

Effet du piétinement sur la biodiversité de la faune épigée dans les pelouses de parcs parisiens

Cleo Perreau : cleo.perreau@etu.sorbonne-universite.fr

Mateo Sanchez : mateo.sanchez@etu.sorbonne-universite.fr

Andjelina Maksimovic : andjelina.maksimovic@etu.sorbonne-universite.fr

Elea Deloy : elea.deloy@etu.sorbonne-universite.fr

Introduction

Le sol et les pelouses constituent un habitat pour de multiples niches écologiques, et cela inclut le gazon(1). Ce dernier est un réservoir de la biodiversité et joue un rôle fondamental dans la régulation des différents paramètres du sol. Il se trouve que Paris est constitué de 31% d'espaces verts, tous très fréquentés, avec un nombre de visites enregistrées dépassant le million pour certains parcs(2), au point que certains gestionnaires de jardins et parcs parlent même de surfréquentation. En effet, la fréquentation de certains parcs dépasse le nombre de visites de certains monuments historiques.(2) Ces parcs et donc leurs pelouses sont le foyer de différentes activités menant à un passage répété d'humains à certains endroits, ce qui inévitablement tasse le sol. C'est ce phénomène qu'on appelle le piétinement. Dans la mesure où la population des milieux urbains ne cesse d'augmenter et que cela se rapporte probablement à la fréquentation des parcs, la question de l'impact de ce piétinement sur la biodiversité des pelouses se pose.

Dans un certain nombre d'études, le piétinement affecte négativement la richesse spécifique et l'abondance de la faune des sols(3). Cet effet proviendrait de l'augmentation de la densité du sol

qui en réduit la porosité et l'aération, de la dispersion de la litière, du rapetissement de la végétation et de la réduction du recouvrement induites par le piétinement.

Nous allons étudier la richesse spécifique et l'abondance de la faune épigée mobile des pelouses parisiennes pour vérifier que les effets obtenus en milieu non-urbain se traduisent dans la zone urbaine.

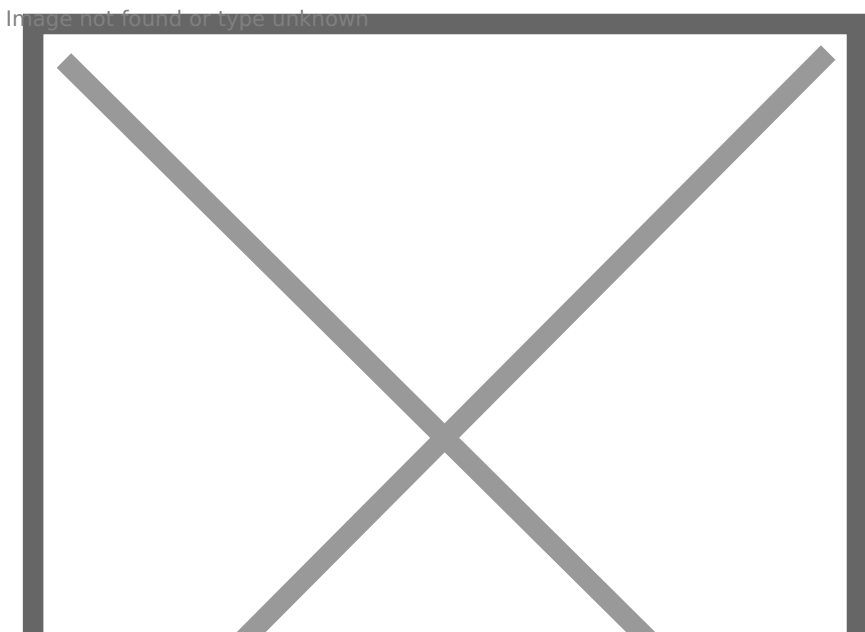
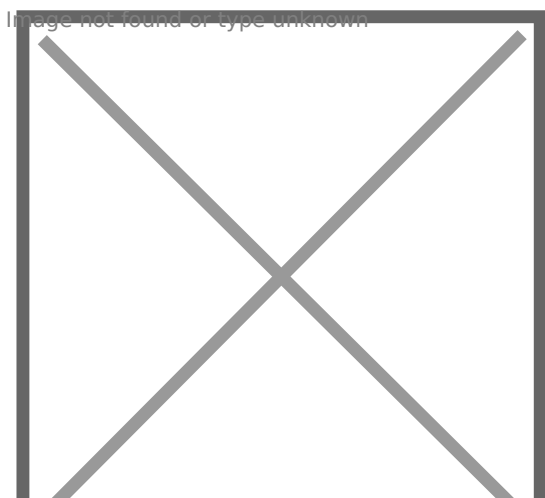
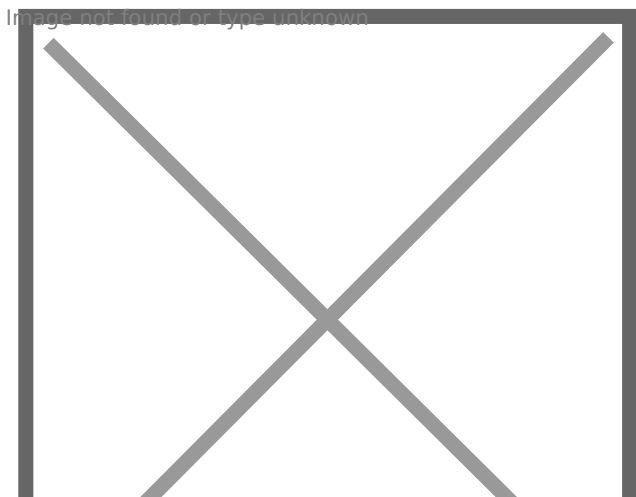
Au vu des études déjà menées sur le sujet(3)(4)(5), notre hypothèse est que le piétinement affecte négativement la biodiversité des sols dans les pelouses. Par conséquent nous nous attendons à trouver une richesse spécifique et une abondance dans les zones piétinées inférieure à ce que nous trouverons dans les zones non piétinées.

-

Matériel & méthodes

Nous avons mesuré la faune épigée mobile dans les pelouses du campus de Sorbonne Université, dans celles du Parc de la Hauteur de l'Hôpital de la Pitié-Salpêtrière et dans celles du Jardin des Plantes. Nous avons utilisé la méthode des pièges Barber, autrement dit nous avons placé pendant une semaine des flacons de test d'urine rempli de mono-propylène glycol (pour la conservation des organismes capturés) juste en dessous du niveau de terre. Ces flacons étaient protégés par un toit en plexiglass. L'idée de réaliser ces pièges nous a été inspirée par un projet pédagogique sur le campus de l'Université de Poitiers(6). Nous avons entouré nos installations d'une barrière pour empêcher les passants de toucher le matériel. Nous avons ensuite récupéré le contenu des pièges et nous l'avons analysé à la loupe binoculaire en laboratoire, où nous avons compté les organismes, mesuré leur taille et trié en trois catégories (<1 mm, <1 cm, >1cm). Enfin, nous avons essayé d'identifier chacun d'entre eux. En parallèle, nous avons utilisé un pénétromètre de poche pour mesurer la compaction et récupéré un peu de terre pour mesurer le pH autour de chacun des pièges à l'aide de bandes pH. On veut donc étudier le lien entre X=l'abondance de la macrofaune en fonction de Y=le piétinement des pelouses.

Placement des pièges: Nous avons placé nos pièges au mieux pour éviter la pseudo réplication et les effets de bord mais avons dû faire avec les contraintes imposées par les emplacements disponibles et les possibilités données par les jardiniers de chacun des espaces verts. Au total, nous avons posé 16 pièges. Dans les données, les pièges 1-2-3 sont ceux posés en pelouse piétinée (en vert) à Sorbonne Université, les pièges 4-5-6 sont ceux posés en pelouse non-piétinée à Sorbonne Université (en rouge), les pièges 7-8 étaient en zone piétinée à la Salpêtrière, les pièges 9-10 en zone non piétinée à la Salpêtrière, 11-12-13 en zone piétinée du Jardin des Plantes, 14-15-16 en zone non-piétinée au Jardin des Plantes.



Nous nous sommes assurés au maximum que les conditions ne divergeaient pas trop entre nos différents emplacements. Les pelouses sont donc semblables. Cependant, on peut noter que le sol était recouvert de plus de feuilles à la Pitié-Salpêtrière et dans la zone non piétinée du Jardin des Plantes et qu'il y a eu une tonte durant la semaine de pose à la Pitié-Salpêtrière.

Réalisation des toits pour la protection de nos pièges contre la pluie.

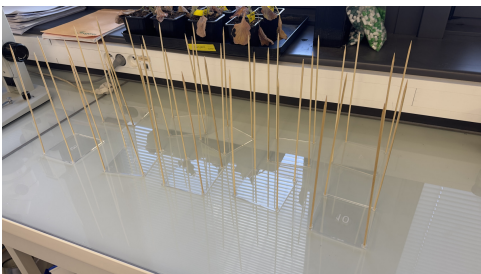
Nous avons utilisé la découpeuse Speedy 300 pour réaliser nos toits. Nous avons d'abord modélisé nos toits sur Inskape, en faisant des carrés de taille 10 cm x 10 cm. Nous avons aussi voulu graver des chiffres pour nous aider dans le repérage de nos pièges (numérotation de 1 à 16). Pour accrocher les pieds de nos toits nous avons décidé de réaliser aussi des trous en forme de cercle d'un rayon de 2 mm dans l'objectif de faciliter la pose des piques à brochettes. Pour trouver la bonne taille de rayon nous avons d'abord fait des essais avec différentes tailles pour voir quel taille est la plus adaptée. Nous avons donc créé les toits avec la découpeuse et après avoir obtenu les carré 10x10 de plexy on a dû les assembler aux piques à brochette. Pour ce faire, nous avons collé un bout de scotch côté lisse vers la table et côté collant vers la plaque de plexy pour que la colle ne dépasse pas du trou. Nous avons ensuite posé les piques comme sur l'image 3 et nous avons laissé sécher.



Test de la taille des disques



La première plaque en plexi réalisée



Les toits une fois assemblés avec les pics à brochette.

Matériel :

Pénétrömètre de poche à cadran (UTS-0078)
Bandes PH
16 Flacons en plastique de 60 mL
Plantoir à bulbes automatique (pour creuser des trous)
Boîtes de Pétri
Tubes eppendorf
Du papier calque et un crayon
Pincettes (coudées)
Monopropylène-glycol 50%
Loupe binoculaire
Clé d'identification en ligne : QUBS

Protocole :

1- Entrer en contact et obtenir l'autorisation de 3 espaces verts différents pour mener l'expérience.

2- Identifier les parcelles intéressantes, récupérer les informations importantes sur leur traitement ou par exemple sur les tontes à l'aide d'un questionnaire. Estimer la pente, la couverture végétale.

3 - Dans les parcelles identifiées, faire un petit trou dans le sol à l'aide d'un outil de jardinage et y placer des petits tubes en plastique remplis à moitié de monopropylène-glycol. Nous les placerons par binômes zone piétinée/non piétinée. Ils doivent rester une semaine.

Planter un toit quelques centimètres au-dessus du piège. Les toits sont des plaques de plexiglass de 10*10 cm. Ces derniers sont modélisés sur Inkscape et découpés au fablab avec la découpeuse laser Speedy 300. Des trous de 2 mm de diamètres se trouvent à chaque coin de la plaque, dans lesquelles on insère un pic à brochette (à l'aide de colle chaude) qui permettra de les planter. Des numéros sont gravés dessus, pour mieux les repérer.

Mettre des panneaux pour expliquer qu'il ne faut pas toucher les pièges.

Il est possible de vérifier de temps en temps l'état des parcelles, notamment pour remettre un toit qui aurait été renversé.

3 bis - Extraire de la terre, la mettre dans un tube puis la diluer au cinquième pour en mesurer le pH à l'aide de bandes pH au laboratoire. Pour la mesure du PH : placer la terre récoltée dans un mortier, écraser la terre à l'aide d'un pilon jusqu'à obtenir une sorte de poudre. Transférer la terre dans un tube gradué jusqu'au cinquième puis remplir avec de l'eau distillée. Replacer dans un bol le mélange et homogénéiser. Prendre une bande de papier pH et le tremper dans la solution et regarder le pH.

Mesurer la résistance du sol à l'aide d'un pénétrömètre, pour en estimer la densité. Faire 6 mesures de compaction du sol par pièges et faire la moyenne.

4 - Au bout d'une semaine d'attente, retirer les pièges. Marquer les tubes à l'aide de papier calque et d'un crayon à papier (non comestible par les insectes et non effaçable) et fermer les tubes avec leur bouchon. Transporter les tubes, puis les stocker dans un frigo.

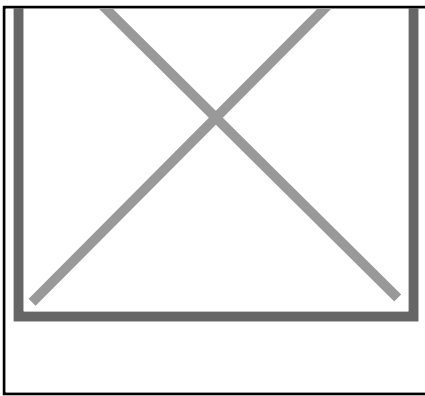
5 - Identification des organismes piégés en laboratoire à l'aide d'une clé d'identification (QUBS) et des loupes binoculaires. Trier les organismes trouvés dans des tubes Eppendorf en fonction de leur classe. Les mesurer à l'aide d'une règle

6 - Analyses statistiques à l'aide du logiciel R et conclusion

Identification:

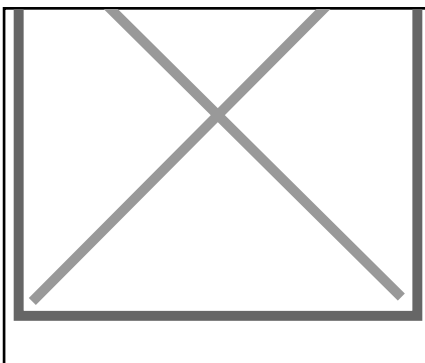
A l'aide du Fablab biochimie qui nous a prêté des boîtes de pétri, un frigo, des loupes binoculaires et des tubes Eppendorf, nous avons pu identifier tous les organismes que nous avons trouvé en allant jusqu'à la famille. Nous avons aussi pu calculer le pH à l'aide d'un bol, d'un mortier et de papier pH que le Fablab nous a prêté.

- Résultats



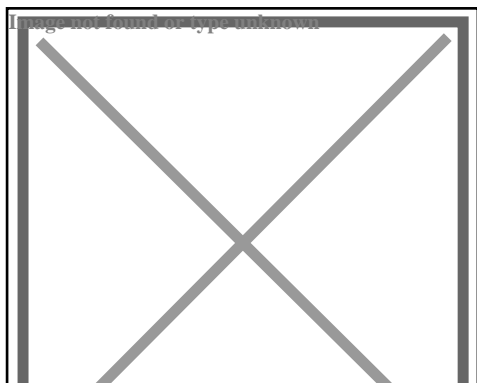
Compaction en fonction du piétinement supposé

Elle est représentée dans la figure 7. On trouve une pression moyenne de 3.5 kg/cm² pour le groupe non piétiné et de 2,41 kg/cm² pour le groupe piétiné, une différence prouvée significative à l'aide d'un test de student (p-value = 0.0092). On note que le piège n°10 est un outlier (3.46 kg/cm²), mais son exclusion ne change pas le résultat.



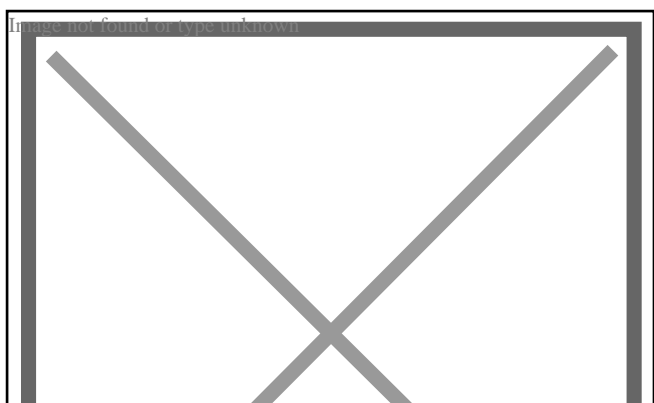
Abondance en fonction du piétinement

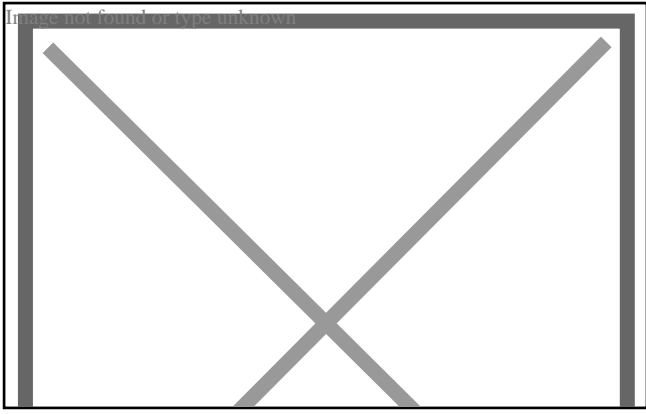
Elle est représentée dans la figure 8. On trouve une moyenne de 20,12 pour le groupe non piétiné et une moyenne de 20,43, moyennes pas significativement différentes selon un test de Student de comparaison des moyennes ($p\text{-value}=0,972$). On note deux choses: d'abord qu'il y a une variabilité d'abondance plus grande dans le groupé piétiné, et enfin que le piège 6 est ici un outlier (42 individus), mais de la même manière son exclusion ne modifiait pas nos résultats.



Abondance en fonction de la compaction

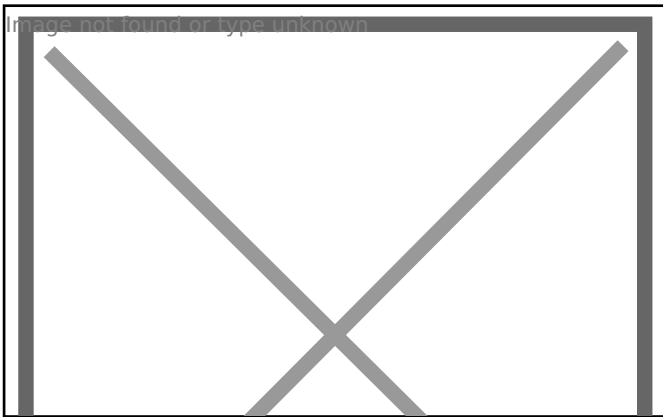
Elle est représentée dans la figure 9. On y voit une répartition assez éparse de l'abondance dans laquelle il ne se dégage pas nécessairement une claire corrélation, cependant un test de corrélation de Pearson a montré qu'il y avait une corrélation entre ces deux variables ($p\text{-value}=0.0452$).

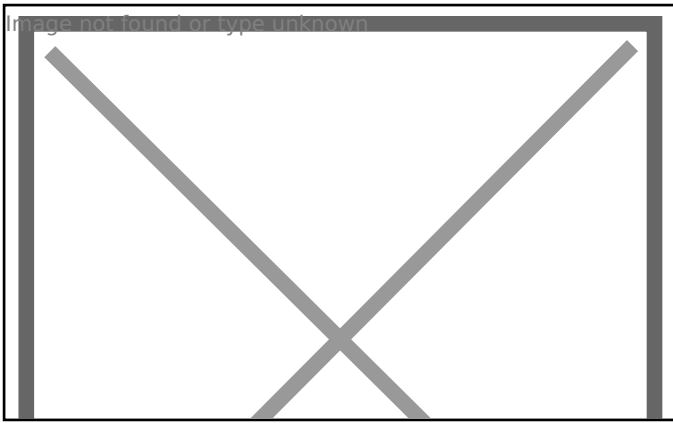




Taille en fonction du piétinement

Elle est représentée dans les figures 10 et 11. On y voit une répartition différente des différentes catégories de taille selon le piétinement. On observe que pour le groupe piétiné les organismes de taille inférieure à 1 mm et inférieure à 1 cm prédominent avec un pourcentage d'environ 50% pour ces deux catégories. Les organismes ayant une taille supérieure à 1 cm sont rares et représentent ici seulement 6,2% des organismes. Cependant, on retrouve une répartition de taille différente chez les groupes non piétinés. Dans les pièges non piétinés on retrouve 22,5% d'organismes inférieure à 1 mm soit plus de deux fois moins que pour le groupe piétiné. On retrouve dans le groupe non piétiné 10,6% d'organismes de taille supérieure à 1 cm. La principale différence qu'on remarque sur ces deux graphiques c'est que pour les organismes du groupe piétiné, on retrouve une prédominance des individus inférieurs à 1mm alors que chez les organismes des groupes non piétinés ce sont les individus qui ont une taille comprise entre 1mm et 1 cm qui dominant. Cependant, cette différence n'est à priori pas significative (Tests de Wilcoxon-Mann-Whitney, pour <1mm, <1cm et >1cm, p-value=0.79, 0.49 et 0.385 respectivement.)





Richesse spécifique en fonction du piétinement

Les figures 12 et 13 donnent pour les groupes piétinés et non piétinés la part de chaque embranchement dans le total des animaux échantillonnés. On observe que pour les pièges piétinés, on a une majorité d'arthropodes (97,5%). Les gastéropodes ne représentent que 1,9% de la distribution. Pour les pièges non piétinés, on voit que les arthropodes représentent 81,6% de la distribution. Cependant, pour les pièges non piétinés, on retrouve un pourcentage environ 8 fois plus important de gastéropodes que chez les pièges piétinés. En effet, on voit que pour les pièges non piétinés, on retrouve 17,1% de gastéropodes contrairement aux pièges piétinés dans lesquels on retrouve environ 2% de gastéropodes. La répartition des différents organismes est différente entre les pièges piétinés et non piétinés mais pas significativement. Nous avons fait un test de Student pour les arthropodes car la distribution était normale et il y avait homoscedasticité. Pour le reste nous avons dû faire des tests non paramétriques de Wilcoxon-Mann-Whitney. Aucun de ces tests n'a donné de différence significative, avec respectivement pour les arthropodes, gastéropodes et annélides une p-value de 0.6019, 0.0716 et 1.

- Discussion

Interprétations des résultats :

Pour rappel, notre travail avait pour but de décrire l'effet du piétinement sur la biodiversité présente dans les sols. Nos hypothèses étaient que le piétinement aurait un effet négatif sur la biodiversité des sols et que, par conséquent, l'abondance et la richesse spécifique de la macrofaune seraient plus faibles dans les zones piétinées. Pendant l'expérience il est apparu qu'il pouvait être intéressant de comparer les tailles entre les différents individus.

Nous sommes confiants, à part pour le piège 10, que les pièges ont été bien placés en termes de piétinement. Nos résultats confirment donc ce qui est largement décrit dans la littérature(4)(5), à savoir qu'un piétinement accru est lié à une plus forte compaction du sol (p-value=0.0092). Cela rend nos résultats analysables.

Que ce soit au niveau de l'abondance en fonction du piétinement (p-value=0,7126), de la richesse spécifique en fonction du piétinement (p-value=0.6019, 0.0716 et 1) ou de la taille en fonction du

piétinement (p -value=0.79, 0.49 et 0.385), on ne trouve pas de différence significative entre les deux groupes. Cependant, quand on regarde l'ensemble des résultats, on trouve une corrélation entre l'abondance et la compaction (p -value=0.0452). C'est un résultat assez étonnant au vu de ce que nous avons trouvé précédemment, qui peut s'expliquer de deux manières. La première se base sur le fait qu'un certain nombre de facteurs confondants peuvent avoir impacté nos données, et qu'il y avait un risque d'auto-réplication dans la zone non piétinée du Jardin des Plantes. Par ailleurs, l'exclusion de n'importe lequel de nos outliers fait remonter la p -value au-delà de 0.05. Tout cela pourrait indiquer que cette corrélation (faible statistiquement) est le résultat de ces facteurs confondants.

Sinon, alors l'explication que nous privilégions serait un effet seuil: au-delà d'un certain seuil de compaction, le milieu devient inhabitable pour la macrofaune, et donc le nombre d'individus que nous retrouvons dans ces zones chute drastiquement. Cela expliquerait qu'il y ait une corrélation mais pas de différence moyenne entre les deux groupes que nous avons étudiés, dont les moyennes de compaction (respectivement 3,5 et 2,41) restent à un niveau modéré.

Enfin, nous n'avons pas de différence significative en termes de richesse spécifique pour les différents groupes de piétinement. C'est assez parlant en comparant les embranchements mais cela se vérifie même à des niveaux plus précis d'identification. Les légères différences qu'on observe tout de même sont probablement plus expliquées par la localisation de la pelouse, la végétation environnante et autres facteurs confondants que par le piétinement.

Incertitudes liées à la pose :

Certaines incertitudes sur notre méthodologie demandent de mettre ces résultats en perspective. Tout d'abord, lors de la mesure de la compaction, nous nous sommes rendus compte que la pelouse où nous avons placé le piège 10 était plus piétinée que nous le pensions, et par conséquent il apparaît comme un outlier dans nos données. Nous avons aussi eu un problème avec le piège 4. En effet c'était l'un des premiers pièges que nous avons posés et celui-ci dépassait de plus de 1 mm la surface du sol, ce qui a pu altérer son efficacité. Le nombre d'organismes de ce piège est donc peut-être inférieur à celui que nous aurions dû avoir. Enfin, nous n'avons pas posé les pièges au Jardin des Plantes la même semaine que ceux à Sorbonne Université et à l'hôpital. Il y avait donc une moyenne de température et de précipitation différente entre les deux semaines et cela a peut être influencé le nombre d'organismes récoltés dans nos pièges.

Ouverture :

Ce projet a dû se faire avec une contrainte de temps. Nous pouvons donc penser que si nous avions eu plus de temps pour le réaliser, nous aurions pu identifier plus précisément les organismes et montrer une plus grande diversité (en particulier dans les pelouses non piétinées). En effet, nous nous sommes arrêtés à la famille pour certains et à la classe pour d'autres mais à l'œil nu nous pouvions déjà voir qu'il ne s'agissait pas de la même famille. Il aurait aussi été intéressant de mener cette expérience dans un plus grand nombre de parcs. Enfin, pour la plupart des analyses nous avons dû procéder à des tests non paramétriques, ce qui aurait pu être arrangé en ayant un peu plus de 30 pièges pour chaque groupe.

- Bibliographie

« L'écologie du gazon et des pelouses fleuries ». Dervenn (blog), 13 juillet 2021.

<https://www.dervenn.com/lecologie-du-gazon-et-des-pelouses-fleuries/>.

<https://www.apur.org/sites/default/files/documents/APAPU241c.pdf>

Duffey, Eric. « The effects of human trampling on the fauna of grassland litter ». *Biological Conservation* 7, no 4 (1 juin 1975): 255-74. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(75\)90042-7](https://doi.org/10.1016/0006-3207(75)90042-7).

Cogoni, Donatella, Giulia Calderisi, Daniele Collu, et Giuseppe Fenu. « Tourist Trampling on a Peripheral Plant Population Restricted to an Urban Natural Area in the Capo Sant'Elia Promontory (Sardinia, W-Mediterranean Basin) ». *Plants* 13, no 6 (janvier 2024): 881.

<https://doi.org/10.3390/plants13060881>

Liu, Qianqian, Wensui Li, Hui Nie, Xiaorui Sun, Lina Dong, Liu Xiang, Jinchi Zhang, et Xin Liu. « The Effect of Human Trampling Activity on a Soil Microbial Community at the Urban Forest Park ». *Forests* 14, no 4 (avril 2023): 692. <https://doi.org/10.3390/f14040692>.

Julia Clause, Donovan Leblanc, Nicolas Deguines. La biodiversité du sol au cœur d'un projet pédagogique sur le campus de l'Université de Poitiers, France : entre formation, gestion et conservation. *Étude et Gestion des Sols*, 2022, 29, pp.223-238. [ffhal-03703889f](https://univ-poitiers.hal.science/hal-03703889f), <https://univ-poitiers.hal.science/hal-03703889/document>

Clé d'identification QUBS: <https://www.qubs.fr/cle-de-determination-qubs>

- Remerciements

Entretien, réponses à nos questions, supports documentaires et protocole : Jean-Christophe LATA (IEES)

Prêt du pénétromètre et tubes : Yoan MARCANGELI (IEES)

Aide au Fablab : Etienne VISINONI (création des toîts), Alan KERNANEC, Fatima-Zohra ZOUHIR et Steve HUBERT (biochimie)

Contacts parcs :

Sorbonne Université : Clémentine VIGNAL, Guillaume BALOUP

Pitié-Salpêtrière : Anne-Céline CHAUCHARD, Mathieu ALBERTINI

Jardin des Plantes : Clotilde BIARD, Noëlle PARISI, Marianne TOUROLLE et Robert PICHOT

Responsables UE : Clémentine VIGNAL et Maud BERNARD-VERDIER

Revision #6

Created 15 October 2024 12:59:42 by Kernanec Alan

Updated 17 December 2024 16:13:54 by Sanchez Mateo