

# Rapport de stage



Vincent RENAUD  
BUT2 GB2A

## Mise en œuvre du protocole JardiBiodiv dans cinq jardins partagés du Grand Nancy

Réalisation d'un inventaire entomologique

JardiBiodiv



FLORE 54

17/07 - 08/09 2023

Maître de stage : Raynald RIGOLOT

Tutrice : Éléonore GROSDÉMANGE



Vincent RENAUD



## Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Raynald RIGOLOTT, mon maître de stage et président de FLORE 54, qui m'a proposé ce stage et donné la possibilité de travailler sur un sujet qui m'intéresse tout en bénéficiant de l'ambiance de partage et de bienveillance à la fédération.

Merci également à ma tutrice pédagogique, Éléonore GROSDÉMANGE, pour m'avoir partagé ses conseils et s'être tenue à disposition pendant la durée de mon stage.

Mes remerciements vont ensuite à Orlane, Océane, Fabien, Mokhtar et Ambroise, mes camarades de stage avec qui j'ai passé d'excellents moments au local et qui m'ont fait progresser dans de nombreux domaines, ainsi que pour m'avoir véhiculé à plusieurs reprises. Remerciements spéciaux à Mokhtar ("Spider-man"), pour m'avoir grandement aidé et appris lors de l'identification des organismes ; et Orlane pour l'animation au jardin et pour m'avoir mis en contact avec les jardins dans le cadre de son projet.

Je remercie ensuite les différentes personnes que j'ai pu voir aux jardins, responsables comme jardiniers, et notamment Gérard LORRAIN, Liliane AMOANGA, Christian FRIEDRICH, Emmanuelle SKOOR et Florian POINSIGNON pour m'avoir autorisé d'utiliser leur jardin comme terrain d'expérimentation le temps d'une semaine.

Merci aussi à Bastien HUOT pour ses conseils lors de la rédaction de mon rapport et sa bonne humeur en général.

Pour finir, je remercie Daniel ALBERT, correspondant à l'Est Républicain, pour ses articles qui valorisent les travaux des étudiants et associations, dont le mien fait partie cette fois-ci.



## Sommaire

I. Présentation de la structure d'accueil .....	1
II. Introduction .....	3
a. État de l'art.....	3
III. Matériel et méthode.....	5
a. Conditions pédoclimatiques de l'étude .....	6
b. Protocole Jardibiodiv .....	7
c. Démarche expérimentale.....	8
d. Calculs des indices de diversité et d'équitabilité .....	9
IV. Résultats .....	10
V. Discussions & interprétations.....	13
VI. Conclusion.....	15
a. Bilan personnel.....	15
VII. Bibliographie.....	16
VIII. Annexes.....	19
Résumé .....	23
Abstract.....	23

## Sigles et abréviations utilisés

ANOVA : ANalysis Of VAriance

ALPE Laxou : Association Laxovienne pour la Protection des Espaces

CPIE : Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

ENSAIA : École Nationale Supérieure en Agronomie et Industries Alimentaires

FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations

GES : Gaz à Effet de Serre

INRAE : Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement

ITIS : Integrated Taxonomic Information System

K : Potassium

LPO : Ligue de Protection des Oiseaux

LSE : Laboratoire Sols et Environnement

N : Azote

OAB : Observatoire Agricole de la Biodiversité

P : Phosphore

WRB : World Reference Base for soil resource



## Table des figures

Figure 1 : Matrice SWOT de FLORE 54.....	2
Figure 2 : Interactions entre les rôles/fonctions joués par la biodiversité des sols et les bienfaits que rendent les sols urbains à la société. Tiré de Auclerc, 2021. D'après Blanchart, 2018 ; Brussaard, 2012 ; Orgiazzi et al., 2016. ....	5
Figure 3 : Emplacements et noms des jardins concernés. Photo satellite de Géoportail .....	6
Figure 4 : Conditions météorologiques lors de l'expérience .....	7
Figure 5 : Différentes étapes imagées de la méthode Jardibiodiv .....	7
Figure 6 : Descriptif du matériel utilisé pour le protocole Jardibiodiv .....	8
Figure 7 : Représentation graphique de la situation de chaque jardin en fonction des indices calculés avec distinction entre jardiné et non-jardiné (exprimés en %)......	13

## Table des tableaux

Tableau 1 : Feuille de relevés pour chaque jardin avec mise en forme conditionnelle .....	10
Tableau 2 : Tableau récapitulatif des indices calculés pour chaque jardin .....	12

## Tables des annexes

Annexe 1 : Évolutions des adhésions annuelles à FLORE 54 de 2013 à 2022.....	19
Annexe 2 : Nature des recettes et dépenses de FLORE 54 en 2022 .....	19
Annexe 3 : Niveaux de participation des citoyens lors de projets de sciences participatives (issu de la charte INRA, 2016). Tiré de Auclerc, 2019.....	19
Annexe 4 : Cartes réalisées pour l'animation du 26/07 au jardin des Mille fleurs .....	20
Annexe 5 : Profil d'un technosol réalisé lors du projet TrameBioSol au Square des Bosquets de Laxou (été 2021). Tiré de TrameBioSol, 2021.....	20
Annexe 6 : Schéma d'un piège Barber. Tiré de TrameBioSol, 2022. ....	21
Annexe 7 : Photo d'un piège Barber installé dans un bac à salades .....	21
Annexe 8 : Photo de l'assiette utilisée pour l'identification des organismes .....	21
Annexe 9 : Photos d'un lithobie observée à la loupe binoculaire (G x20).....	22
Annexe 10 : Photo d'une araignée-loup (Lycosidae, à gauche) et d'une Gnaphosidae (à droite) observée à la loupe binoculaire (G x20) .....	22
Annexe 11 : Photo d'une cigale (Cicadidae) observée à la loupe binoculaire (G x20) .....	22



## I. Présentation de la structure d'accueil

FLORE 54, fédération existante depuis 1983, agit au titre de la protection de l'environnement. Aujourd'hui basée à Laxou, elle regroupe une soixantaine d'associations et collectifs ayant un champ d'action qui varie du local au départemental, voire au-delà pour certains. Depuis 2012, elle bénéficie d'une habilitation à participer aux débats publics sur l'environnement. Elle fête cette année ses 40 ans d'existence et organise de nombreux événements à cette occasion.

FLORE 54 rédige les quatre missions principales dont elle s'est chargée de la manière suivante :

- la **sensibilisation du public** à travers de nombreuses animations et outils pédagogiques
- la **participation** et **l'animation** d'un réseau au niveau de la Meurthe-et-Moselle voire au-delà
- la **représentation des citoyens et structures** dans les instances de concertation
- **l'accompagnement des jeunes** en Service Civique ou en stage dans leur cursus d'études ou vers un premier parcours professionnel.

La fédération fonctionne avec un conseil d'administration composé de 13 membres, dont mon maître de stage, Raynald RIGOLOTT, est le président depuis 1983.

Elle est entièrement gérée par des bénévoles : 25 personnes participent régulièrement ou occasionnellement à la mise en œuvre d'action sur le terrain, au-delà du travail réalisé par les structures adhérentes. Une matrice SWOT de la fédération peut être trouvée à la *Figure 1*.

Dans une logique d'apports réciproques, cinq services civiques et une douzaine de stagiaires issus de différentes formations (BTS GPN, BUT, Licence, Master...) ont été accueillis en 2023 car ils constituent de véritables atouts pour FLORE 54. La fédération accompagne les jeunes dans leur cursus, leur permettant ainsi de développer leurs projets, d'acquérir compétences et connaissances, de se constituer un réseau professionnel, et dans une bonne ambiance de travail. En échange, les jeunes renforcent l'image de la fédération et contribuent à son développement à court et moyen terme en menant à bien des projets qui participent à la renommée de la structure.

La fédération loue un local partagé avec la Gazette Lorraine, à Laxou.

Ses principaux partenaires comptent des associations adhérentes (La Régie de quartier Laxou, le Jardin des 1000 fleurs, Les botanistes de Floraine, Sauvons nos coteaux de Ludres, ALPE Laxou, le Conservatoire des espaces naturels de Lorraine, les Croqueurs de pommes), des collectivités (Vandoeuvre, Maxéville, Richardménil, Gondreville, Mamey), mais aussi des structures non adhérentes (Ligue de Protection des Oiseaux (LPO), la Cité des paysages, le CPIE Nancy Champenoux).

Le budget de la fédération, hors projets spécifiques, est d'environ 40-45 000 € par an. En 2022, la situation financière de FLORE 54 était considérée comme saine (ce qui est encore le cas aujourd'hui). FLORE 54 est une fédération en prise de vitesse : le nombre total d'adhésions augmente chaque année depuis 2013 (*Annexe 1*) et les projets sont de plus en plus nombreux.





Figure 1 : Matrice SWOT de FLORE 54

Les financements de la fédération sont divers (département 54, DREAL, Métropole du Grand Nancy, adhésions, partenariats, ventes de produits et prestations, voir *Annexe 2*) et l'argent est investi pour mener à bien de nombreux projets. Au 1er janvier 2022, la situation économique était de +29 532€, contre +31 489€ au 31 décembre de la même année.

Le projet [TrameBioSol](#) est à la fois la première source de recettes ainsi que de dépenses. Mené par FLORE 54 et la startup Sol&Co, il propose la création et la restauration d'une trame brune (le sol) pour compléter les trames vertes et bleues établies sur la métropole du Grand Nancy.

Les activités de FLORE 54 sont principalement constituées de conférences, d'organisation/participation à des manifestations et animations, de sorties nature, de création d'outils et jeux pédagogiques, de sensibilisation du grand public, d'interventions sur des dossiers d'aménagement (transport, photovoltaïque, biomasse, gestion des forêts, Zone Natura 2000, etc.)... FLORE 54 vient de terminer la réalisation d'un [livre portant sur "La forêt de Haye"](#) et finalise actuellement un livre pédagogique sur la biodiversité des sols. FLORE 54 a décidé de reconduire une quatrième édition du concours photo annuel devant le succès des trois précédentes, avec 144 participants pour 380 photos proposées en 2022. Bien qu'elle soit présente dans de nombreuses commissions et comités de pilotage, elle estime ses préconisations trop peu souvent prises en compte.

FLORE 54 a reçu deux prix dans les cinq dernières années : le Grand Prix de l'Académie Stanislas en janvier 2019 pour l'ensemble de ses activités, dont le classement du massif forestier en forêt de protection ; ainsi que le prix régional Initiative associative Sainte Croix pour le projet TrameBioSol.

Au cours de mon stage, les missions qui m'ont été confiées à FLORE 54 ont été diverses et j'ai pu prendre part à la vie de l'association ainsi que suivre différentes actions. Ma tâche principale, la mise en œuvre du protocole Jardibiodiv dans des jardins partagés, fait l'objet de ce rapport. J'ai participé au début de mon stage à la création d'une animation (*Annexe 4*) portant sur la biodiversité des sols au Jardin des 1000 fleurs à Laxou, qui nous a valu un [article dans l'Est Républicain](#).



## II. Introduction

Les sols abritent une importante biodiversité qui contribue à de nombreux services écosystémiques (décomposition de la matière organique, structuration du sol, ou encore régulation des populations). Elle revêt ainsi un intérêt agronomique car elle contribue grandement à la fertilité des sols, et donc à la production de nourriture.

La biodiversité des sols étant aujourd'hui menacée, le maintien des services écosystémiques n'est plus assuré et cela est directement lié aux activités anthropiques, notamment celles associées à notre alimentation. Le système agricole industriel est en effet considéré comme **la première cause de l'effondrement de la biodiversité à l'échelle mondiale et nationale** (IPBES, 2019 ; Commissariat général au développement durable, 2019). Cela s'explique par le développement de pratiques agricoles intensives depuis les années 1950 qui ont conduit à un phénomène d'homogénéisation des agrosystèmes, une utilisation massive d'intrants agricoles et un travail du sol excessif. En résulte une perte d'habitats (semi)-naturels affectant particulièrement les insectes (Jacquemet, 2021) ainsi que des perturbations majeures dans les écosystèmes naturels.

Plus généralement, le dérèglement climatique constitue une menace pour la diversité des espèces (Jacquemet, 2021), en plus de provoquer des événements météorologiques extrêmes de plus en plus fréquents et intenses. Pour rappel, le système alimentaire global est **la première activité humaine émettrice de GES au monde** : 1/3 des émissions anthropiques mondiales (Tubiello et al., 2021) et 24% de notre empreinte carbone en France (Barbier et al., 2019).

Dans un contexte où les pressions exercées sur la biodiversité des sols s'accroissent (artificialisation des sols, agriculture, pollutions, érosion, dérèglement climatique, introduction d'espèces, etc.), il est pertinent d'établir un suivi des populations afin de mesurer l'impact de ces pressions sur les organismes du sol et trouver des solutions adéquates. Aujourd'hui, les données à ce sujet sont encore rares.

Apolline AUCLERC, enseignante-chercheuse au Laboratoire Sols et Environnement (LSE, laboratoire ENSAIA), a donc conçu le protocole Jardibiodiv : un programme de sciences participatives qui a pour but l'obtention d'une base de données à large échelle concernant les invertébrés vivant en surface des sols. Sur la base du volontariat, les citoyens peuvent ainsi contribuer à ce travail d'inventaire pour étudier la diversité et l'abondance des organismes du sol tout en étant sensibilisés et responsabilisés. FLORE 54 m'a proposé d'intervenir dans le cadre du projet "[De la graine à l'assiette](#)", qui se tient sur 6 jardins de la Métropole du Grand Nancy pour y mettre en œuvre le protocole Jardibiodiv, et ainsi apporter une plus-value au projet. Lancé par FLORE 54 et l'association l'Or des Graines en 2023, ce projet a pour objectif la plantation de semences de salades anciennes pour en récolter les graines.

### a. État de l'art

Avant de poursuivre ce rapport, il semble important de définir la notion de sol pour bien saisir le cadre de l'expérimentation.

L'Association Française d'Étude des Sols définit le sol comme un "volume qui s'étend depuis la surface de la Terre jusqu'à une profondeur marquée par l'apparition d'une roche dure ou meuble, peu altérée ou peu marquée par la pédogenèse". Le sol comporte plusieurs horizons qui "correspondent à une organisation des constituants organiques et/ou minéraux, la terre". Il est également l'habitat d'une



biodiversité active (AFES, 2018) désignée par le terme “biodiversité des sols”. Cette appellation renvoie à tous les organismes qui passent au minimum une phase de leur vie dans le sol ou dans ses annexes (feuilles mortes, matières organiques mortes, bois mort, mousses au sol, etc). La FAO considère qu’un quart de la biodiversité de notre planète est hébergée par les sols (FAO, 2015).

Les organismes du sol peuvent être classés en fonction de leur taille pour les catégoriser. L’étude menée au cours de ce stage se concentre sur la mésofaune (entre 0,2 et 4 mm, comprenant les acariens, collemboles, protoures, diploures, etc) et la macrofaune (entre 4 et 80 mm de longueur, dont les araignées, vers de terre, cloportes, mille-pattes, etc), qui sont faciles à capturer et observer à la loupe binoculaire.

Divers facteurs influencent la composition de la biodiversité d’un sol. On retrouve trois principaux facteurs, avec les caractéristiques du sol (physique, chimique), la couverture du sol (diversité des plantes, % de sol nu, lumière...), ainsi que les autres espèces présentes à l’échelle du paysage (chaîne trophique, auxiliaires, etc) (Bardgett, 2005 ; Orgiazzi et *al.*, 2016). Le jardinage et l’urbanisation, en venant modifier l’utilisation du sol et sa gestion, influencent ainsi l’écosystème. Les pratiques de jardinage employées au sein des jardins concernés par cette expérimentation, bien qu’elles ne soient pas identiques dans tous les cas, se rapprochent du concept de permaculture (élaboré par Mollison & Holmgren, 1978). La permaculture peut être définie comme un “système de culture intégré et évolutif s’inspirant des écosystèmes naturels” (Sarhou, 2018). Parmi les pratiques observées dans les jardins, on trouve notamment l’absence d’intrants de synthèse, le recours au paillage, un bêchage non systématique, des associations culturales (courges et haricot par exemple), la présence de haies et arbres fruitiers, des composteurs et récupérateurs d’eau de pluie, etc. La permaculture cherche à valoriser et respecter la biodiversité pour profiter des services écosystémiques qu’elle offre.

Les jardins concernés par l’étude se trouvant dans le Grand Nancy, les sols y sont donc considérés comme urbanisés et anthropisés. Un sol qualifié “d’urbain” relève d’une définition plus géographique que pédologique : cette formule regroupe différents types de sol avec des caractéristiques biologiques, chimiques et physiques parfois hétérogènes, plus ou moins marqués par les activités humaines (Blanchart, 2018) et qui peuvent approcher les propriétés agronomiques des sols agricoles ou forestiers (Joimel et *al.*, 2016). D’un point de vue pédologique, ces sols sont considérés comme étant des “Technosols” dans la *World Reference Base for soil resource*, c’est-à-dire que leurs propriétés et leurs genèses sont fortement influencées par les activités humaines. Ces sols contiennent des artefacts, c’est-à-dire des résidus fabriqués ou altérés par l’Homme, comme des plastiques, boues, pierres, briques, ou béton par exemple (WRB, 2015 ; Blanchart, 2018). Les jardins urbains sont donc à l’interface des usages agricoles et urbains des sols. Ils peuvent présenter des teneurs élevées en nutriments (N, P, K) dues aux apports d’engrais, ainsi que des niveaux élevés en métaux lourds pouvant entraîner des risques concernant la santé des consommateurs (Guilland et *al.*, 2018 ; Schwartz, 2013 ; WRB, 2015).

Bien qu’elle joue de nombreux rôles dans l’écosystème urbain et dans nos jardins (voir Figure 2), l’état de la biodiversité dans ces sols reste aujourd’hui peu connu dû au manque de données scientifiques. Auparavant peu traitée, la prise en compte des sols dans les études scientifiques augmente à partir des années 1990, et la part de ces études concernant les sols urbains atteint 3 à 4% aujourd’hui (Guilland et *al.*, 2018). Ce constat s’applique également au grand public, qui n’a qu’une connaissance très partielle des sols et de la biodiversité qu’ils abritent.

On peut supposer que la biodiversité dans les écosystèmes urbains soit relativement faible et/ou qu’une biodiversité particulière se soit adaptée aux perturbations anthropiques (Auclerc, 2019).





En raison des interactions complexes ayant lieu dans le sol, avoir des communautés diverses et équilibrées dans le sol de son jardin permet le bon fonctionnement d'une large gamme de services écosystémiques (Jeffery et *al.*, 2010).

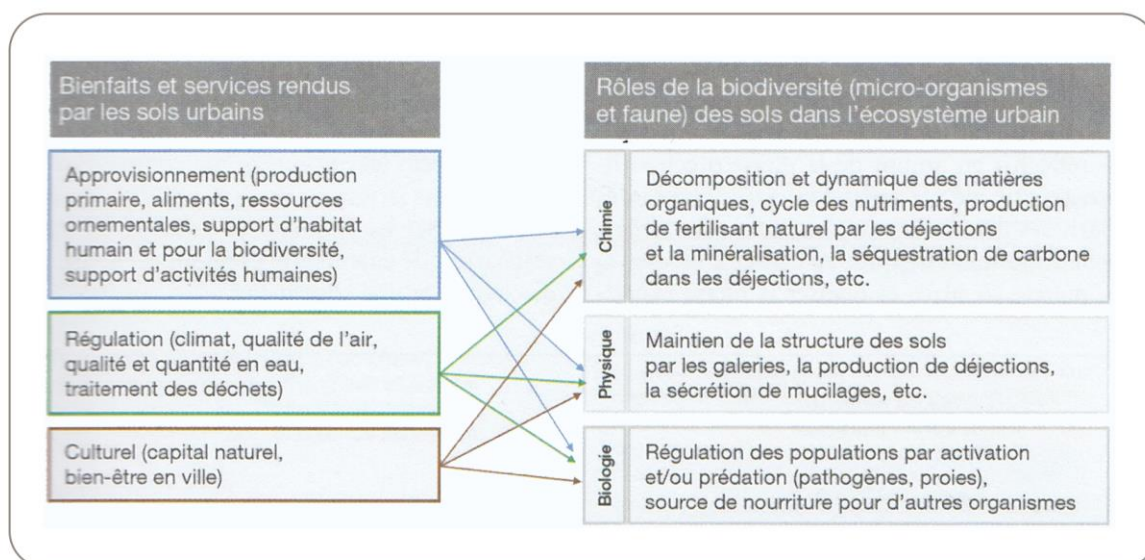


Figure 2 : Interactions entre les rôles/fonctions joués par la biodiversité des sols et les bienfaits que rendent les sols urbains à la société. Tiré de Auclerc, 2021. D'après Blanchart, 2018 ; Brussaard, 2012 ; Orgiazzi et *al.*, 2016.

C'est avec ces connaissances que le protocole Jardibiodiv a été élaboré au printemps 2017 : il cherche à la fois à répondre à des questions scientifiques et à sensibiliser le grand public en étant attractif. Il se concentre sur l'étude de la biodiversité des jardins, et plus particulièrement sur la macrofaune (invertébrés visibles à l'œil nu, > à 2 mm) et les collemboles. Il respecte la charte de l'INRAE relative aux sciences participatives, qui y sont définies comme « des formes de production de connaissances scientifiques auxquelles participent, aux côtés des chercheurs, des acteurs de la société civile, à titre individuel ou collectif, de façon active et délibérée. » (INRA, 2017). Il a récemment atteint le niveau 4 de participation des citoyens défini dans cette charte (Annexe 3), c'est-à-dire qu'il y a collaboration complète à chaque étape de la démarche scientifique.

D'autres projets de sciences participatives sur la biodiversité des sols existent mais ils diffèrent de Jardibiodiv : l'Observatoire Participatif des Vers de Terre se concentre sur les lombriciens uniquement, et l'Observatoire Agricole de la Biodiversité (OAB) étudie les carabes et gastéropodes.

Ainsi, l'objectif de mon stage est de réaliser un **premier inventaire de la biodiversité des sols** vivant en surface dans ces jardins, ainsi que de **déterminer si le jardinage a une influence ou non sur les organismes du sol** en comparant les résultats obtenus dans des pièges posés dans des parcelles cultivées et non-cultivées.

### III. Matériel et méthode

Les cinq jardins dans lesquels a été mis en œuvre le protocole Jardibiodiv se situent dans 4 communes différentes : Laxou, Villers, Nancy et Maxéville (voir Figure 3). Les couleurs et identifiants attribués aux jardins resteront les mêmes dans ce rapport pour faciliter la compréhension.



Figure 3 : Emplacements et noms des jardins concernés. Photo satellite de Géoportail

Ces cinq jardins ne sont pas identiques : ils n'ont ni le même statut, ni la même ancienneté, ni les mêmes vocations et sont donc gérés différemment.

Les jardins A et C sont des jardins gérés par des associations, respectivement les [Jardins Citoyens](#) et les [Jardins du Paquis](#). Ils sont donc entretenus par des bénévoles. Le jardin A a été créé en 2018 et le C en 2016.

Le jardin B appartient à la [Régie de Quartier de Laxou](#). Créé en 2011, il sert de chantier de réinsertion et les légumes produits sont disponibles à l'achat pour les adhérents.

Le jardin E, géré par la [ville de Maxéville](#), a en plus de sa vocation de production une visée pédagogique en lien avec le centre Léo Lagrange de Maxéville. Ancien terrain de foot, il vient d'être inauguré en octobre 2022.

Enfin, le jardin D appartient à la [ville de Nancy](#). Premier jardin de Nancy et historiquement pourvu d'une vocation botanique, il est devenu parc pédagogique en 1993 suite à la création du jardin botanique J.M. Pelt à Villers-lès-Nancy. Sa vocation principale n'est donc pas la production, bien que la libre cueillette soit autorisée.

## a. Conditions pédoclimatiques de l'étude

Sur la majorité des jardins, les sols sont à l'origine des calcosols, parfois transformés en technosols. Les calcosols sont formés à partir de matériaux calcaires riches en carbonates et calcium. Leur texture principale est argileuse et ils sont souvent perméables, avec un pH basique (Gis Sol, 2019). Ils peuvent avoir été modifiés en technosols par l'ajout de matériaux issus des activités humaines, telles que l'urbanisation (TrameBioSol, 2022). Un profil de technosol réalisé au Square des Bosquets de Laxou (à 300 m du jardin A) lors du projet TrameBioSol est disponible en *Annexe 5*.

Pour des raisons de logistique, tous les pièges n'ont pas été posés à la même date. Les conditions pédoclimatiques n'ont donc pas été les mêmes lors du piégeage dans chaque jardin, ce qui représente un biais important. Les conditions climatiques influencent l'activité des organismes du sol (Auclerc, 2021), la pluie étant un paramètre favorable. À partir du 16 août, de fortes chaleurs se sont installées pendant un peu plus d'une semaine, avec peu de précipitations et un fort ensoleillement (voir Figure 4). On peut donc supposer que les pièges posés après cette date avaient moins de probabilité de piéger des organismes, leur activité étant ralentie.



Pour le protocole Jardibiodiv, l'été n'est pas la saison idéale. Il est recommandé d'éviter de le faire après des périodes de sécheresse, et de privilégier des saisons comme le printemps et l'automne (Opération Jardibiodiv, 2022).

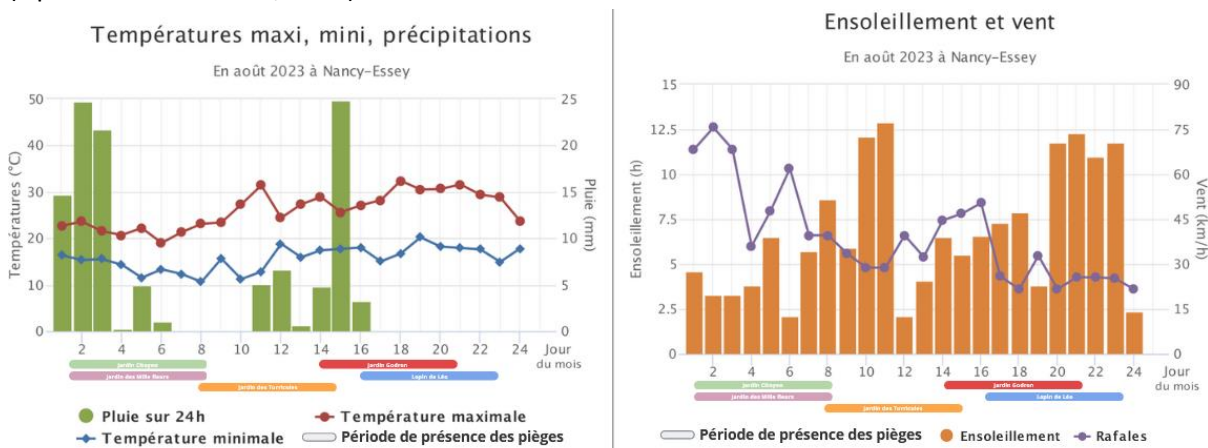


Figure 4 : Conditions météorologiques lors de l'expérience

## b. Protocole Jardibiodiv

Dans sa version originale, le protocole Jardibiodiv consiste à installer des pièges Barber laissés 7 jours et récoltés quotidiennement. Cela permet d'avoir le plus de représentativité possible concernant la présence d'organismes dans l'écosystème ainsi que sur leur activité, influencée par les fluctuations de la météo (Auclerc, 2021).

Ce n'était pas possible dans le cas de cette étude car cela aurait nécessité des déplacements parfois loins et plusieurs fois par semaine. Les pièges étaient donc laissés pendant 7 jours, mais récoltés seulement à la fin de cette durée.

Le fonctionnement d'un piège Barber est simple : un gobelet rempli de vinaigre blanc est enterré à ras du sol, voire un peu en dessous de la surface, pour que les organismes qui passent au hasard à cet endroit y tombent. Le vinaigre blanc sert à les tuer et les conserver. Un toit fabriqué à partir de carton imperméable (issu de brique de jus de fruit dans mon cas) est maintenu par quatre piques en bois et placé au-dessus du gobelet pour le protéger des intempéries et des prédateurs. Un schéma de piège Barber peut être consulté en Annexe 6 et une photo en Annexe 7.

Le matériel présenté sur la Figure 6 a été utilisé pour la pose des pièges. Ils peuvent être installés en suivant le protocole suivant, imagé avec la Figure 5 :

1. Creuser un trou de la profondeur d'un gobelet
2. Placer un gobelet propre dans le trou
3. Remplir le gobelet avec 2-3 cm de vinaigre, en faisant attention à ne pas faire tomber de petites particules de terre
4. Mettre en place le toit
5. Faire les relevés après 7 jours

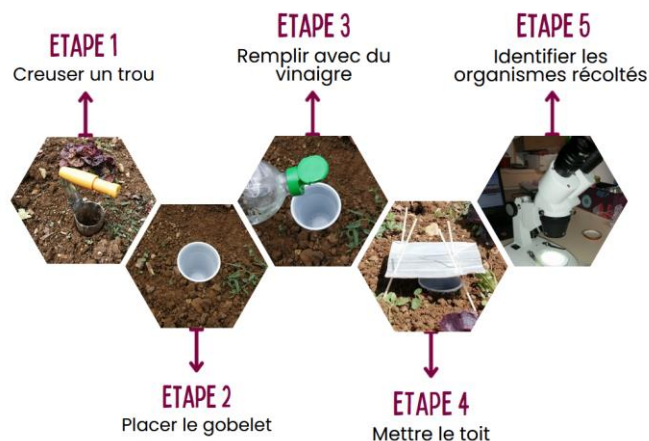


Figure 5 : Différentes étapes imagées de la méthode Jardibiodiv



France 3 a fait un [reportage](#) en 2018 sur le protocole et sa conceptrice, Apolline Auclerc.



Figure 6 : Descriptif du matériel utilisé pour le protocole Jardibiodiv

Pour effectuer les relevés, FLORE 54 dispose d'une loupe binoculaire de référence BRESSER Researcher ICD LED 20x-80x, et de clés de détermination permettant d'identifier les organismes (*Clé des principaux ordres d'insectes d'Europe* - P. Rasmont, Y. Barbier, M. Terzo & S. Iserbyt, 2009).

Concernant la taxonomie, il a été choisi d'arrêter l'identification des organismes à leur famille et de ne pas poursuivre jusqu'à l'espèce car cela serait trop complexe et demande des compétences et clés d'identification précises. Les résultats n'en seraient que plus incertains et aller jusqu'à l'espèce ne paraît pas pertinent pour ce rapport. Des photos réalisées lors de l'identification sont disponibles de l'Annexe 8 à l'Annexe 11.

### c. Démarche expérimentale

Dans chaque jardin, 4 pièges ont été posés à des endroits différents pour essayer d'avoir une bonne représentativité du site, même si cela a dû se faire au détriment des répétitions. La représentativité permet de se rapprocher d'un inventaire correct de la biodiversité présente dans le jardin, en ne se focalisant pas uniquement sur un micro-écosystème du jardin. De plus, ces données permettent de calculer des indices de diversité des écosystèmes (indice de Shannon, Simpson, Hill).

Pour construire une problématique plus poussée qu'un inventaire et ayant un intérêt scientifique, une autre dimension a été ajoutée lors du choix de l'emplacement des pièges : 2 d'entre eux seraient posés dans des parcelles jardinées et les 2 autres dans des zones non-jardinées. L'idée est donc de pouvoir dresser un inventaire de chaque jardin tout en essayant de conclure statistiquement à propos d'un potentiel effet du jardinage sur les résultats obtenus. Cette analyse statistique consiste en une ANOVA.

Le choix de cette problématique n'a pu se faire avant de commencer la pose des pièges car la configuration et la composition des jardins m'étaient inconnues. Une problématique sur le jardinage, possible et cohérente, ne nécessitant pas d'éléments complexes, a donc été choisie. L'ANOVA n'a finalement pas pu aboutir, les raisons sont expliquées plus loin dans ce rapport.

Le contexte expérimental se pose donc de la manière suivante :





Les jardins représentent les unités expérimentales, au nombre de 5. Il y a donc total  $4 \times 5 = 20$  pièges par jardin. Pour chaque modalité, on a 10 répétitions (2 par jardin pour chaque).

En réalisant une ANOVA, on cherche à déterminer si le jardinage a une influence sur le nombre d'organismes dans le sol. L'hypothèse de départ  $H_0$  considère que le jardinage n'a pas d'influence sur les communautés présentes dans le sol, bien que l'on s'attende à observer des différences.

Le facteur ici considéré est le jardinage (variable qualitative), avec deux modalités : Jardiné et Non jardiné. La variable quantitative est le nombre d'organismes observés. Pour chaque modalité, 10 répétitions sont effectuées : 10 pièges placés en milieu jardiné et 10 en milieu non jardiné.

Par le terme « zones non jardinées », on entend des parcelles qui n'ont pas été cultivées depuis au moins 3 ans, voire même jamais, ce qui ne veut pas dire qu'elles n'ont pas subi d'actions anthropiques (comme la fauche, par exemple). Les « zones jardinées » sont des parcelles cultivées à la période de l'expérimentation et les pièges ont été posés au milieu des cultures (majoritairement dans les courges, mais aussi pommes de terre, salades, navets, blettes, fraisières).

## d. Calculs des indices de diversité et d'équitabilité

Afin de comparer les jardins entre eux et essayer de déterminer leur diversité spécifique ainsi que leur équitabilité, il est intéressant de calculer plusieurs indices. La diversité spécifique prend en compte à la fois le nombre d'espèces présentes, ainsi que la distribution des individus parmi ces espèces. L'équitabilité, quant à elle, mesure l'écart entre la distribution observée et une distribution théorique uniforme (Marcon, 2015). Calculer plusieurs indices permet une comparaison plus complète entre les écosystèmes.

Deux des indices ici calculés, Shannon et Simpson, sont des mesures de l'entropie. Cette notion peut être définie comme la "surprise moyenne fournie par l'observation d'un échantillon" (Marcon, 2015) et a été fondée par Shannon pour la mesure de la diversité (Shannon, 1948). Il est important de mentionner que ces indices sont des modèles mathématiques et non la réalité. Dans le cas de cette étude, les espèces sont remplacées par les familles, pour les raisons de complexité d'identification expliquées plus-haut.

Dans chacune des formules suivantes, on utilise :

$p_i$  : % d'abondance d'une famille présente ( $p_i = n_i/N$ )

$n_i$  : nombre d'individus dénombrés pour une famille

$N$  : nombre total d'individus dénombrés

$S$  : nombre total de familles présentes

Indice de Shannon :

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \cdot \log_2(p_i)$$

Indice de Pielou :

$$J = \frac{H'}{\log_2(S)}$$

L'indice de Shannon prend en compte la probabilité de rencontrer une espèce présente dans un écosystème (Rényi, 1961). Plus le nombre d'espèces différentes est grand, plus l'indice  $H'$  sera élevé. Bien que souvent employé, il tend à augmenter lorsque des espèces rares sont présentes (Marcon, 2015), ce qui amène un biais lors de comparaisons d'indices de Shannon de différents milieux.

Il s'accompagne souvent de l'indice de Pielou, qui est une expression de l'équitabilité formulée à partir de l'indice de Shannon (Pielou, 1966). Quand cet indice tend vers 1, l'équitabilité augmente.





Indice de Simpson :

$$l = \frac{\sum_{i=1}^S n_i \cdot (n_i - 1)}{N \cdot (N - 1)}$$

Indice d'équitabilité de Simpson :

$$ED = \frac{D}{1 - (1/S)}$$

Il est possible de soustraire l'indice de Simpson  $l$  à 1 pour le transformer en indice de diversité, noté  $D$ . Cet indice de diversité représente la probabilité que deux individus pris au hasard dans l'écosystème appartiennent à la même espèce (Zhang, 2012). La diversité augmente quand  $D$  se rapproche de 1. Contrairement à l'indice de Shannon, celui-ci varie moins sensiblement dans le cas d'espèces rares (Marcon, 2015).

On peut également calculer un indice d'équitabilité à partir de l'indice précédent pour observer un effet de dominance d'une espèce si  $ED$  tend vers 0.

Indice de Hill :

$$E_{2,1} = \frac{1/l}{eH'}$$

L'indice de Hill reprend les deux indices précédents et établit un rapport entre eux (Hill, 1973). Son but est à la fois de prendre en compte les espèces abondantes (Simpson) et les espèces rares (Shannon). Il est souvent considéré comme une synthèse de ces indices. La biodiversité est considérée comme importante lorsque Hill tend vers 0.

## IV. Résultats

Une fois l'expérimentation réalisée, les pièges ont été relevés et les organismes identifiés.

Le Tableau 1 est la feuille qui synthétise les résultats bruts obtenus pour chaque jardin. La taxonomie est issue de la [classification ITIS](#). La ligne "indéterminés" recense les organismes qui n'ont pas pu être identifiés car trop complexes, tandis que la ligne "non identifiables" désigne ceux qui étaient trop dégradés pour une identification. La mise en forme conditionnelle appliquée met en valeur les familles les plus représentées : collemboles arthropléones, fourmis, glomérus, cloportes et les araignées-loups, etc. Le jardin le plus abondant est celui des Turricules (Jardin C) avec 378 individus recensés.

Il faut ici remarquer la part importante de la mésofaune, supérieure à la macrofaune, dans les jardins C, D et E. Le jardin B est donc un cas spécial, où la part de macrofaune est supérieure à celle de la mésofaune. La tendance qui se dégage de ce tableau montre une abondance plus élevée dans les zones non jardinées comparée aux jardinées, avec notamment des collemboles bien plus présents.

Tableau 1 : Feuille de relevés pour chaque jardin avec mise en forme conditionnelle

Organismes						Jardin A (CIT)		Jardin B (MILF)		Jardin C (TURR)		Jardin D (GOD)		Jardin E (LLEO)		TOTAL	% du total			
						Période		Période		Période		Période		Période						
Embranchement	Sous-embr.	Classe	Ordre	Famille	Nom commun	01/08 - 08/08		01/08 - 08/08		08/08 - 15/08		14/08 - 21/08		16/08 - 23/08						
						Jardiné	Non Jardiné	Jardiné	Non Jardiné	Jardiné	Non Jardiné	Jardiné	Non Jardiné	Jardiné	Non Jardiné					
Arthropoda	Hexapoda	Insecta	Coleoptera	Curculionidae	Charaçons			1								1	0,07			
				Staphylinidae	Staphylyns			1						1	1		12	0,89		
				Staphylinidae	Larves de staphylyns				5	2	6						13	0,97		
				Meloidae	Cantharides												2	0,15		
				Hydrophilidae	-	2	1				1	1					5	0,37		
				Melyridae	-		2										2	0,15		
				Carabidae	Carabes			1			1				1		3	0,22		
				Coccinellidae	Coccinelles					4							4	0,30		
				Dytiscidae	Dytiques							3					3	0,22		
				Tenebrionidae	Ténébrion							1					1	0,07		
				Latrididae	-											2	1	4	0,30	
				Mycetophagidae	-									1			1	0,07		
				De taille mésofaune	/					2					1		3	0,22		
				Scathophagidae	-								1				1	0,07		
				Anthomyiidae	-										1		1	0,07		
			Muscidae	Mouche domestique										1		1	2	0,15		
			Heleomyzidae	-											1		2	0,15		
			De taille mésofaune	/					3	14	6	4	2		2	3	34	2,53		
			Pyrrhocoridae	Gendarmes					1								1	0,07		
			Reduviidae	Réduves					1								1	0,07		
			Anthocoridae	-					2		1				1		4	0,30		
			Alydidae	Punaises							1						1	0,07		
			Cicadidae	Cigales					2	1	2	1	1		4		11	0,82		
			Mesoveliidae	-								1					1	0,07		
			Tingidae	-										2			2	0,15		
			Miridae	-										1			1	0,07		
			Lygaeidae	-										1			1	0,07		
			Cimicidae	Punaises												1	1	0,07		
			Lepidoptera	Larves de lépidoptères						1	2			1	3		7	0,52		
			Neuroptera	Larves de neuroptères						1		1					2	0,15		
			Orthoptera									9	2				11	0,82		
			Hymenoptera	Gryllidae	Grillon												4	0,30		
				Braconidae	Guêpes				4	1					8		13	0,97		
				Sapygidae	-					1	1	1	1				4	0,30		
				Formicidae	Fourmis	1	2	11	58	34	10	1	10	1			128	9,51		
				Pteromalinae	-					1							1	0,07		
			Siphonaptera	Puces					1					1			2	0,15		
			Collembola	Collembola	De taille mésofaune	Arthropléones			11	6	55	24	77	113	17	143	25	245	716	53,19
				Collembola	De taille mésofaune	Symphyléones												4	0,30	
				Collembola	De taille mésofaune	Symphyléones												3	0,22	
			Myriapoda	Chilopoda	Lithobiomorpha	Lithobiidae	Lithobies		1	1	2					1	1	7	0,52	
				Diplopoda	Glomerida	Polydesmia	Glomeris		8	14	12	13	4	11	10		18	8	98	7,28
			Chelicerata	Euchelicerata	Aranea	Polydesmiidae	-											9	0,67	
						Pisauridae	Araignées à oeufs				1			1					2	0,15
						Lycosidae	Araignées-loups			1	3	3	10	23			1	1	1	43
Cheiracanthidae	-							1									1	0,07		
Pholcidae	-							1									1	0,07		
Entelegynae	-						3			1							4	0,30		
Clubionidae	-						1		1					4	2	1	9	0,67		
Dysderidae	-									1							1	0,07		
Linyphiidae	-									3	1	3	2	10			3	22	1,63	
Thomisidae	Araignée crabe														1		1	0,07		
Gnaphosidae	-															1	1	0,07		
Hahniidae	-																1	0,07		
De taille mésofaune	/								8	1	1	1	18			1	30	2,23		
Indéterminée	/								1	1	2	5		1	1		11	0,82		
Ixodida	Tiques											1			1		2	0,15		
Acariformes	De taille mésofaune								3								3	0,22		
Crustacea	Malacostraca	Isopoda				Indéterminée	Cloportes		2	3	1	6	10	3	21			46	3,42	
Annelida	/	Clitellata				Haplotaxida	Vers de terre		1									1	0,07	
Plathelminthes	Indéterminé	Indéterminée	Indéterminé	Indéterminée	Vers plats	3									3	0,22				
Mollusca	/	Gastropoda	Pulmonata	Indéterminée	Escargots	1		1				4			7	0,52				
				Indéterminée	Limaces	1			2				4		7	0,52				
				Indéterminés			3	3	2	1			2		11	0,82				
				Non identifiable			2	2	2	1	2	3		2	16	1,19				
<b>TOTAL (Macrofaune + Mésofaune)</b>						<b>41</b>	<b>58</b>	<b>120</b>	<b>153</b>	<b>170</b>	<b>208</b>	<b>63</b>	<b>195</b>	<b>63</b>	<b>275</b>	<b>1346</b>	<b>100</b>			
<b>Total par jardin</b>						<b>99</b>		<b>273</b>		<b>378</b>		<b>258</b>		<b>338</b>						
<b>Total Macrofaune (&gt; 4 mm) uniquement</b>						<b>27</b>	<b>38</b>	<b>50</b>	<b>122</b>	<b>88</b>	<b>71</b>	<b>46</b>	<b>48</b>	<b>35</b>	<b>29</b>	<b>554</b>	<b>41,16</b>			
<b>TOTAL Macrofaune par jardin</b>						<b>65</b>		<b>172</b>		<b>159</b>		<b>94</b>		<b>64</b>						
<b>% Macrofaune</b>						<b>65,66</b>		<b>63,00</b>		<b>42,06</b>		<b>36,43</b>		<b>18,93</b>						
<b>Total Mésofaune (&lt; 4 mm) uniquement</b>						<b>14</b>	<b>20</b>	<b>70</b>	<b>31</b>	<b>82</b>	<b>137</b>	<b>17</b>	<b>147</b>	<b>28</b>	<b>246</b>	<b>792</b>	<b>58,84</b>			
<b>TOTAL Mésofaune par jardin</b>						<b>34</b>		<b>101</b>		<b>219</b>		<b>164</b>		<b>274</b>						
<b>% Mésofaune</b>						<b>34,34</b>		<b>37,00</b>		<b>57,94</b>		<b>63,57</b>		<b>81,07</b>						

Il a ensuite été possible de calculer des indices de diversité et d'équitabilité à partir des données du Tableau 1. Les résultats sont présentés dans le Tableau 2 suivant :

		Abondance	Richesse spécifique	Diversité			Equitabilité	
				Shannon	Simpson	Hill	Simpson	Pielou
Jardin Citoyen	Jardiné	39	15	3,419	0,897	0,319	0,962	0,875
	Non jardiné	54	21	3,800	0,906	0,237	0,951	0,865
	<b>Total jardin</b>	<b>93</b>	<b>28</b>	<b>4,049</b>	<b>0,917</b>	<b>0,209</b>	<b>0,950</b>	<b>0,895</b>
Jardin des Mille fleurs	Jardiné	120	22	2,941	0,76	0,220	0,796	0,660
	Non jardiné	153	28	3,407	0,821	0,185	0,852	0,709
	<b>Total jardin</b>	<b>273</b>	<b>36</b>	<b>3,490</b>	<b>0,843</b>	<b>0,194</b>	<b>0,867</b>	<b>0,675</b>
Jardin des Turricules	Jardiné	170	21	2,639	0,746	0,2816	0,784	0,601
	Non jardiné	208	22	2,594	0,681	0,2342	0,714	0,591
	<b>Total jardin</b>	<b>378</b>	<b>28</b>	<b>2,811</b>	<b>0,720</b>	<b>0,2150</b>	<b>0,747</b>	<b>0,585</b>
Jardin Godron	Jardiné	63	10	2,573	0,792	0,3674	0,880	0,775
	Non jardiné	195	19	1,308	0,456	0,4973	0,482	0,308
	<b>Total jardin</b>	<b>258</b>	<b>25</b>	<b>2,416</b>	<b>0,603</b>	<b>0,2250</b>	<b>0,628</b>	<b>0,520</b>
Lopin de Léo	Jardiné	63	14	2,645	0,762	0,298	0,821	0,695
	Non jardiné	275	14	0,824	0,205	0,552	0,221	0,216
	<b>Total jardin</b>	<b>338</b>	<b>21</b>	<b>1,399</b>	<b>0,356</b>	<b>0,383</b>	<b>0,628</b>	<b>0,319</b>

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des indices calculés pour chaque jardin

Dans chaque cas, les zones non-jardinées ont une abondance et une richesse spécifique égale ou supérieure aux zones jardinées. Les indices de diversité et d'équitabilité ne présentent pas de différence anormale et s'accordent sur la tendance des jardins.

Une représentation visuelle de ces données peut être faite sous la forme d'un graphique radar (Figure 7). Les données totales de chaque jardin sont exprimées en % pour respecter l'échelle.

Une ANOVA a été tentée sur les valeurs du Tableau 2, mais en raison des effectifs trop peu nombreux et d'un test de Shapiro qui s'est révélé non significatif (d'une p-value de 0.1851), il n'a pas été possible de continuer car les valeurs ne suivent pas la loi normale.

Un test non-paramétrique de Kruskal-Wallis, ne nécessitant ni normalité ni effectif minimal, et donc moins puissant, a ensuite été essayé. Cette fois encore, les résultats sont non-significatifs car chaque p-value est supérieure à la p-value de référence : 0,05.

Il n'est donc malheureusement pas possible de conclure sur un potentiel effet du jardinage sur les communautés du sol avec les données collectées au cours de ce stage.



Figure 7 : Représentation graphique de la situation de chaque jardin en fonction des indices calculés avec distinction entre jardiné et non-jardiné (exprimés en %)

## V. Discussions & interprétations

À partir des données du Tableau 2 et de la Figure 7, il est possible d'avancer certaines hypothèses pour interpréter les résultats obtenus, bien que cela ne puisse être prouvé statistiquement sans ANOVA.

Les jardins Citoyens (A) et Mille fleurs (B) ont une diversité supérieure dans les zones non-jardinées plutôt que jardinées. Les techniques de paillage employées peuvent peut-être favoriser dans ce cas certains organismes en leur offrant un habitat spécifique, alors que les zones non-jardinées peuvent disposer d'abris plus divers car plus hétérogènes. Pour rappel, ces deux pièges ont été posés et relevés en même temps, ils ont donc subi les mêmes conditions météorologiques. Toutefois, l'équitabilité est plus faible dans les parcelles jardinées du B, ce qui n'est pas le cas dans le A, très probablement dû au peu de collemboles dénombrés dans les zones jardinées du A.

Le cas inverse se présente dans le jardin des Turricules (C), le plus abondant, où la diversité et l'équitabilité sont favorisées dans les zones jardinées, bien que de peu. Étant composé de nombreuses petites allées entre les parcelles, cette proximité entre zones jardinées et non-jardinées pourrait faciliter les déplacements de la faune du sol entre les différentes zones.

Dans le jardin Godron (D), les zones jardinées sont bien moins abondantes et riches, mais plus diverses et équilibrées. Ce jardin diffère des autres car il est le plus anthropisé des 5, situé au milieu de Nancy. Les pratiques de jardinage mises en place (paillage dans certaines zones, oyas) et les fleurs ornementales ont sûrement un effet dans ce résultat. Les endroits en-dehors des parcelles jardinées sont peut-être plus sélectifs et moins aptes au développement d'un large nombre d'organismes.

Le Lopin de Léo (jardin E) est le moins divers et le moins bien équilibré. Cela peut s'expliquer par le fait que c'est un jardin encore récent (1 an d'existence) alors que les autres existent depuis plus de 5 ans au moins. On peut supposer que les communautés du sol ne sont pas encore stabilisées et adaptées à ce changement d'usage du sol (anciennement un terrain de foot). La diversité y est bien plus importante dans les zones jardinées, probablement parce que les zones non-jardinées n'ont pas

encore été gérées par les jardiniers, qui comptent à terme les utiliser pour de nouvelles parcelles. De plus, elles ont été fauchées récemment, ce qui n'est le cas dans aucun autre jardin.

De manière générale, on peut constater grâce à la Figure 7 que les zones jardinées de chaque jardin suivent toutes la même tendance générale avec une diversité et une équitabilité supérieures à 50%. Cela est plus contrasté du côté des zones non-jardinées, où on remarque bien la différence entre les jardins D et E comparé aux autres. Ces résultats peuvent s'expliquer par la présence très élevée de mésofaune, et notamment des collemboles, dans les zones non-jardinées des jardins D et E (respectivement 64% et 81%, voir Tableau 1). Les collemboles, petits arthropodes vivant dans premiers cm de sol, sont connus pour fuir la lumière rapidement (Salmon & Ponge, 1998), ne supportent pas un pH inférieur à 5, et sont sensibles à l'usage du sol ainsi qu'au type de végétation (Ponge, 1993). Leur présence dans ces zones non-jardinées à cette période est donc peut-être liée à l'ensoleillement et aux fortes chaleurs lors du piégeage, qui n'étaient pas présentes les semaines précédentes.

Toutefois, tous ces résultats ont pu être influencés par des erreurs de différentes natures.

Le protocole Jardibiodiv présente en lui-même des inconvénients, notamment liés à l'utilisation de vinaigre blanc dans les pièges. Le vinaigre dégrade les pigments des organismes qui s'y sont noyés : on ne peut donc pas se fier aux couleurs que présentent les organismes lors de leur identification. De même, il les fragilise et les rend parfois non identifiables. Cela concerne surtout les limaces, dont le nombre a sûrement été sous-estimé.

Le nombre important d'araignées non-identifiées peut aussi s'expliquer par l'effet du vinaigre : un des principaux facteurs d'identification étant leurs yeux, ceux-ci étaient souvent absents et rendaient ainsi leur identification parfois impossible. Spécifiquement dans le jardin A, un gros escargot est tombé dans un piège et a abîmé les organismes déjà présents à l'intérieur.

Il y a ensuite eu des erreurs liées au "facteur humain" : il est certain que des plathelminthes n'ont pas été pris en compte, et l'abondance de la mésofaune est sous-évaluée. Dans le jardin A, le premier où le protocole a été réalisé, la mésofaune n'a pas été comptée aussi précisément que dans les autres car considérée comme négligeable, ce qui s'est vite révélé comme une erreur. De plus, des pièges y ont été posés dans des bacs, on peut donc supposer au vu des résultats que la biodiversité y est moins présente car isolée du sol. La mésofaune reste sous-évaluée dans tous les pièges car il a pu y avoir des oublis lors du comptage et des pertes lors du vidage des pièges. Certains pièges contenaient beaucoup de particules de terre, ce qui rendait le comptage des collemboles plus complexe.

Parmi les organismes les plus fréquents répertoriés dans le Tableau 1, il n'est pas surprenant de trouver de nombreuses araignées-loups (Lycosidae, voir Annexe 10) car elles ne tissent pas de toile pour capturer leurs proies, elles chassent au sol (Vink, 2019). La forte abondance de fourmis dans certains pièges peut s'expliquer par la présence de fourmilières non loin des pièges.

Concernant l'amélioration du protocole, et notamment pour pouvoir faire une ANOVA et limiter les biais expérimentaux, il aurait fallu multiplier les répétitions en posant plus de pièges par jardins, et au même endroit à plusieurs périodes de l'année. Pour éviter les biais liés à la météo, il faudrait poser et relever tous les pièges dans chaque jardin aux mêmes dates. Il y aurait ainsi plus d'effectifs et de répétitions par modalité.



Idéalement, des analyses de sol pourraient être réalisées aux emplacements des pièges et les parcelles jardinées suivraient toutes le même itinéraire technique avec les mêmes cultures.

En plus d'être une période peu favorable à l'activité des organismes (Opération JardiBiodiv, 2022), l'été est aussi cause de problèmes d'organisation dus aux congés. Un sixième jardin aurait dû participer à l'expérience, mais les longs délais d'attente et des relances inefficaces ont forcé l'abandon.

Il y a enfin l'agréable surprise de voir qu'aucun piège n'a subi de dégâts liés à l'activité humaine, et ce même dans les jardins tels que Godron (public) ou le Lopin de Léo (où des enfants se rendent dans le cadre de leur scolarité). De même, il n'y a eu besoin de faire qu'un seul remplacement de toit d'un piège suite aux vents forts en début de mois.

## VI. Conclusion

Cette expérimentation, bien que n'ayant pas permis de valider statistiquement les résultats faute de pouvoir faire une ANOVA, tend à montrer que le jardinage a bien une influence sur les communautés du sol. Les indices des zones non-jardinées sont plus hétérogènes, montrant des milieux peu divers et moins équilibrés. Le jardin A ressort comme le plus divers et équilibré, mais ce résultat est à prendre avec précaution car la mésofaune n'a pas été comptée de la même manière que dans les autres jardins. Les collemboles, représentant 53% des organismes identifiés, semblent être la principale cause des différences observées entre les zones jardinées et non jardinées. Il est impossible de conclure avec exactitude si le jardinage est en lien ou non avec ces différences.

Les jardiniers disposent ainsi d'un premier inventaire de leur biodiversité et certains pensent renouveler cette expérience pour établir un suivi des communautés et observer leur évolution en fonction du temps.

Les deux semaines restantes de mon stage seront consacrées à l'envoi des données à Apolline Auclerc ainsi qu'à la réalisation de documents à destination des cinq jardins concernés pour synthétiser les résultats obtenus.

### a. Bilan personnel

J'ai passé 6 semaines de stage très enrichissantes à FLORE 54. J'y ai beaucoup appris, notamment au contact des services civiques présents à la fédération. Durant ma recherche de stage, je souhaitais trouver un organisme susceptible d'approfondir et renforcer mes connaissances sur les sols, que ce soit pour mon intérêt personnel ou dans l'optique de me spécialiser plus tard dans le conseil agricole. J'ai finalement trouvé une fédération accueillante, pleine de ressources, et j'y ai développé un nouvel attrait pour l'entomologie, qui pourrait constituer un autre potentiel projet professionnel.

Pour conclure, je pense pouvoir affirmer avoir progressé dans de nombreux domaines en plus de l'écologie : organisationnel, relationnel, pédagogique et communicationnel, comme j'ai essayé de le démontrer au long de ce rapport.

## VII. Bibliographie

AFES, 2018. Vous avez dit SOL ?. [Consulté le 27 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : [https://www.afes.fr/wp-content/uploads/2018/08/AFES\\_d%C3%A9finition\\_SOL.pdf](https://www.afes.fr/wp-content/uploads/2018/08/AFES_d%C3%A9finition_SOL.pdf)

AUCLERC, A., et *al.*, 2019. Jardibiodiv, un outil de sciences participatives sur la biodiversité des sols urbains. [Consulté le 05 août 2023]. Disponible à l'adresse : [https://www.researchgate.net/publication/344810338\\_Jardibiodiv\\_un\\_outil\\_de\\_sciences\\_participatives\\_sur\\_la\\_biodiversite\\_des\\_sols\\_urbains](https://www.researchgate.net/publication/344810338_Jardibiodiv_un_outil_de_sciences_participatives_sur_la_biodiversite_des_sols_urbains)

AUCLERC, A., 2021. *Découvrir les invertébrés vivant à la surface du sol*. Versailles : Éditions Quae. Les mémos de Quae. ISBN 9782759232673. [Consulté le 08 août 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.quae.com/produit/1670/9782759232680/decouvrir-les-invertebres-vivant-a-la-surface-du-sol>

BARBIER C., et *al.*, 2019. L'empreinte énergétique et carbone de l'alimentation en France. Club Ingénierie Prospective Énergie et Environnement, Paris. [Consulté le 24 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://librairie.ademe.fr/consommer-autrement/779-empreinte-energetique-et-carbone-de-l-alimentation-en-france.html>

BARDGETT, R., 2005. *The Biology of Soil* [en ligne]. Oxford University Press. [Consulté le 02 août 2023]. ISBN 9780198525035. Disponible à l'adresse : <https://academic.oup.com/book/6775>

BLANCHART, A., 2018. *Vers une prise en compte des potentialités des sols dans la planification territoriale et l'urbanisme opérationnel* [en ligne]. Thèse de doctorat. Université de Lorraine. [Consulté le 25 août 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.theses.fr/2018LORR0203>

BRUSSAARD, L., 2012. Ecosystem Services Provided by the Soil Biota. In : WALL, Diana H., BARDGETT, Richard D., BEHAN-PELLETIER, Valerie, HERRICK, Jeffrey E., JONES, T. Hefin, RITZ, Karl, SIX, Johan, STRONG, Donald R. et VAN DER PUTTEN, Wim H. (éd.), *Soil Ecology and Ecosystem Services* [en ligne]. Oxford University Press. pp. 45-58. [Consulté le 05 août 2023]. ISBN 9780199575923. Disponible à l'adresse : <https://academic.oup.com/book/4275/chapter/146152105>

Commissariat Général au Développement Durable, 2019. Rapport de synthèse. L'environnement en France. La Documentation Française. [Consulté le 24 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.vie-publique.fr/catalogue/271414-lenvironnement-en-france-en-2019-rapport-de-synthese>

FAO, 2015. Sols et biodiversité. [Consulté le 02 août 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.fao.org/documents/card/fr/c/4fa4e9cb-1b36-4fd2-b3bb-0b3948150172/>

Gis Sol, 2019. Les sols dominants en France métropolitaine. [Consulté le 08 août 2023]. Disponible à l'adresse : [https://www.gissol.fr/fiches\\_geoportail/fiches\\_descriptives GER.pdf](https://www.gissol.fr/fiches_geoportail/fiches_descriptives GER.pdf)

Guilland C., et *al.*, 2018. La biodiversité des sols urbains au service des villes durables, 25, 59-77. [Consulté le 05 août 2023]. Disponible à l'adresse : [https://www.afes.fr/wp-content/uploads/2018/09/EGS\\_2018\\_Guilland-59-78.pdf](https://www.afes.fr/wp-content/uploads/2018/09/EGS_2018_Guilland-59-78.pdf)

HILL, M. O., 1973. Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences. *Ecology* [en ligne]. mars 1973. Vol. 54, n° 2, pp. 427-432. [Consulté le 24 août 2023]. DOI 10.2307/1934352. Disponible à l'adresse : <http://doi.wiley.com/10.2307/1934352>

INRA, 2017. Charte des sciences et recherches participatives en France. [Consulté le 05 août 2023]. Disponible à l'adresse : <https://franceuniversites.fr/wp-content/uploads/2017/03/2017-03-20-Chartes-Sciences-Participatives-final.pdf>

IPBES (2019): Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 pages. [Consulté le 24 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : [https://www.ipbes.net/sites/default/files/2020-02/ipbes\\_global\\_assessment\\_report\\_summary\\_for\\_policymakers\\_fr.pdf](https://www.ipbes.net/sites/default/files/2020-02/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers_fr.pdf)

JACQUEMET, A., 2021. Le déclin des insectes. Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, note n°30. [Consulté le 24 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.senat.fr/rap/r21-286/r21-286.html>

JEFFERY, S., 2010. *European atlas of soil biodiversity* [en ligne]. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg. [Consulté le 25 août 2023]. Disponible à l'adresse : <http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.1.3178.2880>

JOIMEL, S., et al., 2016. Physico-chemical characteristics of topsoil for contrasted forest, agricultural, urban and industrial land uses in France. *Science of The Total Environment* [en ligne]. 1 mars 2016. Vol. 545-546, pp. 40-47. [Consulté le 25 août 2023]. DOI 10.1016/j.scitotenv.2015.12.035. Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896971531192X>

MARCON, E., 2015. Mesures de la Biodiversité. AgroParisTech. [Consulté le 22 août 2023]. Disponible à l'adresse : <https://ericmarcon.github.io/MesuresBioDiv2/MesuresBD.pdf>

MOLLISON, B. C. et HOLMGREN, D., 1978. *Permaculture 1: a perennial agricultural system for human settlements*. Melbourne : Transworld Publishers. A Corgi book. ISBN 9780552980753.

Opération Jardibiodiv, 2022. Découvrir et explorer la biodiversité du sol. [Consulté le 08 août 2023]. Disponible à l'adresse : [https://www.lespetitsdebrouillardsgrandest.org/IMG/pdf/op\\_07\\_2021\\_classeurjardibiodiv.1.pdf](https://www.lespetitsdebrouillardsgrandest.org/IMG/pdf/op_07_2021_classeurjardibiodiv.1.pdf)

ORGIAZZI, A., et al., 2016. A knowledge-based approach to estimating the magnitude and spatial patterns of potential threats to soil biodiversity. *Science of The Total Environment* [en ligne]. 1 mars 2016. Vol. 545-546, pp. 11-20. [Consulté le 02 août 2023]. DOI 10.1016/j.scitotenv.2015.12.092. Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896971531247X>

PIÉLOU, E.C., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology* [en ligne]. décembre 1966. Vol. 13, pp. 131-144. [Consulté le 24 août 2023]. DOI 10.1016/0022-5193(66)90013-0. Disponible à l'adresse : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0022519366900130>

PONGE, J., 1983. Les collemboles, indicateurs du type d'humus en milieu forestier: résultats obtenus au Sud de Paris. [Consulté le 25 août 2023]. Disponible à l'adresse : <https://web.archive.org/web/20200318073832/https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00507099/document>

RÉNYI, A., 1961. On measures of entropy and information. In: Neyman, J., Ed., 4th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, Berkeley, 1, 547-561. [Consulté le 24 août 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.scirp.org/%28S%28351jmbntvnsjt1aadkozje%29%29/reference/referencespapers.aspx?referenceid=223583>

SALMON, S., PONGE, J.F., 1998. Responses to light in a soil-dwelling springtail. *European Journal of Soil Biology* [en ligne]. septembre 1998. Vol. 34, n° 4, pp. 199-201. [Consulté le 25 août 2023]. DOI 10.1016/S1164-5563(00)86662-5. Disponible à l'adresse : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1164556300866625>

SARTHOU, Jean-Pierre, 2018. Permaculture : Définition. [en ligne]. 2018. [Consulté le 25 août 2023]. DOI 10.17180/QHM2-W520. Disponible à l'adresse : <https://dicoagroecologie.fr/dictionnaire/permaculture/>

SCHWARTZ, C., 2013. Les sols de jardins, supports d'une agriculture urbaine intensive. *Vertigo* [en ligne]. 15 février 2013. N° Hors-série 15. [Consulté le 05 août 2023]. DOI 10.4000/vertigo.12858. Disponible à l'adresse : <http://journals.openedition.org/vertigo/12858>

SHANNON, C. E., 1948. A Mathematical Theory of Communication. *The Bell System Technical Journal*, Vol. 27, pp. 379-423, 623-656. [Consulté le 24 août 2023]. Disponible à l'adresse : <https://people.math.harvard.edu/~ctm/home/text/others/shannon/entropy/entropy.pdf>

TrameBioSol, 2021. Sites d'intervention : Laxou Square des Bosquets. [Consulté le 27 août 2023]. Disponible à l'adresse : <https://tramebiosol.fr/laxou-square-des-bosquets/>

TrameBioSol, 2022. Récapitulatif du projet. [Consulté le 08 août 2023]. Disponible à l'adresse : <https://tramebiosol.fr/wp-content/uploads/2023/06/Power-Point-Presentation-Bilan-TrameBioSol-20-avril-2023.pdf>

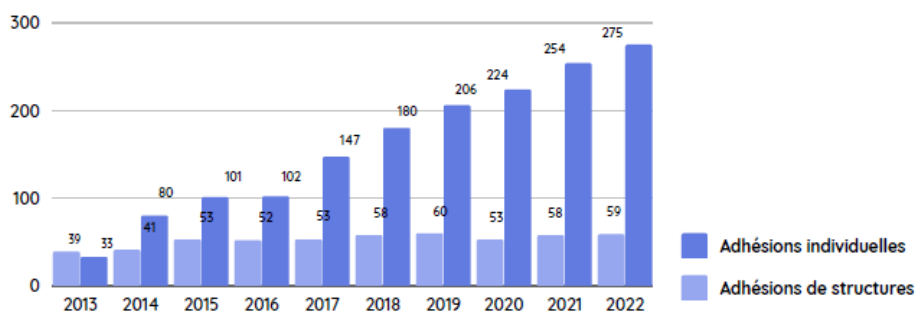
TUBIELLO, F.N., et al., 2021. Greenhouse gas emissions from food systems: building the evidence base. *Environmental Research Letters* [en ligne]. 1 juin 2021. Vol. 16, n° 6, pp. 065007. [Consulté le 25 août 2023]. DOI 10.1088/1748-9326/ac018e. Disponible à l'adresse : <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ac018e>

VINK, C., 2019. *Fauna of New Zealand 44: Lycosidae (Arachnida: Araneae)* [en ligne]. Manaaki Whenua Press. [Consulté le 26 août 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.biotaxa.org/fnz/article/view/fnz.44>

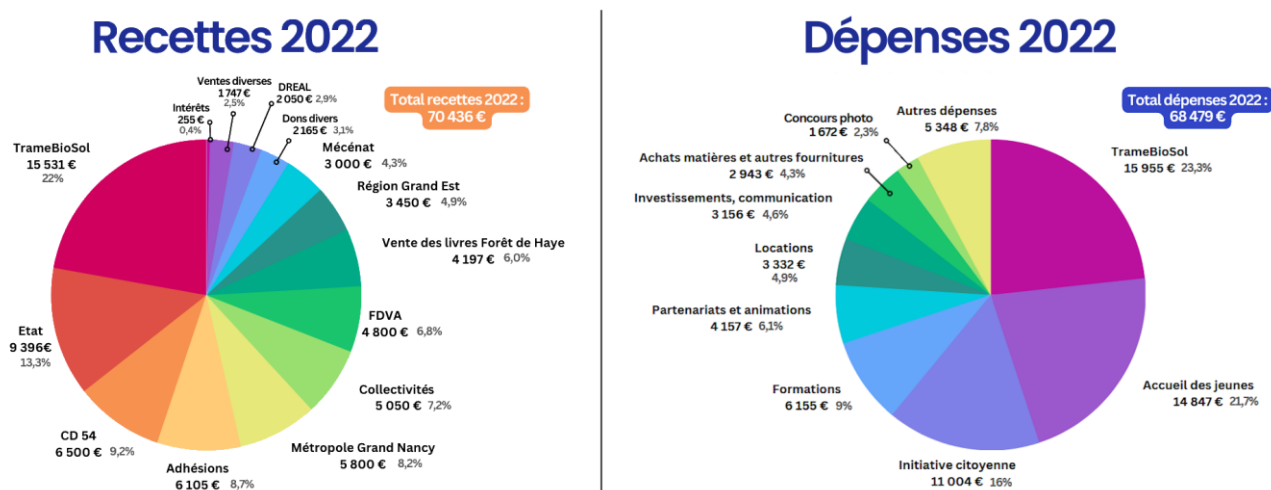
WRB. 2015. Base de référence mondiale pour les ressources en sols 2014, Mise à jour 2015. Système international de classification des sols pour nommer les sols et élaborer des légendes de cartes pédologiques. Rapport sur les ressources en sols du monde N° 106. FAO, Rome. [Consulté le 05 août 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.afes.fr/wp-content/uploads/2018/03/I3794FR.pdf>

ZHANG, Z., 2012. Entropy Estimation in Turing's Perspective. *Neural Computation* [en ligne]. mai 2012. Vol. 24, n° 5, pp. 1368-1389. [Consulté le 24 août 2023]. DOI 10.1162/NECO\_a\_00266. Disponible à l'adresse : <https://direct.mit.edu/neco/article/24/5/1368-1389/7763>

## VIII. Annexes



Annexe 1 : Évolutions des adhésions annuelles à FLORE 54 de 2013 à 2022



Annexe 2 : Nature des recettes et dépenses de FLORE 54 en 2022

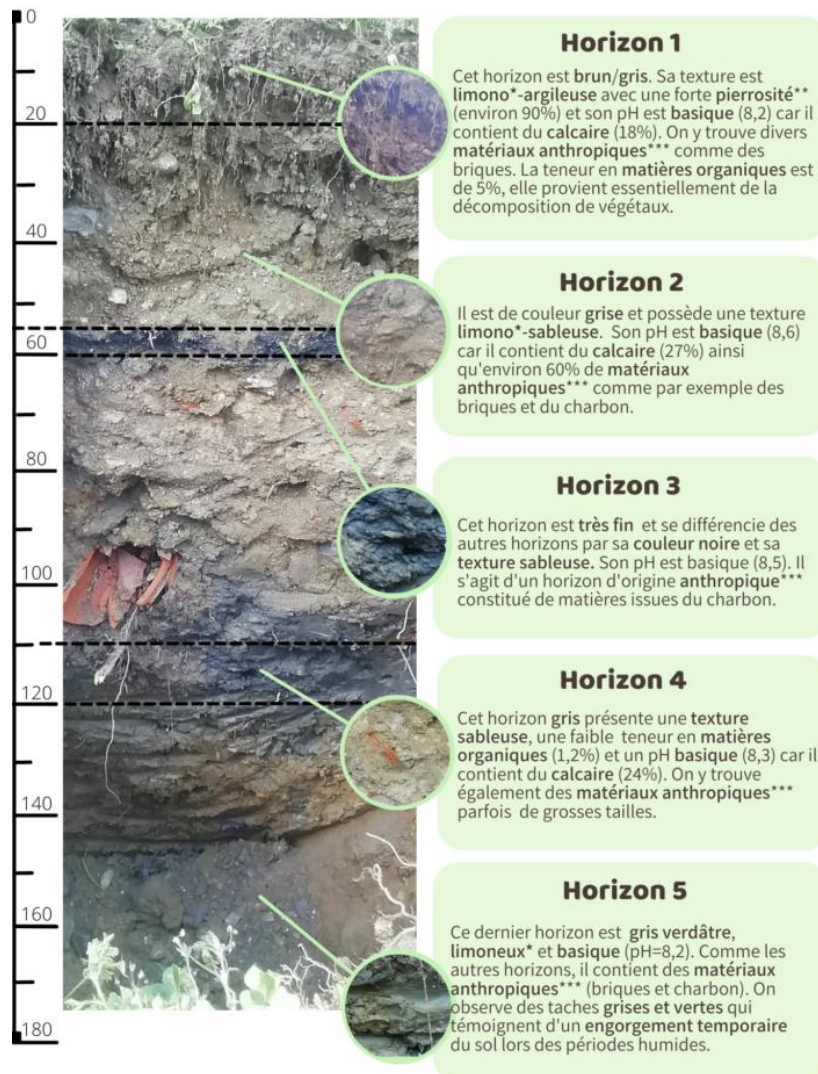
Niveau de participation	Terme associé	Rôle des citoyens
Niveau 1	<i>Crowdsourcing</i>	les citoyens contribuent comme capteurs de données ( <i>sensors</i> )
Niveau 2	Intelligence distribuée	les citoyens contribuent à l'interprétation de données
Niveau 3	Science participative	les citoyens contribuent à la définition du problème et à la collecte de données
Niveau 4	Collaboration complète	la recherche est collaborative dans les différentes phases (définition des problèmes, collecte de données, analyse)

Annexe 3 : Niveaux de participation des citoyens lors de projets de sciences participatives (issu de la charte INRA, 2016). Tiré de Auclerc, 2019.



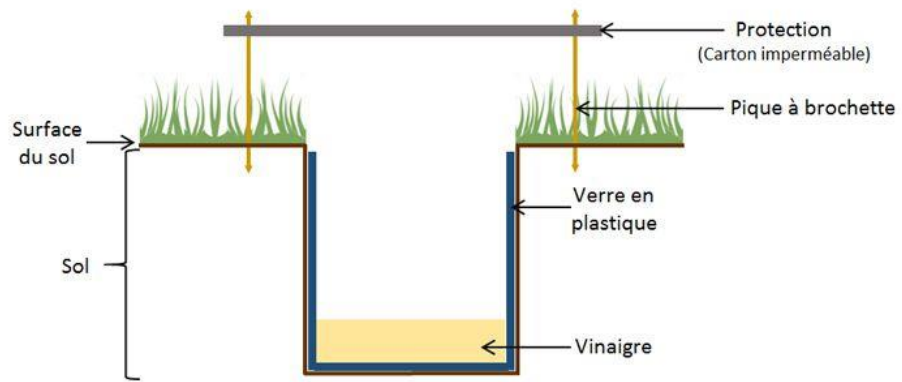


Annexe 4 : Cartes réalisées pour l'animation du 26/07 au jardin des Mille fleurs



\*limons : particules de sol de taille intermédiaire entre les argiles et les sables (entre 2 et 63 µm)  
 \*\*éléments grossiers/pierrosité : particules de sol et roches supérieures à 2mm (graviers, cailloux, pierres, rochers, etc.)  
 \*\*\*anthropique : issue des activités humaines

Annexe 5 : Profil d'un technosol réalisé lors du projet TrameBioSol au Square des Bosquets de Laxou (été 2021). Tiré de TrameBioSol, 2021.



Annexe 6 : Schéma d'un piège Barber. Tiré de TrameBioSol, 2022.



Annexe 7 : Photo d'un piège Barber installé dans un bac à salades



Annexe 8 : Photo de l'assiette utilisée pour l'identification des organismes



Annexe 9 : Photos d'un lithobie observée à la loupe binoculaire (G x20)



Annexe 10 : Photo d'une araignée-loup (Lycosidae, à gauche) et d'une Gnaphosidae (à droite) observée à la loupe binoculaire (G x20)



Annexe 11 : Photo d'une cigale (Cicadidae) observée à la loupe binoculaire (G x20)

## Résumé

La biodiversité des sols, aujourd'hui soumise à des pressions de différentes natures, produit de nombreux services écosystémiques impliqués dans la fertilité des sols. Restant méconnue et peu prise en compte, la biodiversité des sols urbains remplit pourtant de nombreux rôles, notamment utiles lors de production de nourriture.

La mission que m'a confiée FLORE 54 est de mettre en œuvre le protocole JardiBiodiv dans cinq jardins partagés du Grand Nancy afin de produire un premier inventaire de la mésofaune et macrofaune vivant en surface des sols dans ces jardins. Quatre pièges Barber par jardins ont été installés et laissés pendant une semaine avant de les récupérer pour identifier les organismes piégés. Une distinction est faite entre zones jardinées et non jardinées pour observer un potentiel effet du jardinage sur les communautés. Sous forme d'indices utilisés en écologie, les résultats montrent une tendance des milieux non jardinés à être moins divers et équilibrés que les milieux jardinés, bien que ces résultats ne puissent être vérifiés statistiquement.

## Abstract

Soil biodiversity, currently threatened in several ways, produces a lot of ecosystem services involved in soil fertility. Though urban soil biodiversity plays numerous roles, useful in cases such as food production, it is still poorly known and little considered.

The mission FLORE 54 assigned to me is to implement the JardiBiodiv protocol in five shared gardens of the Grand Nancy to produce a first inventory of mesofauna and macrofauna living at the surface of soils in these gardens. Four Barber traps were set up per garden and left during a week, before picking them up to identify the organisms that were trapped. A distinction is made between planted areas and non-planted ones, to observe a potential effect of gardening on the communities. In the form of indexes used in ecology, results show a tendency of the non-planted areas to be less diverse and balanced than the planted areas, although these results cannot be statistically verified.