce qui affectionne les inflorescences en milieu sec et bien exposé a pu être importée en même temps que le foin de Marly-le-Roi.

L'ARB (2017-2018) mentionne la présence de Petits carabidés des genres *Calathus*, *Acupalpus*, *Notiophilus* et *Hirticomus*, minuscules coléoptères qui courent au sol à la manière de fourmis ; un charançon *Exomias pellucidus* et un staphylin du genre *Stenus*.

Deux cétoines sont également présentes : la petite Cétoine punaise (*Valgus hemipterus*), mentionnée en 2017 et la Cétoine dorée (*Cetonia aurata*), dont les adultes ont été observés en 2020 sur les fleurs de la Fallopia en façade et en 2021 et sur les inflorescences d'artichauts en toiture. Si la ressource est disponible pour les adultes floricoles, l'habitat des larves (copeaux de bois et terreau des cavités de feuillus) ne l'est pas. L'apport d'une couche de bois raméal fragmenté (BRF) regalée sur le sol du bosquet lui permettrait peut-être à l'avenir de se développer en effectuant l'intégralité de son cycle vital sur l'école.



Coccinelle à vingt-deux points (qui en possède 27 !) - Adobestock



Chrysomèle du romarin sur une lavande - Adobestock



Cistèle jaune, adulte se nourrissant de pollen - Adobestock



Cétoine dorée, grande amatrice de lilas et rosiers - Adobestock

ORTHOPTERES

7 espèces d'orthoptères ont été observées sur la toiture (dont 4 en 2021). Le cortège, constitué d'espèces assez communes à très communes, comprend 3 sauterelles et 4 criquets.

Sauterelles : Totalement inoffensive, la Grande sauterelle verte (*Tettigonia viridissima*) est spectaculaire par sa taille dépassant 5 cm et par le grand ovipositeur dont sont pourvues les femelles. Bien que commune, son homochromisme presque parfait la rend difficile à voir lorsqu'elle ne bouge pas. On peut, en été, entendre ses stridulations jusqu'en fin de journée dans l'ourlet prairial bordant le bosquet par l'ouest. Le Phanéroptère commun (*Phaneroptera falcata*) est une sauterelle verte moins imposante. L'espèce n'est considérée que comme « assez commune » en Ile-de-France. Très thermophile, elle fréquente plutôt la pelouse prairiale et la friche vivace bien exposée. La Decticelle bariolée (*Roeseliana roeselii*), qui affectionne les zones fraîches, n'a pas été revue depuis son unique mention en 2015.

Criquets : Le Criquet mélodieux (*Chorthippus biguttulus*), abondant en 2021, fait entendre son chant caractéristique intense, rapide et métallique dans toute la prairie. Le Gomphocère roux (*Gomphocerippus rufus*), qui affectionne les végétations hautes et les lisières, se concentre sur les espaces bordant le bois ainsi que la friche vivace. Le Criquet duettiste (*Chorthippus brunneus*) préfère les terrains secs et clairsemés des pelouses à annuelles. A l'inverse, le Criquet des pâtures (*Pseudochorthippus parallelus*) est moins xérophile et préfère l'ourlet plus frais bordant le bosquet.

Cette diversité surprenante pour une toiture urbaine peut s'expliquer par la capacité de colonisation de ces insectes volants depuis les parcs boulonnais environnants. Mais leur implantation résulte de l'importance et de la variété des milieux ouverts sur le site : pelouses sèches à annuelles, pelouses sur pente, prairie basophile, friche vivace et ourlet mésophile en lisière de boisement. Il sera déterminant pour les orthoptères de préserver cette mosaïque herbacée.



Grande sauterelle verte - Adobestock



Phanéroptère commun, plus gracile - Adobestock



Criquet mélodieux - Adobestock



Criquet des pâtures - Adobestock

AUTRES INSECTES :

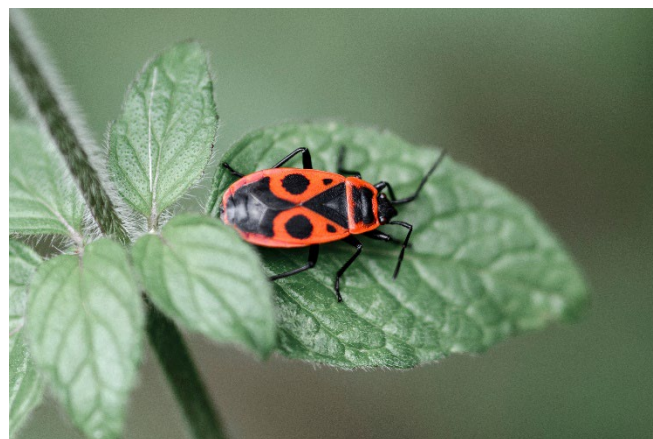
Hémiptères : 23 espèces ont été recensées, principalement en 2017-et 2018 par l'ARB. Si la majorité sont des Cicadelles ou des petites punaises de la famille des Miridae, la toiture abrite également des punaises plus grandes de la famille des Pentatomidae, comme la Punaise verte (*Palomena prasina*) ou la Punaise des baies (*Dolycoris baccarum*). La plus remarquable est la Punaise arlequin, ou Graphosome italien (*Graphosoma italicum*), dont on peut admirer l'élégante livrée à rayures rouges et noires sur les ombellifères de la friche vivace où elle se nourrit de sève, qu'elle prélève grâce à son rostre. Autre hémiptère rouge et noir, le Gendarme, ou Pyrrhocore (*Pyrrhocoris apterus*), est tout aussi inoffensif.

Odonates : L'absence de point d'eau rend impossible leur développement sur le site, cependant des odonates sont parfois rencontrés en été sur la toiture. Les individus observés le sont en dispersion depuis la Seine, en maturation sur les pentes bien exposées ou en chasse sur les lisières fleuries qui attirent des insectes dont ces prédateurs aériens se nourrissent. Le cortège compte à ce jour deux espèces de demoiselles (Zygoptères) : l'Agrion à larges pattes (*Platycnemis pennipes*) et l'Agrion de Vander Linden (*Erythromma lindenii*) ; ainsi que 3 libellules (Anisoptères) : l'Orthétrum réticulé (*Orthetrum cancellatum*), le Sympétrum fascié (*Sympetrum striolatum*) et le Sympétrum de Fonscolombe (*Sympetrum fonscolombii*). Si les quatre premières espèces sont communes ou assez communes, le Sympétrum de Fonscolombe est considéré comme assez rare en Ile-de-France. Bien présent en Europe méridionale où il est sédentaire, il effectue des migrations vers le nord, variables d'une année à l'autre. Sur l'école, nous ne l'avons observé qu'en juillet 2019, chassant le long des lisières du bosquet.

Diptères : Dix espèces de mouches, moustiques et moucherons ont été inventoriées par l'ARB en 2017-2018. Citons la Palloptère jolie (*Toxoneura muliebris*), petite mouche aux ailes élégamment décorées qui fréquente les lieux fleuris.



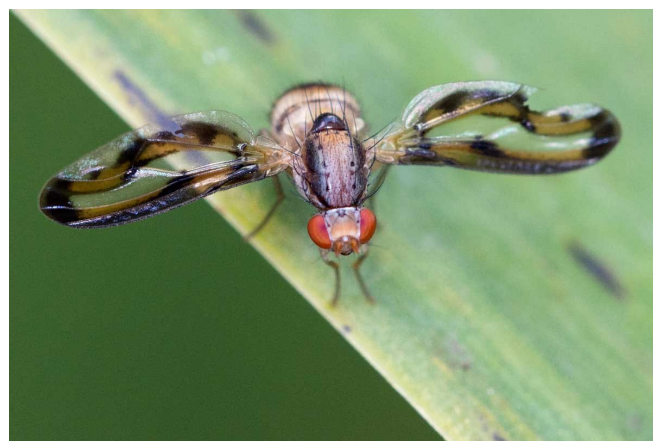
Arlequin - Adobestock



Gendarme - Adobestock



Sympetrum de fonscolombe, libellule migratrice - Adobestock



Palloptère jolie - Photo Eugène Vandelbeulque - insectes.org.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	dernière mention
LEPIDOPTERES		
<i>Coenonympha pamphilus</i>	Fadet commun	2020
<i>Lasiommata maera</i>	L'Ariane	2021
<i>Macroglossum stellatarum</i>	Sphinx colibri	2019
<i>Maniola jurtina</i>	Myrtil	2021
<i>Pieris rapae</i>	Piérade de la rave	2021
<i>Aricia agestis</i>	Argus brun	2021
<i>Polyommatus icarus</i>	Argus bleu	2021
<i>Vanessa atalanta</i>	Vulcain	2021
<i>Vanessa cardui</i>	Belle dame	2021
ORTHOPTERES		
<i>Phaneroptera falcata</i>	Phanéoptère commun	2021
<i>Roeseliana roeselii</i>	Decticelle bariolée	2015
<i>Tettigonia viridissima</i>	Grande Sauterelle verte	2021
<i>Chorthippus biguttulus</i>	Criquet mélodieux	2021
<i>Chorthippus brunneus</i>	Criquet duettiste	2018
<i>Pseudochorthippus parallelus</i>	Criquet des pâtures	2021
<i>Gomphocerippus rufus</i>	Gomphocère roux	2019
ODONATES		
<i>Platycnemis pennipes</i>	Agrion à larges pattes	2021
<i>Orthetrum cancellatum</i>	Orthétrum réticulé	2021
<i>Sympetrum striolatum</i>	Sympétrum fascié	2021
<i>Erythromma lindenii</i>	Agrion de Vander Linden	2021
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	Sympétrum de Fonscolombe	2019
COLEOPTERES		
<i>Hirticollis hispidus</i>	anthicidé	2018
<i>Acupalpus</i>		2018
<i>Calathus melanocephalus</i>		2017
<i>Notiophilus</i>		2018
<i>Altica</i>	Altise	2018
<i>Bruchus</i>	Bruche	2017
<i>Chrysolina americana</i>	Chrysomèle du Romarin	2021
<i>Oulema</i>	Criocère	2018
<i>Psylliodes</i>	Altise	2018
<i>Coccinella septempunctata</i>	Coccinelle à sept points	2021
<i>Harmonia axyridis</i>	Coccinelle asiatique (la)	2018
<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i>	Coccinelle à vingt-deux points	2018
<i>Tytthaspis sedecimpunctata</i>	Coccinelle à seize points	2018
<i>Vibidia duodecimguttata</i>	Coccinelle à douze points	2018
<i>Exomias pellucidus</i>	Charençon	2017
<i>Cetonia aurata</i>	Cétoine dorée (la)	2021
<i>Valgus hemipterus</i>	Cétoine punaise	2017
<i>Stenus</i>	Staphylin	2017
<i>Ctenopus sulphureus</i>	Cistèle jaune	2021

Nom scientifique	Nom vernaculaire	dernière mention
HYMENOPTERES		
<i>Anthidium sp</i>	Abeille cotonnière	2021
<i>Apis mellifera</i>	Abeille domestique	2018
<i>Xylocopa violacea</i>	Abeille charpentière	2020
<i>Lasioglossum leucozonium</i>	Lasioglosse à bandes blanches	2018
<i>Lasioglossum morio</i>	Lasioglosse vert sombre	2017
<i>Megachile</i>	Abeille solitaire	2018
<i>Philanthus triangulum</i>	Philanthe apivore	2018
<i>Chrysis</i>		2018
<i>Holopyga amoenula</i>		2018
<i>Eupelmus</i>		2018
<i>Gasteruption</i>		2017
<i>Lasius neglectus</i>	Fourmi envahissante des jardins	2018
<i>Lasius niger</i>	Fourmi noire des jardins	2018
<i>Lasius platythorax</i>	Fourmi noire des jardins	2018
<i>Myrmica scabrinodis</i>	Fourmi noire des jardins	2018
<i>Tetramorium</i>	Fourmi noire des jardins	2019
HEMIPTERES		
<i>Aelia acuminata</i>	Punaise à tête allongée	2018
<i>Campyloneura virgula</i>	Miridae	2018
<i>Dicranotropis hamata</i>	Delphicidae	2018
<i>Dolycoris baccarum</i>	Punaise des baies	2017
<i>Eupelix cuspidata</i>	Cicadelle	2017
<i>Euscelis</i>	Cicadelle	2017
<i>Graphosoma italicum</i>	Graphosome italien	2021
<i>Heterotoma planicornis</i>	Miridae	2018
<i>Javesella pellucida</i>	Delphicidae	2017
<i>Lamprotettix nitidulus</i>	Cicadelle	2018
<i>Leptopterna dolabrata</i>	Miridae	2017
<i>Megaloceroea relicticornis</i>	Miridae-Punaise verte à antennes droites	2018
<i>Nabis</i>	Nabidae	2017
<i>Nysius graminicola</i>	Lygaeidae	2017
<i>Orius</i>	Anthocoridae	2018
<i>Orthotylus</i>	Miridae	2018
<i>Palomena prasina</i>	Punaise verte	2018
<i>Philaenus spumarius</i>	Philène spumeuse	2017
<i>Pyrrhocoris apterus</i>	Gendarme	2017
<i>Stenodema laevigata</i>	Miridae	2017
<i>Stenodema sericans</i>	Miridae	2017
<i>Stictocephala bisonia</i>	Cicadelle bison	2017
DIPTERES		
<i>Camarota curvipennis</i>	Chloropidae	2018
<i>Culex</i>	Moustiques	2018
<i>Meromyza</i>	Chloropidae	2018
<i>Neomyia</i>	Mouche verte	2019
<i>Pachygaster leachii</i>	Mouche soldat	2018
<i>Paraclusia tigrina</i>	Mouche jaune	2017
<i>Peplomyza litura</i>	Lauxaniidae	2018
<i>Sepsis punctum</i>	Sepsidae	2018
<i>Thaumatomyia notata</i>	Chlorops gregaire	2018
<i>Toxoneura muliebris</i>	Palloptère jolie	2018

AUTRES INVERTEBRES

Les relevés ARB 2016-2018 font mention de 18 espèces d'arachnides, 4 de crustacés terrestres 2 myriapodes et 3 mollusques dans la litière en toiture. L'analyse de la macrofaune épigée du sol (Sol&Co 2021) conclut à des communautés plus diversifiées mais aussi abondantes sous le boisement que sous les prairies (voir annexe 2). Sur les façades, des Escargots petit-gris et des Escargots des jardins bénéficient des abris formés par les décalages des blocs de béton. L'enrichissement des couvre-sols en pied de bâtiment et de lierre en façade leur serait bénéfique.



Escargot petit-gris sur la façade – AH septembre 2020.

Nom scientifique	Orde	obs
<i>Enoplognatha latimana</i>	arachnida	2017
<i>Enoplognatha mordax</i>	arachnida	2017
<i>Leiobunum</i>	arachnida	2016
<i>Mangora acalypha</i>	arachnida	2018
<i>Neottiura bimaculata</i>	arachnida	2017
<i>Pardosa proxima</i>	arachnida	2017
<i>Philodromus cespitum</i>	arachnida	2018
<i>Pseudeuophrys</i>	arachnida	2018
<i>Sardinidion blackwalli</i>	arachnida	2017
<i>Tegenaria</i>	arachnida	2016
<i>Tenuiphantes</i>	arachnida	2018
<i>Tetragnatha</i>	arachnida	2017
<i>Xysticus</i>	arachnida	2017
<i>Zygiella</i>	arachnida	2017
<i>Armadillidium nasatum</i>	crustacés	2018
<i>Porcellio scaber</i>	crustacés	2018
<i>Porcellionides pruinosus</i>	crustacés	2017
<i>Trachelipus rathkii</i>	crustacés	2017
<i>Lithobius</i>	myriapodes	2018
<i>Polydesmus</i>	myriapodes	2018
<i>Cepaea hortensis</i>	mollusques	2016
<i>Cornu aspersum</i>	mollusques	2021
<i>Oxychilus</i>	mollusques	2017
relevés ARB 2016-2018		

REPTILES :

Une seule espèce de reptile a été contactée : le Lézard des murailles. (*Podarcis muralis*).

Seul un individu a été observé, à une unique reprise, en insolation sur la façade de la traverse Jules-Guesde (PR et AH juillet 2019).

Ce Lézard, protégé en France au titre de l'arrêté du 8 janvier 2021⁵ et inscrit à l'annexe IV de la Directive Habitat⁶, constitue un enjeu de conservation sur le site. Il est en déclin dans la petite couronne francilienne. La raréfaction des vieux murs non restaurés et l'emploi de matériaux architecturaux lisses le privent des fissures, failles et micro-cavités minérales indispensables à sa reproduction.



Lézard des murailles - Adobestock

Bien que la façade offre de très nombreuses anfractuosités qui pourraient lui être tout à fait propices, le jointoiment des blocs sur les premiers mètres, destiné à empêcher l'escalade du bâtiment, rend le mur inhabitable pour ce Lézard. Le développement de plantes grimpantes à crampons (Lierre) améliorera les conditions d'accueil de ce reptile. De plus, l'espèce affectionne les stations spontanées de vieux murs végétalisés fréquentés par les insectes qui constituent ses proies. Le développement de végétation saxicole florifère ne pourra, à terme, que lui être bénéfique.

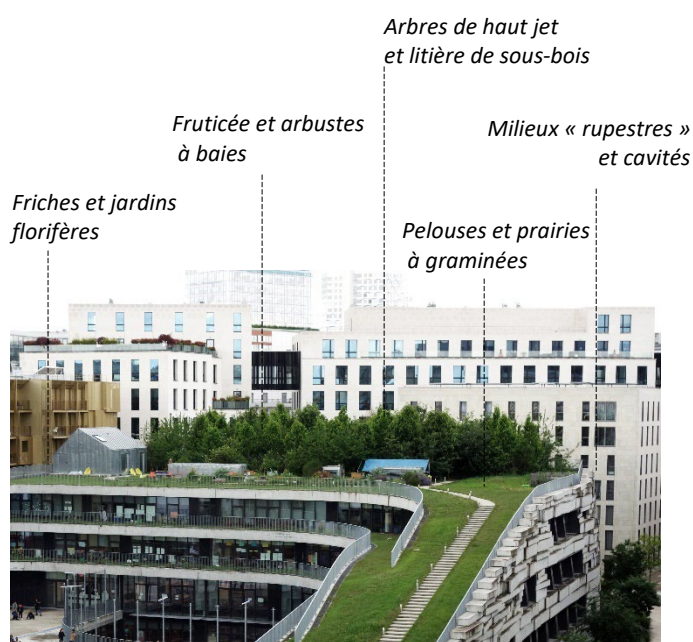
⁵ Arrêté du 8 janvier 2021 fixant la liste des amphibiens et des reptiles représentés sur le territoire métropolitain protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection, NOR : REL2034632A, JO, 11 février. L'article 2 de l'arrêté étend la protection des espèces à leur habitat

⁶ Directive 92/43/CEE concernant la conservation des habitats naturels ainsi que des espèces de faune et de la flore sauvages

OISEAUX

Les inventaires 2019 – 2021 ont révélé la présence de 20 espèces d'oiseaux, dont 13 sont protégées en France⁷. Il s'agit d'un cortège typique des parcs et jardins. Certaines espèces nichent sur les façades ou les arbres du boisement de la toiture, d'autres utilisent le site pour se nourrir ou pour une escale migratoire et quelques-unes ne font que le survoler. Parmi les nicheurs avérés ou probables sur le site, deux sont inscrits comme Nicheur vulnérable en liste rouge UICN⁸ : Le Moineau domestique en Ile-de-France et le Chardonneret élégant en France. Tous deux représentent des enjeux de conservation sur le site.

Cette diversité élevée pour un site par nature très fréquenté, en secteur urbain assez dense, s'explique par la variété des milieux développés sur le bâtiment et les ressources qu'ils offrent aux oiseaux pour la nourriture et la reproduction :



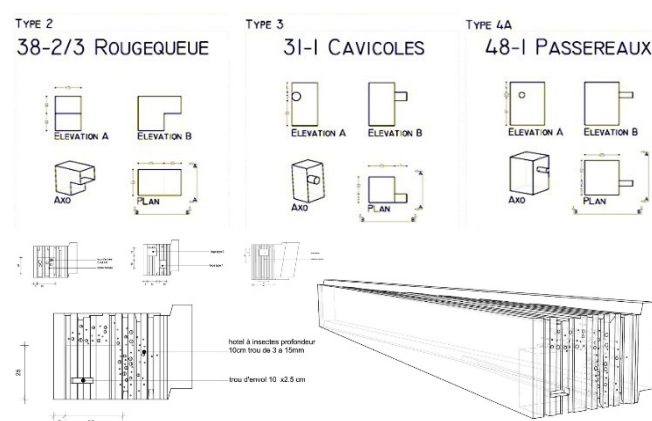
Vue du bâtiment depuis le lycée Simone Veil – AH mai 2019

⁷ Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. JORF du 5 décembre 2009

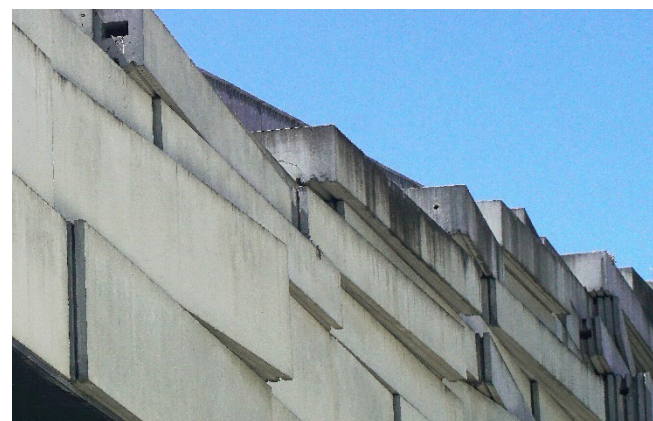
⁸ Liste Rouge des espèces menacées en France : Oiseaux nicheurs de France Métropolitaine. UICN-MNHN – SEOF – ONCFS 2016 / Réactualisation de la Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs d'Ile-de-France 2018

Des cavités ont été réservées à l'extrémité de nombreux blocs de béton de la paroi du bâtiment afin d'y aménager des dizaines de nichoirs. Disposés sur toutes les façades, à différentes hauteurs et expositions, plusieurs types de nichoirs ont été ainsi constitués :

- Nichoirs à passereaux avec des trous d'envol de 28, 30 et 32 mm destinés aux Mésanges bleues, Mésanges charbonnières et Moineaux domestiques ;
- Nichoirs semi-ouverts de petite taille pour les Rougequeues noirs accompagnés de quelques grands nichoirs pour Faucons crécerelles ;
- Nichoirs spécifiques pour Martinets noirs.



Détails de l'intégration des nichoirs dans les blocs de béton – ChartierDalix, AEU et Aurélien Huguet 2011.



Façade nord-est / nichoirs avec trous d'envol sud-est fréquentés par les mésanges – AH juin 2019.

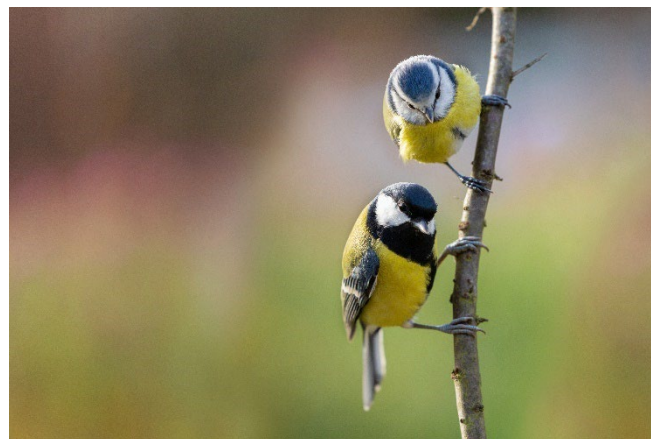
En complément, les façades sont partiellement végétalisées de flore des parois et de plantes grimpantes (seul le Lierre grimpant, prévu initialement en faveur du Troglodyte mignon, n'a été implanté qu'en 2021).

OISEAUX CAVICOLES

Les passereaux les plus faciles à observer toute l'année sur l'école sont sans conteste les **Mésanges bleues** (*Cyanistes caeruleus*) et **charbonnières** (*Parus major*). Actives et très agiles, elles sont sans cesse en mouvement à la recherche de leur nourriture. Affectionnant les bois de feuillus, elles cherchent à la belle saison les invertébrés en hauteur dans les arbres du bosquet. En saison inter-nuptiale, l'espèce devient granivore et frugivore et se nourrit principalement sur la fruticée, les jardins pédagogiques et la friche vivace. Ces nicheurs cavernicoles sont les plus présents sur les façades : un couple de Mésange charbonnière et un à deux couples de Mésange bleue sont observés tous les ans depuis 2018 dans les nichoirs orientés nord-est des façades sud-est et sud-ouest du bâtiment, à des hauteurs d'environ 10 à 12 mètres.

Le **Rougequeue noir** (*Phoenicurus ochruros*) s'est adapté au milieu urbain où les façades et toitures lui offrent des habitats de substitution à ses falaises naturelles. Il recherche pour nicher toutes sortes d'anfractuosités plus ou moins ouvertes, le plus souvent protégées par un surplomb qui le confine, à l'image des nichoirs semi-ouverts intégrés aux façades à son intention. Depuis 2019 un couple est observé tout au long de la belle saison. Cet insectivore spécialisé dans les milieux ouverts trouve en toiture près de 2 000 m² de milieux favorables. Il est très vraisemblable que le Rougequeue noir niche dans un site protégé qui échappe à la vue de l'observateur. Le mâle se positionne toujours à l'angle nord-est du bâtiment, posé en évidence au sommet des blocs de façade ou des garde-corps, d'où il émet ce chant si caractéristique aux sonorités de papier froissé, capable de percer le bruit de la ville.

Le **Moineau domestique** (*Passer domesticus*) est régulièrement observé en toiture. Des couples et des jeunes volants sont observés en pied de bâtiment (AH mai et juin 2020 et PR juin 2021). De plus, un poussin mort a été découvert en juin 2021 sur les blocs de la façade sud-est du bâtiment. Il conviendra de poursuivre les observations pour identifier des éventuels nichoirs occupés par l'espèce.



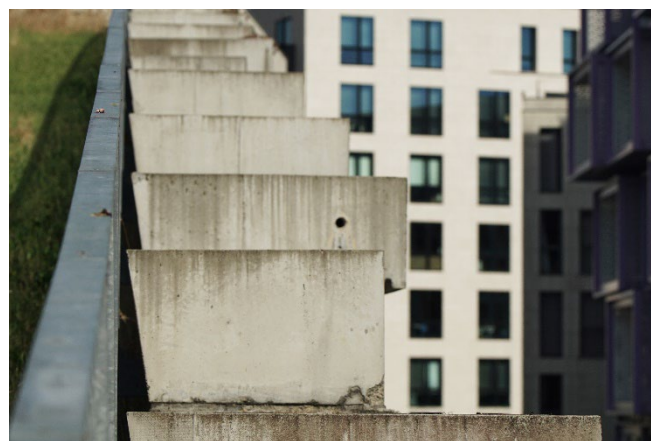
Mésange bleue (en haut) et charbonnière (en bas) – Adobestock



Flore spontanée devant un trou d'envol sud-est – AH juin 2021.



Rougequeue noir mâle – Adobestock



Perchoir habituel du Rougequeue noir - AH juin 2019

OISEAUX DU BOIS

Le **Merle noir** (*Turdus merula*) est sans doute l'espèce la plus visible dans le bois où l'on peut l'observer en toute saison. Les merles fouillent le sol, grattent la litière et retournent les feuilles à la recherche de lombrics et autres invertébrés. En automne, ils picorent également les fruits des Sorbiers, Cormiers, Merisiers ou Pommiers sauvages du bosquet. Bien que jeunes et adultes aient été observés à de nombreuses reprises, les indices de reproduction font défaut. La situation est comparable pour le **Rougegorge familier** (*Erithacus rubecula*) qui est quelquefois rencontré dans le bois sans que des comportements territoriaux soient observés pour autant. Le travail de restauration du sous-bois (sol, litière et couvert végétal) devra être poursuivi afin que ces deux espèces exploitent pleinement le site et viennent s'y reproduire.

Le houpier des arbres est également fréquenté par les Mésanges bleues et charbonnières qui nichent dans les façades, ainsi que par le **Pinson des arbres** (*Fringilla coelebs*). Ce joli passereau peu farouche nichait en 2019 dans les arbres en pied de bâtiment. Observé trois étés de suite sur le bois de la toiture, il est possible qu'il y niche un jour. Le **Pigeon ramier** (*Columba palumbus*), également nommé « Palombe », est le plus grand pigeon d'Europe. Sa grande taille, la teinte rosée de sa poitrine et les taches blanches qui ornent la base de son cou permettent de le distinguer facilement du Pigeon biset urbain qui fréquente les parois minérales du bâtiment. Contrairement à ce dernier, le Pigeon ramier est une espèce de milieux arborés. Il se réfugie la nuit dans les branches des arbres de haut jet. Sur le bois de la toiture, il niche tous les ans depuis 2019, où son grand nid en forme de coupelle constituée de brindilles est bien visible à 3 ou 4 mètres de hauteur dans un Erable champêtre.



Rougegorge familier- Adobestock



Merle noir- Adobestock



Pigeon ramier construisant son nid – Adobestock



Pinson des arbres - Adobestock



Pigeons ramiers au nid dans le bois de la toiture – AH juillet 2019

OISEAUX DE LA LISIERE

Le Chardonneret élégant (*Carduelis carduelis*) est un très beau passereau à la livrée colorée évoquant un oiseau exotique. Bien que commun, ce nicheur est maintenant classé comme Vulnérable en France et Quasi-menacé en Ile-de-France. Le territoire de nidification doit répondre à deux exigences : comporter des arbustes élevés ou des arbres pour le nid et une strate herbacée dense riche en graines diverses pour l'alimentation ; conditions toutes deux rencontrées sur la toiture. Au printemps 2019 un mâle se positionnait pour chanter au sommet des arbres en pied de bâtiment. En 2020, c'est sur la toiture que l'on pouvait le voir chanter : sur les rampantes des balcons de R+2 et R+3, ainsi qu'au sommet des Tilleuls du boisement. Strictement granivore, il se nourrit des graines de la prairie, mais a surtout été observé en lisière du boisement où jardin pédagogique, friche et ourlet lui fournissent des graines variées.

La Fauvette à tête noire (*Sylvia atricapilla*) a elle aussi été observée en lisière du bois (AH juin 2019). La Fallopie en façade nord-ouest du bâtiment accueillait un mâle chanteur, mais cette fauvette n'a jamais été revue depuis.

L'Accenteur mouchet (*Prunella modularis*) y a également été observé pour la première fois en juin 2021. A l'avenir, avec l'enrichissement du sous-bois (couvre-sols, BRF, litière) et le développement des buissons de la fruticée, le site pourrait devenir favorable à sa reproduction.



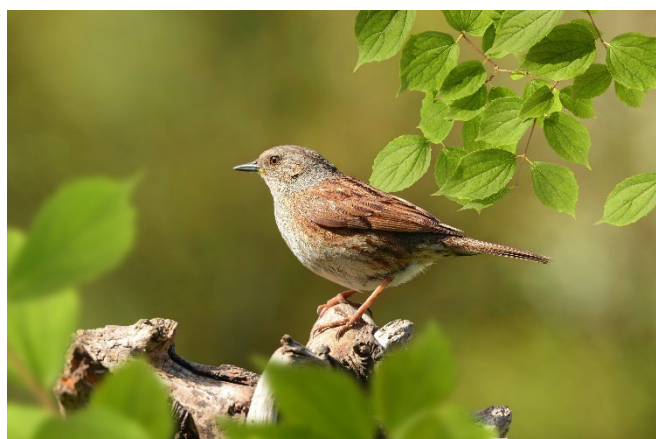
Chardonneret élégant – Adobestock



Balcons utilisés comme perchoirs par le mâle chanteur de Chardonneret élégant – AH 15 mai 2020.



Site de nourrissage du chardonneret élégant et de la Fauvette à tête noire – AH juin 2019



Accenteur mouchet – Adobestock



Fauvette à tête noire, mâle chanteur – Adobestock

OISEAUX DE PASSAGE

Un petit groupe d'**Orites à longue queue** (*Aegithalos caudatus*) a pu être observé pour la première fois sur la toiture fin septembre 2021 (PR). En dehors des périodes de reproduction elles forment des groupes composés de plusieurs familles qui se déplacent à la recherche de nourriture. Elles parcourent les bois de feuillus ou les boisements mixtes à la recherche d'invertébrés. Le bosquet leur offre une ressource occasionnelle. Très actives, elles se suspendent souvent tête en bas, tenues par une seule patte et explorent les troncs, les feuilles et les rameaux pour déloger leurs proies à l'aide de leur bec fin.

Le **Faucon crécerelle** (*Falco tinnunculus*) n'a pour l'heure pas investi les nichoirs disposés à son intention en façade. Mais il a été observé à plusieurs reprises depuis 2019. En mai 2020, un individu volait bas au-dessus de la prairie avant d'adopter un vol stationnaire (position caractéristique de « Saint Esprit »), témoignant d'un intérêt pour la toiture comme site de chasse.

Des groupes d'une quinzaine de **Martinets noirs** (*Apus apus*) ont été observés volant bas et trillant au-dessus du bâtiment (AH 2020 et 2021), mais les nichoirs qui leur sont destinés n'ont pour l'heure jamais été occupés. Un unique individu d'**Hirondelle de fenêtre** (*Delichon urbicum*) a été observé (AH 2020) chassant sur la prairie de la toiture.

Des petits groupes d'**Etourneau sansonnet** (*Sturnus vulgaris*) fréquentent parfois la toiture, notamment en automne lorsqu'ils se nourrissent sur les nombreux arbres à fruits ou à baies de la fruticée du bosquet : Aubépine, Cormier, Cornouiller, Merisier, Pommier sauvage, Prunellier, Prunier myrobolan, Sorbier, Viornes. Le **Pie bavarde** (*Pica pica*) et la **Corneille noire** (*Corvus corone*) explorent parfois le bois, les jardins pédagogiques et les prairies en quête de nourriture.

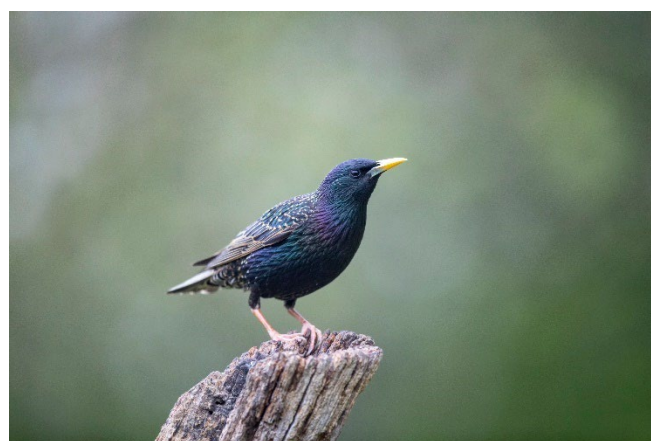
La **Perruche à collier** (*Psittacula krameri*), grande perruche verte d'origine asiatique devenue envahissante en Ile-de-France, a été observée à plusieurs reprises volant au-dessus du bâtiment (AH et PR 2020 et 2021) mais ne semble pas y avoir établi ses quartiers.



Mésange à longue queue - Adobestock



Faucon crécerelle - Adobestock



Etourneau sansonnet - Adobestock



Perruche à collier – Adobestock

SYNTHESE OISEAUX

20 espèces d’oiseaux ont été recensées sur le site.

Nom français	Nom scientifique	Rareté reg			Listes rouges		PN (3)	Dernière mention	Statut reproducteur sur le site
		N	M	H	IdF (2a)	Fr (2b)			
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>	TC	TC	TC	NT	LC	art.3	2021	Nicheur possible bois
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	C	C	C	NT	VU	art.3	2021	Nicheur probable bois
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	TC	TC	TC	LC	LC	cha	2021	Non nicheur
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	TC	TC	TC	LC	LC		2021	Non nicheur
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	PC	PC	PC	NT	NT	art.3	2020	Non nicheur
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	TC	TC	R	LC	LC	art.3	2019	Nicheur possible bois
Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbicum</i>	C	C		NT	NT	art.3	2020	Non nicheur
Martinet noir	<i>Apus apus</i>	TC	TC	-	LC	NT	art.3	2021	Non nicheur
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	TC	TC	TC	LC	LC		2021	Nicheur possible bois
Mésange à longue queue	<i>Aegithalos caudatus</i>	C			NT	LC	art.3	2021	Non nicheur
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>	TC	TC	TC	LC	LC	art.3	2021	Nicheur certain façade
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	TC	TC	TC	LC	LC	art.3	2021	Nicheur certain façade
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	TC			VU	LC	art.3	2021	Nicheur probable façade
Perruche à collier	<i>Psittacula krameri</i>	PC			NA			2020	Non nicheur
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	TC			LC	LC		2021	Non nicheur
Pigeon biset domestique	<i>Columba livia</i>	C	TC	TC	LC			2021	Nicheur probable façade
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	TC	TC	TC	LC	LC		2021	Nicheur certain bois
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	TC	TC	TC	LC	LC	art.3	2021	Nicheur possible bois
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	TC	TC	TC	LC	LC	art.3	2021	Nicheur possible bois
Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i>	TC	TC	R	LC	LC	art.3	2021	Nicheur probable façade

LEGENDES :

(1) CORIF (2017) Atlas des oiseaux d'Ile-de-France (2009-2014).

Statut biologique

N : espèce nicheuse
M : espèce migratrice
H : espèce hivernante
S : sédentaire

Degré de rareté :

Nicheur :
O : occasionnel
TR : très rare, de 1 à 20 couples
R : rare, de 21 à 200 couples
PC : peu commun, de 201 à 2000 couples
C : de 2001 à 20 000 couples
TC : de 20 001 couples à 100 000 couples

Migrateur et hivernant
O : occasionnel
TR : très rare, de 1 à 50 individus
R : rare, de 51 à 500 ind.
PC : peu commun, de 501 à 5 000 ind.
C : commun, de 5 001 à 50 000 ind.
TC : très commun, de 50 001 à 250 000 ind.

(2a) Liste Rouge des espèces menacées en France : Oiseaux nicheurs de France Métropolitaine. UICN-MNHN – SEOF – ONCFS 2016
(2b) Réactualisation de la Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs d'Ile-de-France 2018 :

Espèces menacées de disparition de France
CR : En danger critique d'extinction
EN : En danger
VU : Vulnérable
RE : Espèce éteinte en métropole

Autres catégories :
NT : Quasi menacée
LC : Préoccupation mineure
DD : Insuffisamment documenté
NA : Non applicable

(3) Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. JORF du 5 décembre 2009

CHIROPTERES

La **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) – bien qu'étant la plus commune de France – est une espèce **Quasi-menacée d'extinction** aux échelles régionale et nationale, protégée en France et inscrite en annexe IV de la Directive européenne Habitat Faune Flore.

La Pipistrelle commune est une espèce opportuniste qui peut fréquenter les secteurs densément urbanisés. Elle a été identifiée sur tous les points d'écoute au cours de chaque session (2019 et 2021).

Elle chasse sur la toiture de l'école ainsi que dans les jardins et allées la bordant. Sur les 3 sessions, l'espèce a émis des **cris sociaux**. Ce comportement peut signifier la présence proche de gîte de mise bas. En effet, il n'est pas rare en contexte urbain que la Pipistrelle commune gîte dans des anfractuosités du bâti. A ce titre, les façades, composées de blocs de béton non jointifs présentent toute une variété d'interstices de quelques centimètres qui lui sont favorables. Des recherches plus poussées permettraient peut-être de préciser son utilisation des façades pour le gîte. L'espèce a montré **une activité de chasse assez intense**, notamment en septembre, où elle a été présente toute la nuit dans les espaces ceinturant le bâtiment ainsi que sur la toiture.

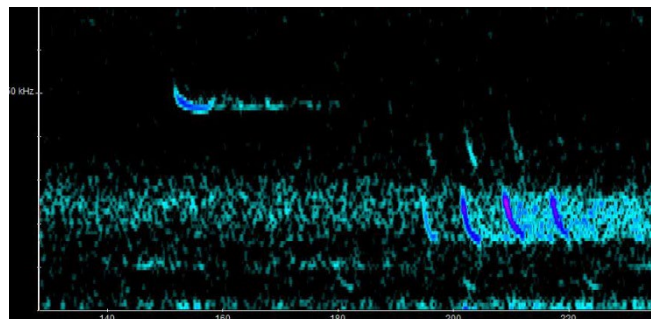
A la différence des autres espèces identifiées, la **Pipistrelle commune exploite réellement le site** pour y trouver ses ressources.

La **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) est une chauve-souris comparable à la Pipistrelle commune même si elle reste peu présente au nord de la France. L'espèce a été contactée lors des 3 sessions (2019 et 2021). Le manque de séquences de chasse et la faible activité atteste du peu d'intérêt de cette espèce pour le site.

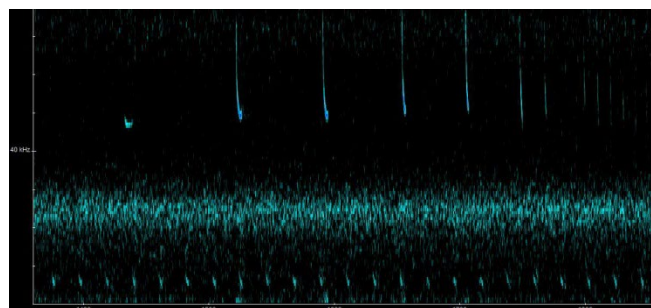
La **Pipistrelle de Nathusius** (*Pipistrellus nathusii*) fréquente principalement les milieux humides boisés et ne gîte pas sur le site : c'est une espèce migratrice qui n'a été contactée qu'en 2021. Un contact en juin et quelques contacts en septembre 2021 ont été relevés au point Z1 posé sur le toit de l'école. Sa faible activité ainsi que son activité de transit dénotent sa faible attirance pour le site.



Pipistrelle commune – Photo : Adobestock



Crises sociales de Pipistrelle commune – Ecolo GIE 2021



Crises sonar de Pipistrelle commune avec phase de chasse « buzz » – Ecolo GIE 2021

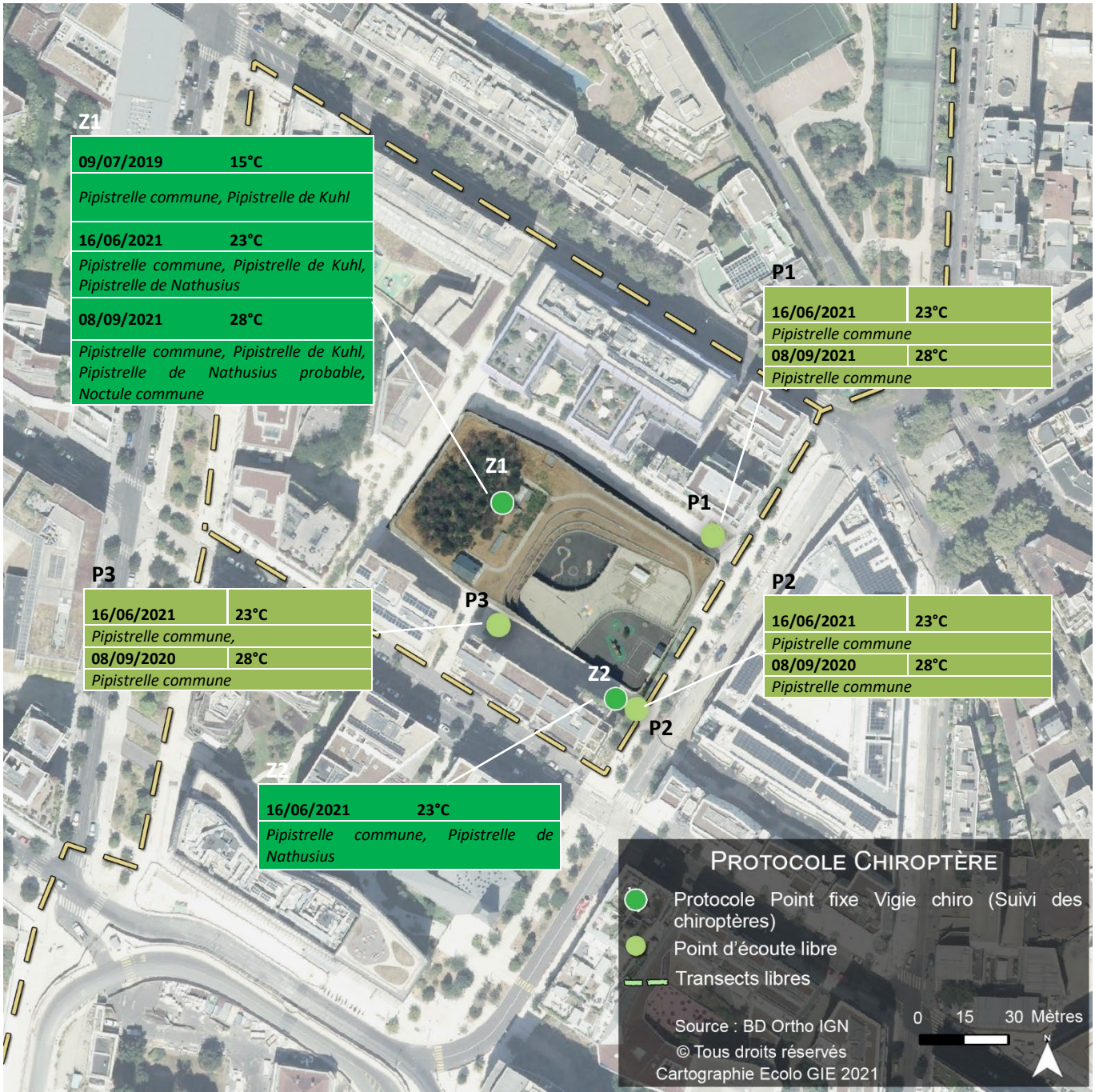
La **Noctule commune** (*Nyctalus noctula*) est inféodée aux espaces forestiers ; elle gîte en été dans des cavités arboricoles, préférentiellement les cavités creusées par les Pics à une dizaine de mètres de haut. Il est possible, en contexte urbain, qu'elle colonise des platanes. Sur la zone d'étude, elle a montré une activité de transit (enregistreur Z1). Il y a eu très peu de contacts, localisés en tout début de nuit et en fin de nuit. La zone d'étude se situe sur l'axe de déplacement de la Noctule commune de son gîte vers son site de chasse.

SYNTHESE CHIROPTERES :

Périodes d’inventaires 2019 - 2021

Date	Ecologue	Météo	Vigie chiro « Point fixe »	Prospections Libres
09/07/2019	Amandine DOUILLARD et Aurélien HUGUET	favorable	Vigie Chiro (Z1)	
14/09/2020	Amandine DOUILLARD	favorable		Recherche de gîte
16/06/2021	Amandine DOUILLARD	favorable	Vigie Chiro (Z1 et Z2)	Points fixes et transects
24/06/2021	Aurélien HUGUET	favorable		Recherche de gîte
08/09/2021	Amandine DOUILLARD	favorable	Vigie Chiro (Z1)	Points fixes et transects

Prospections Ecolo GIE 2019 - 2021 sur la zone d'étude



Au total, 4 espèces de chiroptères fréquentent de manière certaine le site de l'école et ses alentours proches.

- Toutes les espèces sont protégées en France au titre de l'arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection, et toutes sont a minima inscrite à l'annexe IV de la Directive Habitats,
- Toutes sont déterminantes de ZNIEFF en Ile-de-France,
- 3 espèces présentent un statut de conservation défavorable (NT / VU / CR / EN) en France, et 4 en Île-de-France. La Noctule commune est considérée comme **VULNÉRABLE** en Île-de-France et **Quasi-menacée** en France. La Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Nathusius sont également **Quasi-menacées** en France et à l'échelle régionale.
- 2 sont considérées comme « Peu commune » à l'échelle départementale.

Tandis que les autres espèces ne sont notées qu'en transit, la Pipistrelle commune présente une activité de chasse régulière sur le site.

Nom scientifique	Nom commun	PN (1)	LR Fr (2)	LRR (3)	DHFF. (4)	ZNIEFF IDF (5)	Rareté 92 (6)	Écolo GIE	Activité
<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	X	VU	NT	An. IV	X	PC	2021	Transit
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	X	NT	NT	An. IV	X	AC	2019 2021	Chasse
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	X	LC	LC	An. IV	X	AC	2019 2021	Transit
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	X	NT	NT	An. IV	X	PC	2021	Transit

Espèces recensées en 2019 et 2021 sur la zone d'étude

LEGENDE :

(1): Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection - NOR:DEVN0752752A - JORF n°108 du 10 mai 2007

(2): UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS (2017). La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France Catégories UICN / (3) : LOÏS G., JULIEN J.-F. & DEWULF L., 2017. Liste rouge régionale des chauves-souris d'Ile-de-France. Pantin : Natureparif. 152 p

CR : EN DANGER CRITIQUE D'EXTINCTION

EN : EN DANGER

VU : VULNERABLE

Autres catégories :

RE : Espèce éteinte en métropole

NT : QUASI MENACEE (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)

DD : Insuffisamment documenté

(4) Directive 92/43/CEE concernant la conservation des habitats naturels ainsi que des espèces de faune et de la flore sauvages. L'annexe IV fixe la liste des espèces protégées au niveau européen

(5) : Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel (CSRPN IDF) et Direction Régionale de l'Environnement d'Ile de- France (2018) Guide méthodologique pour la création de Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) en Ile-de-France. Cachan, éditions DIREN IDF /

- Z : déterminante de ZNIEFF

- Z* : espèce déterminante de ZNIEFF sous condition

(6) : Plan National d'Actions Chiroptères – source : Arthur L., Lemaire M., 2015.

TR : Espèce Très rare

R : Espèce Rare ou Assez rare

PC : Espèce Peu commune ou localement commune

C : Espèce Assez commune à Très commune

CONCLUSIONS

BIODIVERSITÉ :

Sur le Groupe scolaire de Boulogne, l'accueil de la biodiversité a été tout de suite clairement défini comme l'objectif principal de l'aménagement des surfaces extérieures du bâtiment. Les milieux à mettre en œuvre (prairie de fauche, ourlet prairial, lisière de fruticée, boisement de feuillus, cortège des parois et vieux murs) ont dicté les orientations d'aménagement. Ces milieux offrent une potentialité de biodiversité incomparable par rapport à celle des aménagements de toitures végétalisées extensives ou semi-intensives habituelles tant en termes de diversité spécifique, de biomasse, de complexité des cortèges biologiques et d'intérêt patrimonial des habitats et des espèces. Mais ils impliquent des restrictions d'usage, des inventions architecturales et des modalités de mises en œuvre originales qui font appel à une culture de la biologie de la conservation, et à des techniques de génie écologique. Des choix sont faits, qui favoriseront certaines espèces au détriment d'autres. Ils doivent être guidés par le suivi effectif de la biodiversité du site.

Depuis sa construction, l'école a fait l'objet d'une très forte pression d'observation de 2016 à 2021, avec un total de 856 observations reportées par une dizaine d'observateurs. Ces inventaires poussés réalisés sur des groupes variés ont permis de recenser 207 espèces végétales et 138 animales.

Avec 345 espèces recensées, la biodiversité du bâtiment est comparable à celle d'un parc urbain.

	obs	esp
Flore	591	207
Faune	265	138
Lépidoptères	17	8
Hyménoptères	24	16
Coléoptères	27	19
Orthoptères	11	7
Odonates	9	5
Autres insectes	51	33
Autres taxons invertebrés	33	25
Reptiles	1	1
Oiseaux	80	20
Chiroptères	12	4
Total	856	345

Synthèse des inventaires 2016-2021

Cependant, le turn-over important témoigne de l'évolution des cortèges en lien avec la genèse de ces milieux créés par l'homme : c'est d'abord la flore implantée volontairement par les opérations de maîtrise d'œuvre qui est visible. Puis de nombreuses espèces végétales spontanées, pionnières adventices, ubiquistes colonisent le site et tentent leur chance les premières années dans les niches écologiques vacantes, augmentant d'autant la diversité observable. Puis vient le temps de la sélection par compétition, réduisant la flore aux espèces capables de se maintenir. Enfin ces milieux stabilisés, c'est le temps qui permet la diversification des cortèges, par les colonisations spontanées ou par des actions d'aménagement et de gestion en faveur de la biodiversité.

Pour la faune, ce sont bien sûr les individus à capacité de déplacement aérien qui ont le plus facilement colonisé ce site perché à 14 mètres de haut.

Chaque saison apporte de nouvelles observations inédites, mais les faibles effectifs ou occurrences d'observation témoignent de la fragilité de ces écosystèmes qu'il convient de continuer à accompagner et renforcer.

GESTION :

Les actions entreprises sur la prairie sont enthousiasmantes. Les méthodes de fauches traditionnelles et de fleur de foin sont l'occasion d'actions collectives enrichissantes et les premiers résultats sont déjà tangibles. Le suivi biologique à n+1 démontre la complexification du profil pédologique par l'apparition d'un horizon superficiel humique issu de la décomposition du foin, un enrichissement des cortèges de vivaces des prairies avec l'installation de onze espèces venues de la prairie donneuse, ainsi que des premiers indices d'évolution de l'entomofaune avec l'apparition d'une petite population d'Argus bleu, qui trouve maintenant sur la parcelle restaurée les principales plantes hôtes de sa chenille. Dans les prochaines années, la prairie sera fauchée à la période traditionnelle de fenaison (mi-juin). L'expérience pourra se généraliser à la partie nord de la prairie, avec cette fois une préparation hivernale et un « enherbement direct » réputé plus efficace encore. Le boisement, bien que stable, peut encore être largement amélioré. Les connaissances sur la vie des sols en contexte urbain ont évolué depuis la livraison du bâtiment tout comme les filières de distribution de plantes indigènes. Le moment est venu de réaliser des coupes de dépression et des abatages sélectifs pour laisser « respirer » les arbres choisis. Afin d'accroître l'intérêt du bosquet pour la faune, le sous-bois devra être enrichi par l'apport de bois raméal fragmenté et la plantation de vivaces couvre-sols indigènes.

Les jardins cultivés ont largement démontré leur intérêt, tant comme support de pédagogie que comme espaces porteurs de biodiversité. Leur développement en lisière ainsi que sur les balcons des R+2 et R+3 apportera plus de complexité encore à la toiture. On veillera cependant à minimiser l'impact sur les stations de *Filago germanica* sur les balcons.

Une autre originalité de ce bâtiment est l'utilisation des façades. Aménagées et partiellement végétalisées, elles sont un trait d'union entre les espaces de pleine terre et ceux des toitures. En escalier, elles viennent chercher la connexion avec le sol pour permettre aux plantes spontanées d'y faire escale, aux animaux non volants de l'escalader et aux oiseaux et insectes ailés d'exploiter leurs niches. Ces milieux sont soumis à des conditions abiotiques

sévères (stress hydrique, grande amplitude thermique journalière, faible disponibilité en substrat) auxquelles seules des espèces originales spécialisées sont capables de s'adapter. Il s'agit moins d'une continuité directe d'habitats que d'une complémentarité de milieux contigus. Les façades offrent également des ressources aux espèces rupicoles et micro-cavernicoles qui ont trouvé en ville des habitats de substitution à leurs parois et cavités originelles. Sur les parois, l'hétérogénéité des conditions favorise la cryptodiversité, celle qu'on ne voit pas : les associations de bactéries, de champignons et d'invertébrés qui vont directement influencer les conditions stationnelles. Dans un écosystème complexe, les milieux ont des âges et des durées de vies très variables. Nombre d'espèces exploitent simultanément des habitats à cycle de renouvellement rapide (prairies) pour se nourrir, et des habitats pérennes (cavités d'arbres ou failles minérales) pour nicher ou passer l'hiver. Ces gîtes n'apparaissent qu'après maturation des milieux. Elles sont les témoins de l'action du temps, particulièrement sur les façades des bâtiments où les matériaux traditionnels, en s'érodant, s'effritant, laissent peu à peu apparaître des failles, des fissures, des pierres disjointes entre lesquelles la vie, obstinée, tente peu à peu de s'installer. Dans les quartiers nouveaux où tous les aménagements sont réalisés sur une période restreinte, les espèces micro-cavernicoles ne trouvent pas spontanément de sites qui leur conviennent. Le temps n'est pas passé, les façades sont lisses et les arbres « tout neufs ». Seuls des aménagements spécifiquement créés pour les espèces de parois permettent de compenser la jeunesse et la pauvreté des surfaces disponibles. C'est dans cette optique qu'ont été conçus les aménagements de la façade du bâtiment. Et c'est pour prolonger cette démarche que des expériences d'implantation de substrat mimant le mortier dégradé des vieux murs, accompagnées de graines de la flore des parois franciliennes ont été mises en œuvre sur les façades.

Le suivi de l'évolution de ces milieux permettra de tirer des enseignements de ce bâtiment qui conservera sa vocation de laboratoire d'expérimentation du vivant en milieu urbain.

ANNEXES

ANNEXE 1- RELEVES FLORISTIQUES

Nom_taxon	Nom_vernaculaire	Stat1_Région	Projet_Ecole	Rar_Région	Dern_obs
<i>Acer campestre</i> L., 1753	Érable champêtre, Acéraille	Indigène	planté	CCC	2021
<i>Acer pseudoplatanus</i> L., 1753	Érable sycomore, Grand Érable	Eurynaturalisé	planté	CCC	2021
<i>Achillea millefolium</i> L., 1753	Achillée millefeuille, Herbe au charpentier,	Indigène	semée	CCC	2021
<i>Agrostis capillaris</i> L., 1753	Sourcils-de-Vénus	Indigène	semée	CC	2021
<i>Akebia quinata</i> Decne., 1839	Agrostide capillaire	Planté/cultivé	planté	.	2016
<i>Alcea rosea</i> L., 1753	Rose trémière, Passerose	Subspontané	planté	.	2017
<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds., 1762	Vulpin des champs, Queue-de-renard	Indigène		CC	2016
<i>Anisantha sterilis</i> (L.) Nevski, 1934	Brome stérile	Indigène		CCC	2021
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm., 1814	Cerfeuil des bois, Persil des bois	Indigène		CCC	2021
<i>Aphanes arvensis</i> L., 1753	Alchémille des champs, Aphane des champs	Indigène		C	2019
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L., 1753	Sabline à feuilles de serpolet, Sabline des murs	Indigène		C	2019
<i>Argentina anserina</i> (L.) Rydb., 1899	Potentille des oies	Indigène	semée ?	CC	2018
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl, 1819	Fromental élevé, Ray-grass français	Indigène	semée?	CCC	2021
<i>Artemisia annua</i> L., 1753	Armoise annuelle	Eurynaturalisé		R	2016
<i>Artemisia vulgaris</i> L., 1753	Armoise commune, Herbe de feu	Indigène		CCC	2016
<i>Asplenium adiantum-nigrum</i> L., 1753	Capillaire noir, Doradille noir	Indigène	planté	AR	2021
<i>Asplenium trichomanes</i> L., 1753	Capillaire des murailles, Fausse capillaire,	Indigène	planté	CC	2021
<i>Avena fatua</i> L., 1753	Capillaire rouge, Asplénie	Indigène		CC	2016
<i>Bellis perennis</i> L., 1753	Avoine folle, Havenon	Indigène		CC	2016
<i>Blackstonia perfoliata</i> (L.) Huds., 1762	Pâquerette	Indigène	semée?	CCC	2017
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P.Beauv., 1812	Chlorette, Chlore perfoliée	Indigène		AC	2021
<i>Briza media</i> L., 1753	Brachypode des bois, Brome des bois	Indigène	planté	CCC	2021
<i>Bromopsis erecta</i> (Huds.) Fourr., 1869	Brize intermédiaire, Amourette commune	Indigène	semée	AC	2021
<i>Bromopsis ramosa</i> (Huds.) Holub, 1973	Brome érigé	Indigène	semée	C	2021
<i>Bromus hordeaceus</i> L., 1753	Brome âpre	Indigène		AC	2017
<i>Bryonia cretica</i> subsp. <i>dioica</i> (Jacq.) Tutin, 1968	Brome mou	Indigène		CCC	2021
<i>Buddleja davidii</i> Franch., 1887	Racine-vierge	Indigène		CC	2018
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik., 1792	Buddleja du père David, Arbre à papillon, Arbre aux papillons	Eurynaturalisé		C	2021
<i>Cardamine hirsuta</i> L., 1753	Capselle bourse-à-pasteur, Bourse-de-capucin	Indigène		CCC	2016
<i>Carduus crispus</i> L., 1753	Cardamine hérissée, Cresson de muraille	Indigène		CCC	2017
<i>Carex flacca</i> Schreb., 1771	Chardon crépu	Indigène		C	2016
<i>Carex pendula</i> Huds., 1762	Laîche glauque, Langue-de-pic	Indigène	semée	CC	2021
<i>Carex sylvatica</i> Huds., 1762	Laîche à épis pendants, Laîche pendante	Indigène	planté	C	2017
<i>Carpinus betulus</i> L., 1753	Laîche des bois	Indigène	planté	CCC	2021
<i>Centaurea decipiens</i> Thuill., 1799	Charme, Charmille	Indigène	planté	CCC	2016
<i>Centaureum erythraea</i> Rafn, 1800	Centauree de Debeaux	Indigène	semée	CC	2021
<i>Centranthus ruber</i> (L.) DC., 1805	Petite centauree commune, Erythrée	Indigène		CC	2016
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill., 1799		Eurynaturalisé			2021
<i>Chelidonium majus</i> L., 1753	Centranthe rouge, Valériane rouge	Indigène	planté	R	2021
<i>Chenopodium album</i> L., 1753	Céraiste aggloméré	Indigène		CCC	2021
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop., 1772	Grande chélidoine, Herbe à la verrue, Éclair	Indigène		CCC	2017
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten., 1838	Chénopode blanc, Senousse	Indigène		CCC	2016
<i>Clematis vitalba</i> L., 1753	Cirse des champs, Chardon des champs	Indigène		CCC	2021
<i>Convolvulus arvensis</i> L., 1753	Cirse commun, Cirse à feuilles lancéolées, Cirse lancéolé	Indigène		CCC	2021
<i>Convolvulus sepium</i> L., 1753	Clématite des haies, Herbe aux gueux	Indigène		CCC	2017
<i>Cornus mas</i> L., 1753	Liseron des champs, Vrillée	Indigène		CCC	2021
<i>Cornus sanguinea</i> L., 1753	Liset, Liseron des haies	Indigène		CCC	2016
	Cornouiller mâle, Cornouiller sauvage	Indigène	planté	C	2021
	Cornouiller sanguin, Sanguine	Indigène	planté	CCC	2021

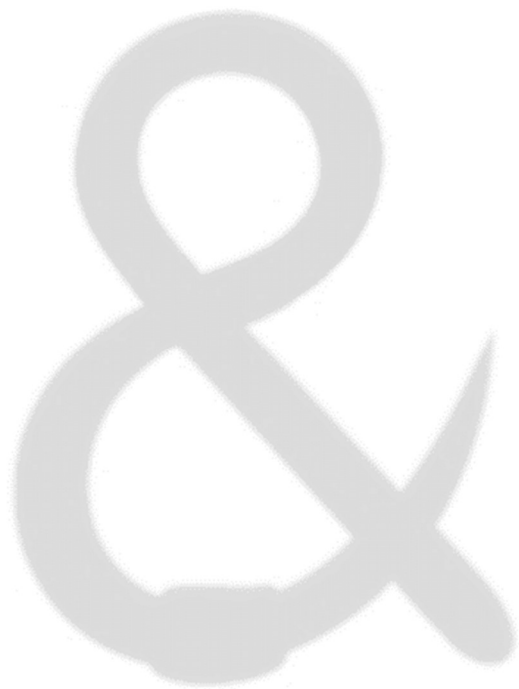
<i>Corylus avellana</i> L., 1753	Noisetier, Avelinier	Indigène	planté	CCC	2016
<i>Cota tinctoria</i> (L.) J.Gay ex Guss., 1844	Anthémis des teinturiers, Cota des teinturiers	Accidentel	semée	.	2021
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq., 1775	Aubépine à un style, Épine noire, Bois de mai	Indigène	planté	CCC	2021
<i>Crepis capillaris</i> (L.) Wallr., 1840	Crépide capillaire, Crépis à tiges capillaires	Indigène		CCC	2021
<i>Crepis setosa</i> Haller f., 1797	Crépide hérissée	Indigène		CC	2016
<i>Cyanus segetum</i> Hill, 1762	Barbeau	Indigène	semée	R	2016
<i>Dactylis glomerata</i> L., 1753	Dactyle aggloméré, Pied-de-poule	Indigène	semée ?	CCC	2021
<i>Daucus carota</i> L., 1753	Carotte sauvage, Daucus carotte	Indigène		CCC	2016
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv., 1812	Échinochloé Pied-de-coq, Pied-de-coq	Indigène		CCC	2018
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Desv. ex Nevski, 1934	Chiendent commun, Chiendent rampant	Indigène	semée ?	CCC	2017
		Eurynatural			
<i>Epilobium ciliatum</i> Raf., 1808	Épilobe cilié	isé		AR	2016
<i>Epilobium hirsutum</i> L., 1753	Épilobe hérissé, Épilobe hirsute	Indigène	planté?	CCC	2016
<i>Epilobium parviflorum</i> Schreb., 1771	Épilobe à petites fleurs	Indigène	planté?	CCC	2016
<i>Epilobium tetragonum</i> L., 1753	Épilobe à tige carrée, Épilobe à quatre angles	Indigène		CCC	2016
<i>Equisetum arvense</i> L., 1753	Prêle des champs, Queue-de-renard	Indigène		CCC	2018
		Eurynatural			
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Desf., 1804	Vergerette annuelle, Érigéron annuel	isé		C	2021
		Sténonatur			
<i>Erigeron bonariensis</i> L., 1753	Érigéron crépu	alisé		RRR	2016
		Eurynatural			
<i>Erigeron canadensis</i> L., 1753	Conyze du Canada	isé		CCC	2021
		Eurynatural			
<i>Erigeron sumatrensis</i> Retz., 1810	Vergerette de Barcelone	isé		C	2018
<i>Ervilia hirsuta</i> (L.) Opiz, 1852	Vesce hérissée, Ers velu	Indigène		CC	2016
<i>Euphorbia peplus</i> L., 1753	Euphorbe omblette, Essule ronde	Indigène		CC	2017
		Planté/culti			
<i>Fallopia baldschuanica</i> (Regel) Holub, 1971	Vrillée de Bal'dzhuan, Renouée	vé		.	2016
<i>Festuca rubra</i> L., 1753	Fétuque rouge	Indigène	semée	C	2021
<i>Filago germanica</i> L., 1763	Immortelle d'Allemagne	Indigène		R	2021
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim., 1879	Reine des prés, Spirée Ulmaire	Indigène	semée	CC	2016
<i>Fragaria vesca</i> L., 1753	Fraisier sauvage, Fraisier des bois	Indigène	planté	CCC	2021
<i>Galium album</i> Mill., 1768	Gaillet dressé	Indigène	semée	CCC	2021
<i>Galium aparine</i> L., 1753	Gaillet gratteron, Herbe collante	Indigène		CCC	2017
<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop., 1771	Aspérule odorante, Belle-étoile, Gaillet odorant	Indigène	planté	AR	2016
<i>Galium verum</i> L., 1753	Gaillet jaune, Caille-lait jaune	Indigène	semée	CC	2021
	Géranium découpé, Géranium à feuilles				2021
<i>Geranium dissectum</i> L., 1755	découpées	Indigène		CCC	
<i>Geranium molle</i> L., 1753	Géranium à feuilles molles	Indigène		CCC	2017
<i>Geranium pusillum</i> L., 1759	Géranium fluet, Géranium à tiges grêles	Indigène		CCC	2017
<i>Geranium pyrenaicum</i> Burm.f., 1759	Géranium des Pyrénées	Indigène		CCC	2018
<i>Geranium robertianum</i> L., 1753	Herbe à Robert	Indigène		CCC	2016
<i>Geranium rotundifolium</i> L., 1753	Géranium à feuilles rondes, Mauvette	Indigène		CC	2021
<i>Geum urbanum</i> L., 1753	Benoîte commune, Herbe de saint Benoît	Indigène		CCC	2017
<i>Glechoma hederacea</i> L., 1753	Lierre terrestre, Gléchome Lierre terrestre	Indigène	planté	CCC	2021
<i>Hedera helix</i> L., 1753	Lierre grimpant, Herbe de saint Jean	Indigène	planté	CCC	2016
<i>Helminthotheca echioides</i> (L.) Holub, 1973	Picride fausse Vipérine	Indigène		CCC	2016
<i>Heracleum sphondylium</i> L., 1753	Patte d'ours, Berce commune, Grande Berce	Indigène		CCC	2016
		Eurynatural			
<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagr.-Foss., 1847	Hirschfeldie grisâtre, Roquette bâtarde	isé		R	2016
<i>Holcus lanatus</i> L., 1753	Houlque laineuse, Blanchard	Indigène		CCC	2021
<i>Hordeum murinum</i> L., 1753	Orge sauvage, Orge Queue-de-rat	Indigène		CCC	2021
<i>Hypericum perforatum</i> L., 1753	Millepertuis perforé, Herbe de la Saint-Jean	Indigène		CCC	2021
<i>Hypochaeris radicata</i> L., 1753	Porcelle enracinée	Indigène		CCC	2016
		Planté/culti			
<i>Iris lutescens</i> Lam., 1789	Iris jaunâtre	vé	planté	.	2016
<i>Iris pseudacorus</i> L., 1753	Iris faux acore, Iris des marais	Indigène	planté	CCC	2017
<i>Jacobaea vulgaris</i> Gaertn., 1791	Herbe de saint Jacques	Indigène		CCC	2018
<i>Kickxia elatine</i> (L.) Dumort., 1827	Linaire élatine	Indigène		C	2016
<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult., 1828	Knautie des champs, Oreille-d'âne	Indigène	semée	CC	2016
<i>Lactuca serriola</i> L., 1756	Laitue scariole, Escarole	Indigène		CCC	2021
<i>Lactuca virosa</i> L., 1753	Laitue vireuse, Laitue sauvage	Indigène		AC	2018
<i>Lamium purpureum</i> L., 1753	Lamier pourpre, Ortie rouge	Indigène		CCC	2021
<i>Laphangium luteoalbum</i> (L.) Tzvelev, 1994	Gnaphale jaunâtre, Cotonière blanc-jaunâtre	Indigène		RR	2016

<i>Lapsana communis</i> L., 1753	Lampsane commune, Graceline	Indigène		CCC	2016
<i>Leontodon hispidus</i> L., 1753	Liondent hispide	Indigène	semée	AC	2021
		Sténonatur			2021
<i>Leucanthemum ircutianum</i> DC., 1838	Marguerite	alisé	semée	CCC?	
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam., 1779	Marguerite commune, Leucanthème commun	Indigène	semée	CCC	2016
<i>Linaria vulgaris</i> Mill., 1768	Linaire commune	Indigène		CCC	2017
<i>Lolium perenne</i> L., 1753	Ivraie vivace	Indigène	semée	CCC	2021
<i>Lonicera xylosteum</i> L., 1753	Chèvrefeuille des haies, Camérisier des haies	Indigène	planté	CC	2016
	Lotier corniculé, Pied de poule, Sabot-de-la-mariée	Indigène	semée	CCC	2021
<i>Lotus corniculatus</i> L., 1753					
<i>Lysimachia arvensis</i> (L.) U.Manns & Anderb., 2009	Mouron rouge, Fausse Morgeline	Indigène		CCC	2016
<i>Lysimachia nummularia</i> L., 1753	Lysimaque nummulaire, Herbe aux écus	Indigène	semée	CC	2016
<i>Lysimachia vulgaris</i> L., 1753	Lysimaque commune, Lysimaque vulgaire	Indigène	plantée	CC	2016
<i>Malva moschata</i> L., 1753	Mauve musquée	Indigène	semée	C	2016
<i>Malva sylvestris</i> L., 1753	Mauve sauvage, Mauve sylvestre, Grande mauve	Indigène		CC	2021
<i>Matricaria chamomilla</i> L., 1753	Matricaire Camomille	Indigène		CC	2016
<i>Medicago arabica</i> (L.) Huds., 1762	Luzerne tachetée	Indigène		CC	2016
<i>Medicago lupulina</i> L., 1753	Luzerne lupuline, Minette	Indigène		CCC	2021
<i>Medicago minima</i> (L.) L., 1754	Luzerne naine	Indigène		AR	2021
<i>Medicago sativa</i> L., 1753	Luzerne cultivée	Indigène		CC	2021
<i>Melilotus albus</i> Medik., 1787	Mélicot blanc	Indigène		C	2018
		Eurynatural			
<i>Melissa officinalis</i> L., 1753	Mélisse officinale	isé	planté	AC	2021
<i>Mentha suaveolens</i> Ehrh., 1792	Menthe à feuilles rondes	Indigène		CC	2016
<i>Myosotis ramosissima</i> Rochel, 1814	Myosotis rameux	Indigène		C	2017
		Planté/culti			
<i>Nigella damascena</i> L., 1753	Nigelle de Damas, Herbe de Capucin	vé	semée	.	2021
<i>Origanum vulgare</i> L., 1753	Origan commun	Indigène		CCC	2016
		Eurynatural			
<i>Oxalis corniculata</i> L., 1753	Oxalis corniculé, Trèfle jaune	isé		AC	2017
<i>Papaver rhoeas</i> L., 1753	Coquelicot	Indigène		CCC	2021
	Pariétaire des murs, Pariétaire de Judée,				
<i>Parietaria judaica</i> L., 1756	Pariétaire diffuse	Indigène		CC	2017
		Eurynatural			
<i>Parthenocissus inserta</i> (A.Kern.) Fritsch, 1922	Vigne-vierge commune	isé		AC	2016
<i>Persicaria maculosa</i> Gray, 1821	Renouée Persicaire	Indigène		CCC	2018
<i>Phleum pratense</i> L., 1753	Fléole des prés	Indigène	semée	CC	2016
<i>Picris hieracioides</i> L., 1753	Picride éperviaire, Herbe aux vermisieux	Indigène		CCC	2021
<i>Plantago lanceolata</i> L., 1753	Plantain lancéolé, Herbe aux cinq coutures	Indigène	semée	CCC	2021
	Plantain majeur, Grand plantain, Plantain à bouquet	Indigène		CCC	2016
<i>Plantago major</i> L., 1753					
<i>Poa annua</i> L., 1753	Pâturin annuel	Indigène		CCC	2021
<i>Poa nemoralis</i> L., 1753	Pâturin des bois, Pâturin des forêts	Indigène	semée	CCC	2017
<i>Poa trivialis</i> L., 1753	Pâturin commun, Gazon d'Angleterre	Indigène	semée	CCC	2016
<i>Polygonum aviculare</i> L., 1753	Renouée des oiseaux, Renouée Traînasse	Indigène		CCC	2017
		Sténonatur			
<i>Polypogon viridis</i> (Gouan) Breistr., 1966	Polypogon vrai, Polypogon vert	alisé		RRR	2017
<i>Potentilla reptans</i> L., 1753	Potentille rampante, Quintefeuille	Indigène		CCC	2017
<i>Prunella vulgaris</i> L., 1753	Brunelle commune, Herbe au charpentier	Indigène	plantée	CCC	2021
<i>Prunus avium</i> (L.) L., 1755	Merisier vrai, Cerisier des bois	Indigène	planté	CCC	2021
	Bois de Sainte-Lucie, Prunier de Sainte-Lucie,				2021
<i>Prunus mahaleb</i> L., 1753	Amarel	Indigène	planté	C	
<i>Prunus spinosa</i> L., 1753	Épine noire, Prunellier, Pelossier	Indigène	planté	CCC	2021
<i>Ranunculus acris</i> L., 1753	Bouton d'or, Pied-de-coq, Renoncule âcre	Indigène	semé	CCC	2017
<i>Ranunculus bulbosus</i> L., 1753	Renoncule bulbeuse	Indigène	semé	CC	2017
<i>Ranunculus repens</i> L., 1753	Renoncule rampante	Indigène	semée	CCC	2017
		Sténonatur			
<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All., 1785	Rapistre rugueux, Ravaniscle	alisé		RRR	2016
<i>Rosa arvensis</i> Huds., 1762	Rosier des champs, Rosier rampant	Indigène	planté	CCC	2017
<i>Rosa canina</i> L., 1753	Rosier des chiens, Rosier des haies	Indigène	planté	C?	2021
<i>Rubus fruticosus</i> L., 1753	Ronce commune	Indigène		CCC	2017
<i>Rubus idaeus</i> L., 1753	Framboisier	Indigène	planté	AR	2016
<i>Rumex obtusifolius</i> L., 1753	Patience à feuilles obtuses, Patience sauvage	Indigène		CCC	2016
<i>Sagina apetala</i> Ard., 1763	Sagine apétale, Sagine sans pétales	Indigène		CC	2019

<i>Salvia pratensis</i> L., 1753	Sauge des prés, Sauge commune	Indigène	semée	C	2021
<i>Saxifraga tridactylites</i> L., 1753	Saxifrage à trois doigts, Petite saxifrage	Indigène		CC	2021
<i>Schedonorus arundinaceus</i> (Schreb.) Dumort., 1824	Fétuque Roseau	Indigène	semé	CCC	2016
<i>Schedonorus pratensis</i> (Huds.) P.Beauv., 1812	Fétuque des prés	Indigène	semée	AC	2017
			planté/se		2021
<i>Sedum acre</i> L., 1753	Poivre de muraille, Orpin acre	Indigène	mée	CC	
<i>Sedum album</i> L., 1753	Orpin blanc	Indigène		C	2021
			planté/se		2021
<i>Sedum rupestre</i> L., 1753	Orpin réfléchi, Orpin des rochers	Indigène	mée	AC	
		Eurynatural			2021
<i>Senecio inaequidens</i> DC., 1838	Séneçon sud-africain	isé		AC	
<i>Senecio vulgaris</i> L., 1753	Séneçon commun	Indigène		CCC	2021
<i>Setaria verticillata</i> (L.) P.Beauv., 1812	Sétaire verticillée, Panic verticillé	Indigène		CC	2021
<i>Sherardia arvensis</i> L., 1753	Rubéole des champs, Gratteron fleuri	Indigène		C	2016
			planté/se		2021
<i>Silene dioica</i> (L.) Clairv., 1811	Compagnon rouge, Robinet rouge	Indigène	mée	R	
			planté/se		2021
<i>Silene latifolia</i> Poir., 1789	Compagnon blanc, Silène à feuilles larges	Indigène	mée	CCC	
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke, 1869	Silène enflé, Tapotte	Indigène	semée	CC	2021
<i>Sinapis arvensis</i> L., 1753	Moutarde des champs, Raveluche	Indigène		CC	2018
<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) Scop., 1772	Herbe aux chèvres, Sisymbre officinal	Indigène		CC	2016
<i>Solanum dulcamara</i> L., 1753	Douce amère, Bronde	Indigène		CCC	2016
<i>Solanum nigrum</i> L., 1753	Morelle noire	Indigène		CCC	2016
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill, 1769	Laiteron rude, Laiteron piquant	Indigène		CCC	2021
<i>Sonchus oleraceus</i> L., 1753	Laiteron potager, Laiteron lisse	Indigène		CCC	2021
<i>Sorbus aucuparia</i> L., 1753	Sorbier des oiseleurs, Sorbier sauvage	Indigène	planté	AC	2017
<i>Sorbus domestica</i> L., 1753	Cormier, Sorbier domestique	Indigène	planté	RR	2016
<i>Stachys sylvatica</i> L., 1753	Épiaire des bois, Ortie à crapauds	Indigène	planté	CCC	2021
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill., 1789	Mouron des oiseaux, Morgeline	Indigène		CCC	2018
<i>Symphytum officinale</i> L., 1753	Grande consoude	Indigène	semée	CC	2017
		Eurynatural			
<i>Syringa vulgaris</i> L., 1753	Lilas	isé	planté	R	2016
<i>Tanacetum vulgare</i> L., 1753	Tanaisie commune, Sent-bon	Indigène		CC	2016
<i>Tilia cordata</i> Mill., 1768	Tilleul à petites feuilles, Tilleul des bois	Indigène	planté	CC	2021
<i>Torilis arvensis</i> (Huds.) Link, 1821	Torilis des champs	Indigène		C	2016
<i>Tragopogon dubius</i> Scop., 1772	Grand salsifis, Salsifis douteux	Indigène		R	2018
<i>Tragopogon pratensis</i> L., 1753	Salsifis des prés	Indigène	semé	CCC	2021
	Trèfle des champs, Pied de lièvre, Trèfle Pied-de-lièvre	Indigène			2021
<i>Trifolium arvense</i> L., 1753		Indigène		AC	
<i>Trifolium campestre</i> Schreb., 1804	Trèfle champêtre, Trèfle jaune, Trance	Indigène		CCC	2021
<i>Trifolium dubium</i> Sibth., 1794	Trèfle douteux, Petit Trèfle jaune	Indigène		CC	2021
<i>Trifolium pratense</i> L., 1753	Trèfle des prés, Trèfle violet	Indigène	semé	CCC	2021
<i>Trifolium repens</i> L., 1753	Trèfle rampant, Trèfle blanc, Trèfle de Hollande	Indigène	semé	CCC	2016
<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch.Bip., 1844	Matricaire inodore	Indigène		CCC	2021
<i>Tussilago farfara</i> L., 1753	Tussilage, Pas-d'âne, Herbe de saint Quirin	Indigène		CC	2017
<i>Urtica dioica</i> L., 1753	Ortie dioïque, Grande ortie	Indigène		CCC	2016
	Molène faux-bouillon-blanc, Molène à fleurs denses	Indigène	semé?	AR	2016
<i>Verbascum densiflorum</i> Bertol., 1810		Indigène	semé?	RR	2018
<i>Verbascum nigrum</i> L., 1753	Molène noire, Cierge maudit	Indigène		CCC	2019
<i>Veronica arvensis</i> L., 1753	Véronique des champs, Velvete sauvage	Indigène		CCC	2019
<i>Veronica chamaedrys</i> L., 1753	Véronique petit chêne, Fausse Germandrée	Indigène	planté	CCC	2021
		Eurynatural			
<i>Veronica filiformis</i> Sm., 1791	Véronique filiforme	isé		R	2019
		Eurynatural			
<i>Veronica persica</i> Poir., 1808	Véronique de Perse	isé		CCC	2016
<i>Viburnum lantana</i> L., 1753	Viorne mancienne	Indigène	planté	CC	2021
<i>Viburnum opulus</i> L., 1753	Viorne obier, Viorne aquatique	Indigène	planté	CC	2021
<i>Vicia cracca</i> L., 1753	Vesce cracca, Jarosse	Indigène		CC	2016
		Eurynatural			
<i>Vicia sativa</i> L., 1753	Vesce cultivée, Poisette	isé		CCC	2021
<i>Vicia segetalis</i> Thuill., 1799	Vesce des moissons	Indigène		AC	2016
<i>Vulpia myuros</i> (L.) C.C.Gmel., 1805	Vulpie queue-de-rat, Vulpie Queue-de-souris	Indigène		CC	2021

ANNEXE 2 : ANALYSES PEDOLOGIQUES

SOL&Co

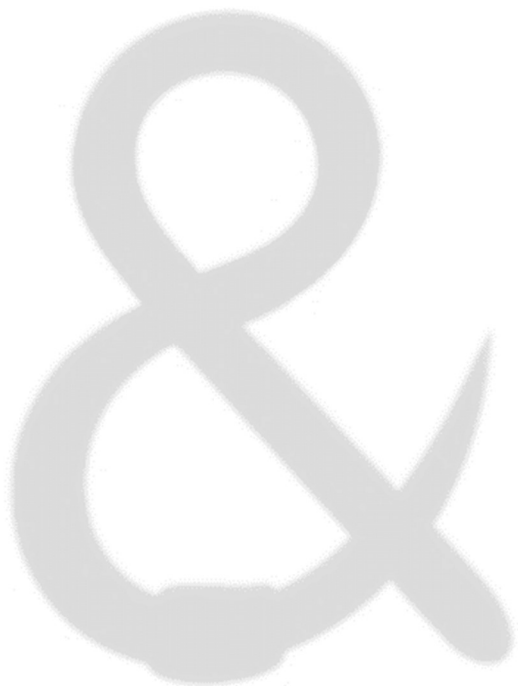


Étude de la qualité des sols de la toiture végétalisée de l'École primaire des sciences et de la biodiversité à Boulogne-Billancourt

Livrable final - décembre 2021

SAS Sol &co

2 avenue de la Forêt de Haye
54500 Vandœuvre-lès-Nancy
contact@sol-et-co.com



Rédacteurs : Loïc JODER et Quentin VINCENT - Sol &co

Destinataire : Aurélien Huguet - AHECOLOGIE

Le présent rapport expose les résultats des diagnostics pédologique et biologique (macrofaune du sol) réalisés sur la toiture végétalisée de l'École Primaire des Sciences et de la Biodiversité à Boulogne-Billancourt.

SOMMAIRE

I. Introduction	4
II. Plan d'échantillonnage et méthodologies.....	4
III. Résultats.....	6
<u>A) Résultats du diagnostic pédologique</u>	<u>6</u>
<u>B) Résultats du diagnostic biologique.....</u>	<u>8</u>
IV. Interprétation des résultats	9
V. Conclusion	11

I. Introduction

Afin d'évaluer la qualité des sols construits sur la toiture végétalisée de l'École Primaire des Sciences et de la Biodiversité à Boulogne-Billancourt, AHEcologie a souhaité avoir un diagnostic pédologique et biologique des sols, et ce de manière participative avec les élèves de l'école. Les protocoles permettant d'analyser ces indicateurs, mis en place par Sol &co, ont à ce titre été réalisés de manière co-construite avec les élèves. Des analyses agronomiques avaient déjà été réalisées en amont de cette intervention et sont présentés dans le livrable « Analyses de la fertilité des sols de Marly-le-Roi et de la toiture végétalisée de Boulogne », de novembre 2020.

II. Plan d'échantillonnage et méthodologies

Pour réaliser le diagnostic de la qualité pédologique et biologique des sols du site, **trois points de prélèvements ont été réalisés** (Figures 1), correspondant à trois milieux distincts :

- Un couvert forestier ;
- Une prairie fauchée ;
- Une prairie restaurée.

Les points de prélèvements sont nommés respectivement :

- **BLG-Forêt** suivi du nom de l'horizon prélevé (BLG-Forêt-H1 pour l'horizon 1 ; BLG-Forêt-H2 pour l'horizon 2, *etc.*) pour le sondage sous couvert forestier ;
- **BLG-Prairie-Fauchée** (H1-H2, *etc.*) pour le prélèvement sous prairie fauchée ;
- **BLG-Prairie-Restaurée** (H1-H2, *etc.*) pour le prélèvement sous prairie restaurée.

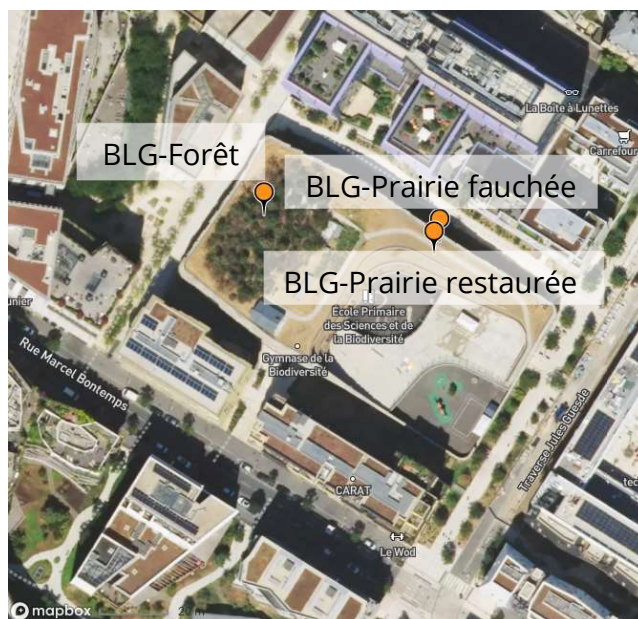


Figure 1 : Photographie aérienne présentant le plan d'échantillonnage des trois prélèvements pour la campagne de Boulogne-Billancourt

Les **paramètres évalués lors de la description des profils de sol** permettant d'apprécier certains **indicateurs** relatifs au fonctionnement pédologique des sols sont présentés ci-dessous :

- Description de l'environnement (topographie, aménagements, état de surface, couvert végétal, litière) ;
- Nature, épaisseur et limite inférieure des différents horizons ;
- Origine naturelle ou anthropique des horizons ;
- Présence éventuelle d'une nappe d'eau permanente ou temporaire ;
- Texture dominante ;
- Structure ;
- Couleur (code Munsell) ;
- Caractère calcaire ;
- Proportions et caractéristiques des éléments grossiers ;
- Proportions et natures des éléments anthropiques ;
- État de compacité ;
- Hydromorphie : degré et caractéristiques.

Enfin, trois **inventaires écologiques de la biodiversité des sols** (lombrics et macrofaune de surface) ont été réalisés (un pour chaque milieu).

III. Résultats

A) Résultats du diagnostic pédologique

L'intervention sur site a permis de réaliser au total **trois profils de sol**. Les photographies de ces profils de sol sont présentées dans les figures suivantes.

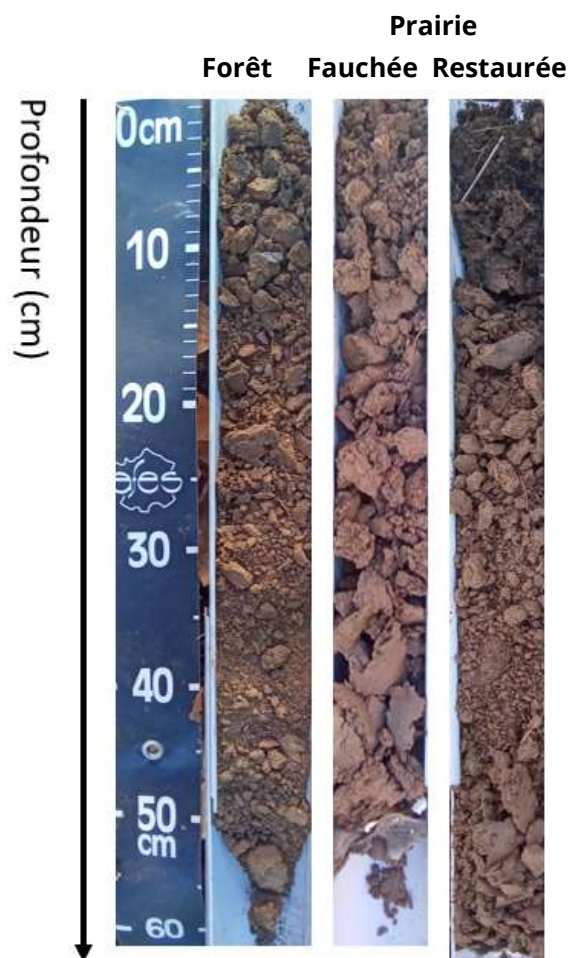


Figure 2 : Photographie des différents profils de sol réalisés au cours de la campagne de Boulogne-Billancourt – Sol &co ©

Les caractéristiques **pédologiques** de ces trois profils de sol sont présentées dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Résultats des analyses pédologiques pour les sondages BLG-Forêt ; BLG-Prairie-Fauchée et BLG-Prairie-Restaurée

	BLG-Forêt		BLG-Prairie-fauchée		BLG-Prairie-restaurée	
Horizon n°	H1	H2	H1	H2	H1	H2
Profondeur limite inférieure (cm)	20	50	10	50	15	60
Texture	Limono-argileux	Limono-sableux	Argilo-limoneux	Argileux	Limono-argileux	Limono-argileux
Compacité (0-4)	3	4	1	3	1	2
Code Couleur (Munsell)	10YR4/3	10YR6/4	10YR6/3	10YR5/4	10YR4/1	10YR4/3
Éléments grossiers (%)	5%	0%	0%	3%	0%	0%
Nature et forme des éléments grossiers	Petits graviers carbonatés	/	/	Petits graviers	/	/
Artéfacts (%)	2%	0%	0%	5%	0%	5%
Nature des artéfacts	Charbon, brique	/	/	Géotextile - porcelaine, tuile, verre	/	Géotextile
Traces et type d'hydromorphie (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Calcaire (0-4)	0	0	0	0	0	0
Activité biologique (0-5)	3		3		2	
Odeur	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Remarques	Plus compact que les prairies		Géotextile en fond de profil		Couche noire en surface probablement de rajout. Géotextile en fond de profil	

B) Résultats du diagnostic biologique

Des inventaires de la biodiversité des sols (macrofaune et lombriciens) ont été réalisés sur chaque milieu.

Pour la macrofaune épigée, **l'abondance** (nombre d'individus), **la diversité** (nombre de groupes taxonomiques différents, appelée également richesse taxonomique) et **l'équilibre** (équilibre entre les différents groupes taxonomiques différents, appelé équitabilité de Pielou) ont été calculés et sont représentés en Figure 3 (l'équilibre n'a pas obtenu de résultats au vu du faible nombre d'individus dans les sondages sous prairie).

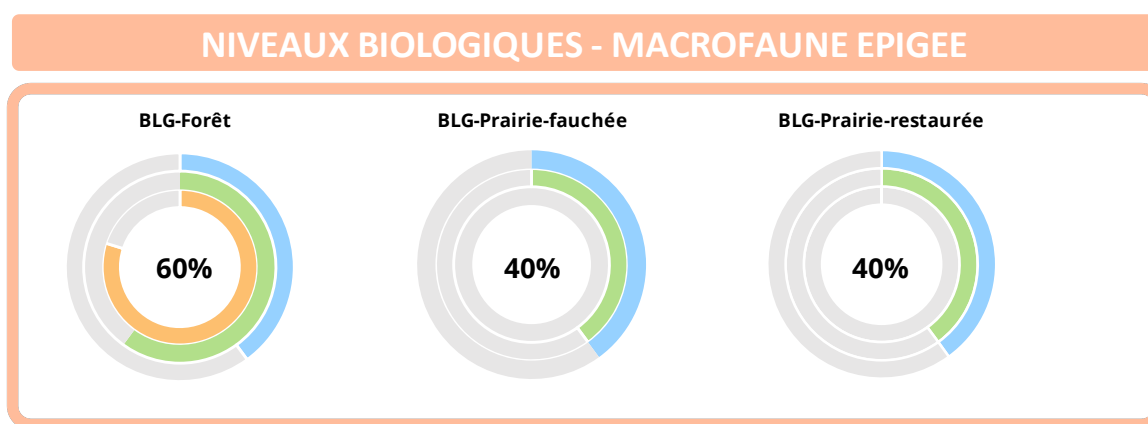


Figure 3 : Niveaux des indices biologiques (abondance, diversité et équilibre) des communautés de la macrofaune épigée du sol, selon le référentiel BIODIV'SOL® de Sol &co, pour un échantillonnage en hiver. Les pourcentages exprimés représentent le niveau pédobiologique totale du sondage

INDICES
 Abondance
 Diversité
 Equilibre

La **composition des communautés** pour les trois sondages est illustrée en Figure 4 (représentation graphique des différentes proportions des groupes taxonomiques).

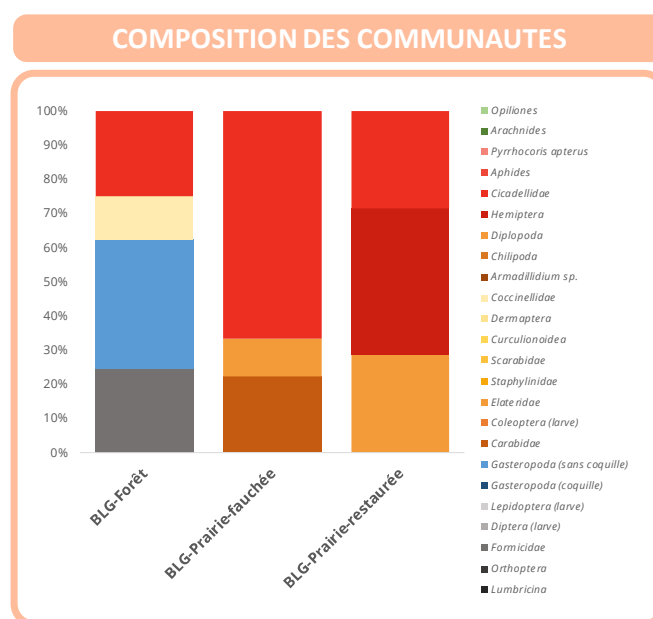


Figure 4 : Composition des communautés de la macrofaune épigée du sol

Les résultats des inventaires des **lombrics** sont présentés en Figure 5.

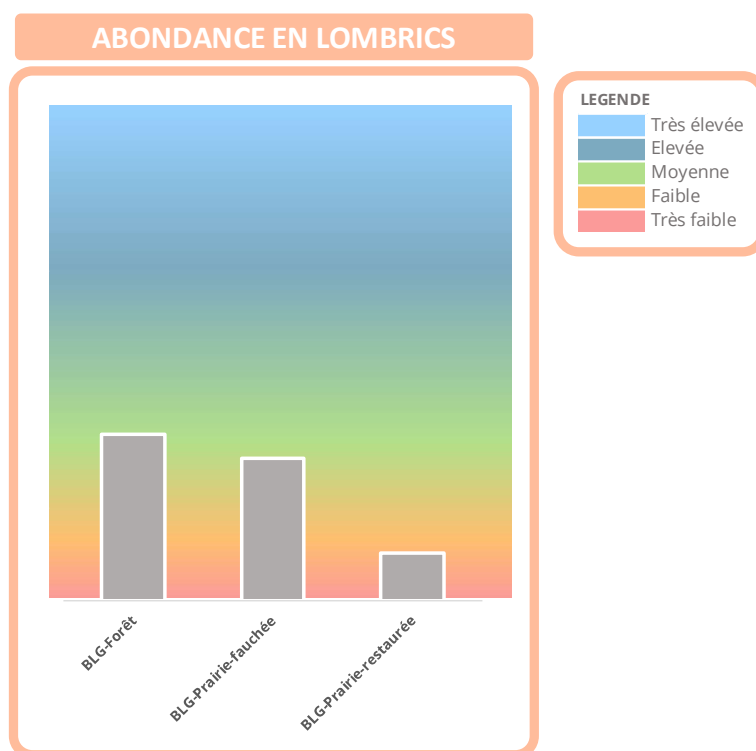


Figure 5 : Abondance en lombric comparée au référentiel BIODIV'SOL® de Sol &co.

IV. Interprétation des résultats

Les résultats attestent que les sols présentent des **profils pédologiques plutôt homogènes**, avec la présence systématique de deux horizons distincts. La profondeur des sols est moyenne, elle varie entre 50cm et 60cm. La texture est globalement limono-argileuse pour les sondages BLG-Forêt et BLG-Prairie-Restaurée et argilo-limoneuse à argileuse pour le sondage BLG-Prairie-Fauchée. La pierrosité est plutôt faible sur l'ensemble des profils (moins de 5%), on note cependant la **présence d'artéfacts** à hauteur de 5% en moyenne pour l'ensemble des profils. Les artéfacts sont de natures variées : charbon, brique, porcelaine, verre et géotextile. Les sols du site ne présentent pas de traces d'hydromorphie, la circulation de l'eau s'effectue correctement.

Quelques différences entre les milieux sont observées. Les horizons du profil réalisé sous couvert forestier présentent une compacité plus importante que les sondages sous prairies. De plus, la litière présente sur le sol forestier est peu dégradée. Le sol de la prairie fauchée présente un premier horizon sombre de 15cm d'épaisseur, correspondant à la décomposition du foin de la prairie donneuse de Marly. Cet horizon commence à s'intégrer dans le deuxième horizon et participe à la pédogénèse.

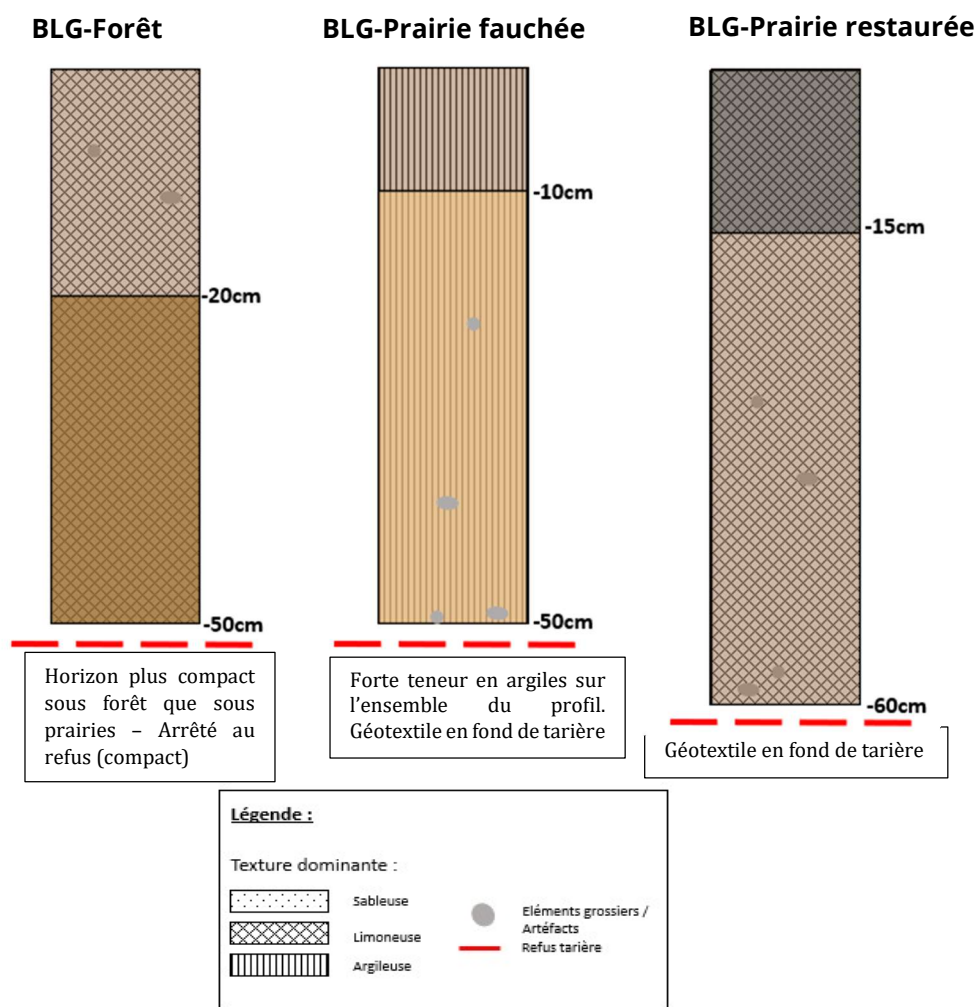


Figure 6 : Schématisation des différents profils de sols

Les niveaux biologiques de la macrofaune épigée du sol montrent que les **communautés sont peu abondantes et peu diversifiées sous prairie**. Sous la forêt, la communauté est plus diversifiée mais aussi abondante que celle observée sous prairie. Cette communauté sous forêt est équilibrée (pas de dominance d'un taxon en particulier). Le site a un niveau biologique faible sous prairie (40% pour la prairie fauchée ou restaurée) et **moyen sous forêt** (60%). Concernant les lombrics, ils sont moyennement abondants sous forêt et sous la prairie fauchée. Cependant, dans la prairie restaurée, les lombrics sont faiblement abondants.

Le Technosol (sol construit) de la toiture de l'école de Boulogne est dans l'ensemble, **comparable à un sol « classique »**, bien qu'un peu compact sous forêt, ce qui pourrait limiter le développement racinaire. **Quelques différences entre les trois milieux** ont été observées, notamment le premier horizon sombre présent sous forêt, correspondant à un début de décomposition de la litière (qui reste encore peu dégradée) ; et le premier horizon encore plus sombre sur la prairie restaurée, correspondant à l'apport de foin, à un stade de décomposition avancé. Au niveau biologique, **le site commence à accueillir**

une biodiversité des sols active, dont l'installation semble plus rapide sous la forêt. L'installation de la communauté n'est pas encore à son optimale et une augmentation des niveaux biologiques dans le temps est attendu. Les lombriciens sont présents sur le site, bien que la prairie restaurée semble à l'heure actuelle moins favorable. Il est possible que l'ajout plus récent de matières organiques ai influencé la dynamique d'installation des lombriciens.

V. Conclusion

Les sols étudiés sur la toiture végétalisée présentent un **fonctionnement pédologique tout à fait favorable** aux usages présents, avec une texture, une structure et une épaisseur propices au développement des différentes essences présentes sur site. Ils sont néanmoins plutôt compacts, bien que la circulation en eau s'effectue correctement au vu de l'**absence de traces d'hydromorphie**. Le sondage réalisé sous forêt présente une compacité plus importante que les deux autres sites. Ainsi, il est possible que le système racinaire de la strate arborée soit contraint aux 50 premiers centimètres. Il est à noter que la litière présente sur le site est peu dégradée. La prairie restaurée contient une couche superficielle rapportée (sur une épaisseur de 15cm) correspondant au foin apporté, **faisant partie intégrante du profil pédologique**. Les horizons de la prairie fauchée sont riches en argiles (texture argileuse) et compacts.

Les sols construits ont une pédogénèse souvent rapide et **le diagnostic présenté ici montre déjà un début de différenciation entre les milieux**, d'un point de vue pédologique et biologique (et également agronomique avec les données du livrable de novembre 2020). Des suivis réguliers (tous les ans ou tous les deux ans), pourraient être envisagés, afin de **suivre l'évolution pédologique, agronomique et biologique** des différents milieux et appuyer la pertinence de ce type de conception de toiture végétalisée.

PARTIE B : Analyse de la fertilité de trois sols

I. Présentation des 3 sols

Trois sols venant de deux sites ont été analysés :

- Le site prairial de Marly-le-Roi (**PMR**) a été prélevé en juin 2020. Il s'agit d'un sol de prairie donneuse, c'est à dire qu'elle fournit du foin pour le site suivant ;
- Le site à Boulogne (BLG) a été prélevé en juillet 2020. Deux zones (et potentiellement deux sols) sont présentes sur ce site : un sol sous plantation arborée (**BLG-BOIS**) et un sol sous plantation prairial (**BLG-PRAI**). Ce sol BLG-PRAI reçoit le foin provenant du site PMR.

II. Analyses de la fertilité et interprétations

Le pH, la teneur en matières organiques, en azote total, le rapport C/N, la capacité d'échange cationique (CEC = la capacité du sol à retenir les éléments nutritifs grâce au complexe argilo-humique), les teneurs en Ca, K, Mg, Na et P disponibles pour les plantes, le taux de saturation (=le niveau de saturation en élément nutritif du complexe argilo-humique), le taux de calcaire total et la texture (taux d'argile, de limons et de sable) ont été mesurés par des méthodes normalisées. Les résultats sont présentés dans le tableau 4 ci-dessous.

Tableau 4 : Résultats des analyses physico-chimiques du 1er horizon de 3 sols différents (PMR, BLG-BOIS et BLG-PRAI) Corg = Concentration en carbone organique ; Ntot=concentration en azote total ; CEC=Capacité d'échange cationique ; Ca=Calcium disponible (CaO) ; K=Potassium disponible (K₂O) ; Mg=Magnésium disponible (MgO) ; Na=Sodium disponible (Na₂O) ; P=Phosphore disponible (P₂O₅ – Méthode Olsen) ; Taux de saturation=Somme des cations disponibles/CEC ; Calcaire= CaCO₃ ; Cd=Cadmium ; Cr=Chrome ; Cu=Cuivre ; Hg=Mercure ; Ni=Nickel ; Pb=Plomb ; Zn=Zinc.
Concentrations exprimées en g ou mg de l'élément par kg de sol sec. / =Analyse non réalisée.

Echantillons	pH	Matière organique g.kg ⁻¹	Azote total g.kg ⁻¹	Rapport Corg/Ntot /	CEC cmol ⁺ .kg ⁻¹	Eléments majeurs disponibles					Taux de saturation %
						Ca g.kg ⁻¹	K g.kg ⁻¹	Mg g.kg ⁻¹	Na g.kg ⁻¹	P g.kg ⁻¹	
PMR	7,6	49,7	2,5	11,6	14,0	18,09	0,21	0,12	0,012	0,019	469
BLG-PRAI	8,1	36,0	2,3	9,1	16,8	6,07	0,36	0,24	0,013	0,101	141
BLG-BOIS	7,7	70,5	3,9	10,5	22,4	6,85	0,46	0,33	0,045	0,157	122

Horizon	Calcaire total g.kg ⁻¹	Argiles %	Limons %	Sables %	Eléments traces métalliques totaux						
					Cd mg.kg ⁻¹	Cr mg.kg ⁻¹	Cu mg.kg ⁻¹	Hg mg.kg ⁻¹	Ni mg.kg ⁻¹	Pb mg.kg ⁻¹	Zn mg.kg ⁻¹
PMR	173	10,7	35	54	/	/	/	/	/	/	/
BLG-PRAI	12	27,0	64	9	/	/	/	/	/	/	/
BLG-BOIS	10	26,5	49	13	/	/	/	/	/	/	/

Légende

	Très faible
	Légèrement faible
	Moyen
	Légèrement élevé
	Très élevé

Par rapport à des valeurs mesurées dans des sols urbains

Les pH des trois sols sont plutôt similaires à ceux mesurés dans des sols urbains. Les **pH sont dans une gamme optimale** pour la fertilité des sols (disponibilité des éléments et croissance végétale). Les **taux de matières organiques sont également similaires à des taux mesurés dans des sols urbains**. Il est à noter que le sol BLG-BOIS a un taux de matière organique élevé par rapport au sol BLG-PRAI, lié à la présence d'une litière plus importante sur cette partie.

Les rapports entre le carbone organique et l'azote (C/N) sont comparables à des valeurs obtenues dans des sols urbains (avec une valeur légèrement faible pour le sol BLG-PRAI). Autour de 10, **les rapports C/N mesurés indiquent que l'activité biologique de décomposition est idéale** dans ces sols : il n'y aura pas de faim d'azote, ni une décomposition trop rapide.

Les capacités d'échange cationique (CEC) sont légèrement faibles par rapport à des sols urbains sauf pour le sol BLG-BOIS, pour lequel la teneur mesurée est similaire. Lorsque l'on regarde le taux de saturation, on s'aperçoit que **les CEC sont largement saturées** (plus de 100%), notamment pour le sol PMR qui est à environ 470% : il y a environ 5 fois plus de cations nutritifs dans le sol que ce que le sol peut mettre en réserve (via le complexe argilo-humique). Ce taux de saturation élevé dans le sol PMR s'explique par la faible quantité d'argiles mais surtout la très grande **quantité d'ions calcium échangeables**, lié au calcaire.

Au niveau des éléments nutritifs :

- les concentrations en Ca échangeables sont très élevées dans le sol PMR comme expliqué précédemment. En revanche, les teneurs en Ca sont plutôt faibles dans les sols BLG en comparaison à des sols urbains, souvent riches en calcaire. Ces **concentrations en Ca restent toutefois suffisantes** pour l'installation de la plupart des plantes peu exigeantes ;
- pour le **K échangeable, les concentrations sont optimales** par rapport à la CEC des sols : aucun amendement n'est à prévoir ;
- les **concentrations en Mg échangeables sont optimales** pour la croissance végétale ;
- bien qu'un peu faible, les concentrations en **Na sont suffisantes pour l'installation de la plupart des plantes peu exigeantes**. De plus, **aucun risque de battance des sols** n'est à craindre (formation de croûtes en surface), car les taux de Na échangeables sont faibles par rapport aux CEC mesurées ;
- **la teneur en phosphore disponible est faible dans le sol PMR**. Il est possible que certaines plantes soient carencées en phosphore dans ce sol.

Au niveau de la texture, le sol **PMR est limono-sableux** et les **sols BLG (BOIS et PRAI) sont tous deux limon-argileux fin**. Ainsi, **le sol PMR a une texture équilibrée** : ce sol infiltre correctement l'eau tout en retenant assez d'eau pour la vie du sol et les plantes. Pour les sols BLG, il est à savoir que les sols limoneux **sont souvent sujets à l'érosion**, avec des formations de structure massive et mettent du temps à se restructurer. Toutefois, les **teneurs en matières organiques** étant « correctes », il est vraisemblable que ce **risque d'érosion ne se pose pas** pour ces sols.

III. Fonctionnement des sols et préconisations

1) Le sol PMR

La **teneur en calcium est très élevée**, ce qui sature largement la CEC de ce sol. Ainsi, aucun cation² n'est à amender car les nutriments amendés ne se fixeront pas dans le sol et seront lessivés. En revanche, les teneurs en phosphore sont faibles (probablement lié aux ions Ca en excès qui font précipiter le phosphore, ne le rendant plus disponible pour les plantes). Un **amendement à base de farine de poisson** pourrait être envisagé **si une plantation de plantes exigeantes en phosphore est prévue**. L'infiltration et la rétention de l'eau sont optimales sur ce sol.

Les **plantes calcicoles** sont nombreuses sur site. La constitution d'une prairie donneuse doit se baser sur l'installation de ces plantes calcicoles mais peut également se baser sur la culture de plantes peu exigeantes en phosphore comme le blé tendre, le lin, le soja, l'avoine, le tournesol, le maïs grain ...

Compte tenu des usages prévus sur ce sol, nous ne détaillerons pas les types de végétaux à planter ou les modes de gestions et de pratiques à réaliser. Cependant, si l'usage de cette prairie venait à changer (culture, plantation d'arbre, installation d'un jardin etc.), des préconisations plus détaillées sur le choix des essences et des pratiques pourraient être formulées.

2) Les sols BLG (BOIS et PRAI)

Le fonctionnement des **sols BLG-BOIS et BLG-PRAI sont pour l'instant similaires**, excepté la teneur en matière organique qui est plus élevée dans le sol BLG-BOIS liée à la décomposition des feuilles des ligneux.

Les deux sols ne sont pas carencés en nutriments et **la stabilité physique est suffisante** (même si un risque d'érosion est possible si les teneurs en matière organique viennent à diminuer). Les caractéristiques de ces deux sols **répondent parfaitement à l'usage qui leur est attribué** (installation d'un bois et d'une prairie).

Compte tenu des caractéristiques classiques des sols BLG, **aucune préconisation particulière n'est à formuler**, notamment sur les essences à planter : la plupart des plantes pourront coloniser ces sols.

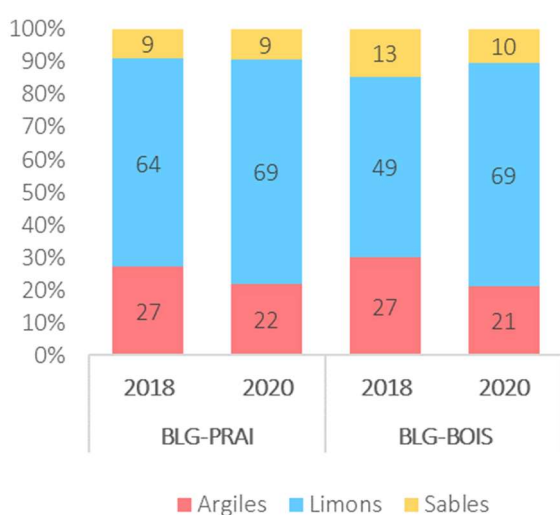
² Ca, Mg, Na, K

IV. Evolution après 2 ans de certains paramètres sur les sols BLG

Des analyses ont été réalisées en mai 2018 sur les sols BLG-PRAI et BLG-BOIS.

Les résultats pour la texture ont été compilés dans la figure 1, pour le pH dans la figure 2 et pour la matière organique, l'azote et le rapport C/N dans la figure 3.

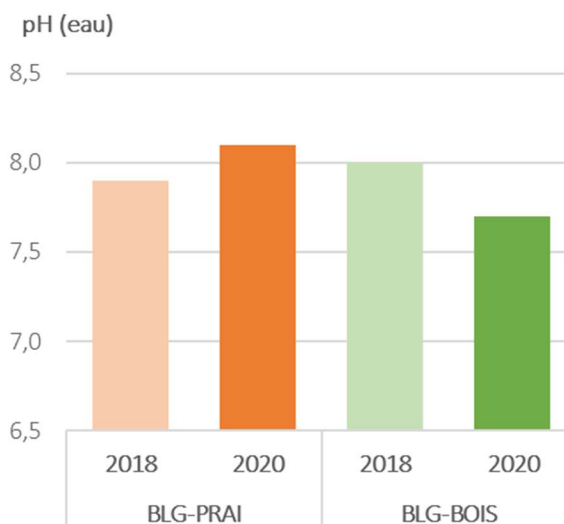
La texture du sol de la zone prairial (BLG-PRAI) n'a pas beaucoup évoluée en 2 ans (Figure 1). En revanche, la texture du sol de la zone boisée (BLG-BOIS) a été modifiée en 2 ans, avec une augmentation de 20% du taux de particules limoneuses. Ceci est dû à la **décomposition des feuilles qui augmente la teneur en limon du sol.**



← Figure 1 : Texture (taux en argiles, limons et sables) des sols BLG-PRAI et BLG-BOIS mesurée en 2018 et 2020.

Le pH du sol des deux zones n'a **pas beaucoup évolué** en 2 ans (Figure 2) et reste dans des valeurs couramment mesurées dans les sols urbains. Une légère acidification du sol de la partie arborée est à prévoir car l'activité de décomposition favorise la formation de composées acides : les sols forestiers peuvent avoir des pH qui avoisine les 6.

Figure 2 : pH des sols BLG-PRAI et BLG-BOIS mesuré en 2018 et 2020. →



Les teneurs en matières organiques et en azote augmentent nettement en 2 ans sur le sol de la partie arborée, ce qui n'est pas le cas sous prairie (Figure 3). Encore une fois, la décomposition des feuilles augmente la teneur en carbone (organique) et en azote du sol. De plus, la proportion en matière organique et en azote n'est pas équivalente et **tend vers un équilibre idéal** (rapport C/N de 10), c'est-à-dire à une capacité de décomposition optimale du sol de la partie arborée.

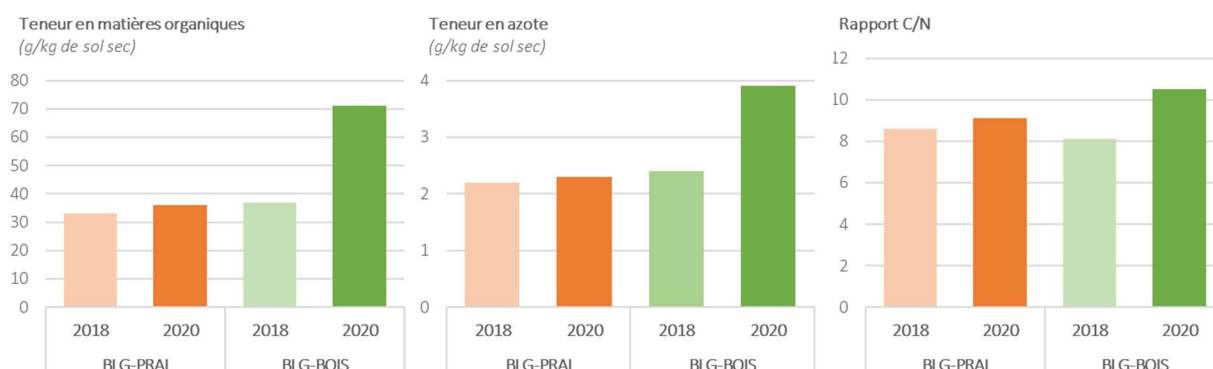


Figure 3 : Teneur en matières organiques, en azote total et le rapport carbone organique/azote total des sols BLG-PRAI et BLG-BOIS mesurés en 2018 et 2020.

V. Conclusion

Le sol de prairie à Marly-le-Roi (PRM) est un sol de prairie favorisant les **espèces calcicoles**. Si une culture de graminées fourragère doit être réalisée sur ce site, il faut privilégier des **espèces peu exigeantes en phosphore**.

En 2018, le sol de Boulogne (BLG) avait des caractéristiques similaires sur la partie arborée et la partie prairial. Après 2 ans d'installation, les teneurs en matières organiques, en azote et en limon ont **augmenté sur la partie arborée uniquement** (BLG-BOIS). Les teneurs en potassium et en sodium sont plus élevées sur la partie arborée que la partie prairie. Ces différences sont dues à la **décomposition des litières des ligneux**, qui apporte des nutriments et favorise l'activité biologique.

Pour affiner l'étude du fonctionnement de ces sols, un inventaire de la biodiversité des sols (faune et micro-organisme) serait pertinent à réaliser, et permettra d'adapter des modes de gestion en faveur de la biodiversité dans ces milieux.

REFERENCES :

- Francis, R.A., 2010. Wall ecology : A frontier for urban biodiversity and ecological engineering.
- Francis, R.A., Lorimer, J., 2011. Urban reconciliation ecology : The potential of living roofs and walls. J. Environ. Manage. 92, 1429–1437.
- Rokia, S. 2014. Contribution à la modélisation des processus d'agrégation et de transfert d'éléments nutritifs dans les Technosols construits à partir de déchets. Thèse de doctorat – Université de Lorraine.

A photograph of a lush green field with tall grasses and several stalks of blue flowers. A small yellow flower is visible on the left side. The text is overlaid on the upper half of the image.

AH Ecologie
&
Ecolo GIE

27 rue Paul Doumer - 94520 Périgny
contact@ahecologie.fr
06 20 68 04 24
www.ahecologie.fr