

| | |
|---------------------|---|
| Zeitschrift: | Bulletin romand d'entomologie |
| Herausgeber: | Société vaudoise d'entomologie ; Société entomologique de Genève |
| Band: | 8 (1990) |
| Heft: | 2 |
| Artikel: | Effets du piétinement sur la macrofaune de deux sols forestiers de la Ville de Lausanne |
| Autor: | Maddalena, Cécile / Treina, Laurence |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-986368 |

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 03.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Effets du piétinement sur la macrofaune de deux sols forestiers de la Ville de Lausanne

par Cécile MADDALENA et Laurence TREINA, Musée Zoologique,
Palais de Rumine, C.P. 448, CH-1000 Lausanne 17.

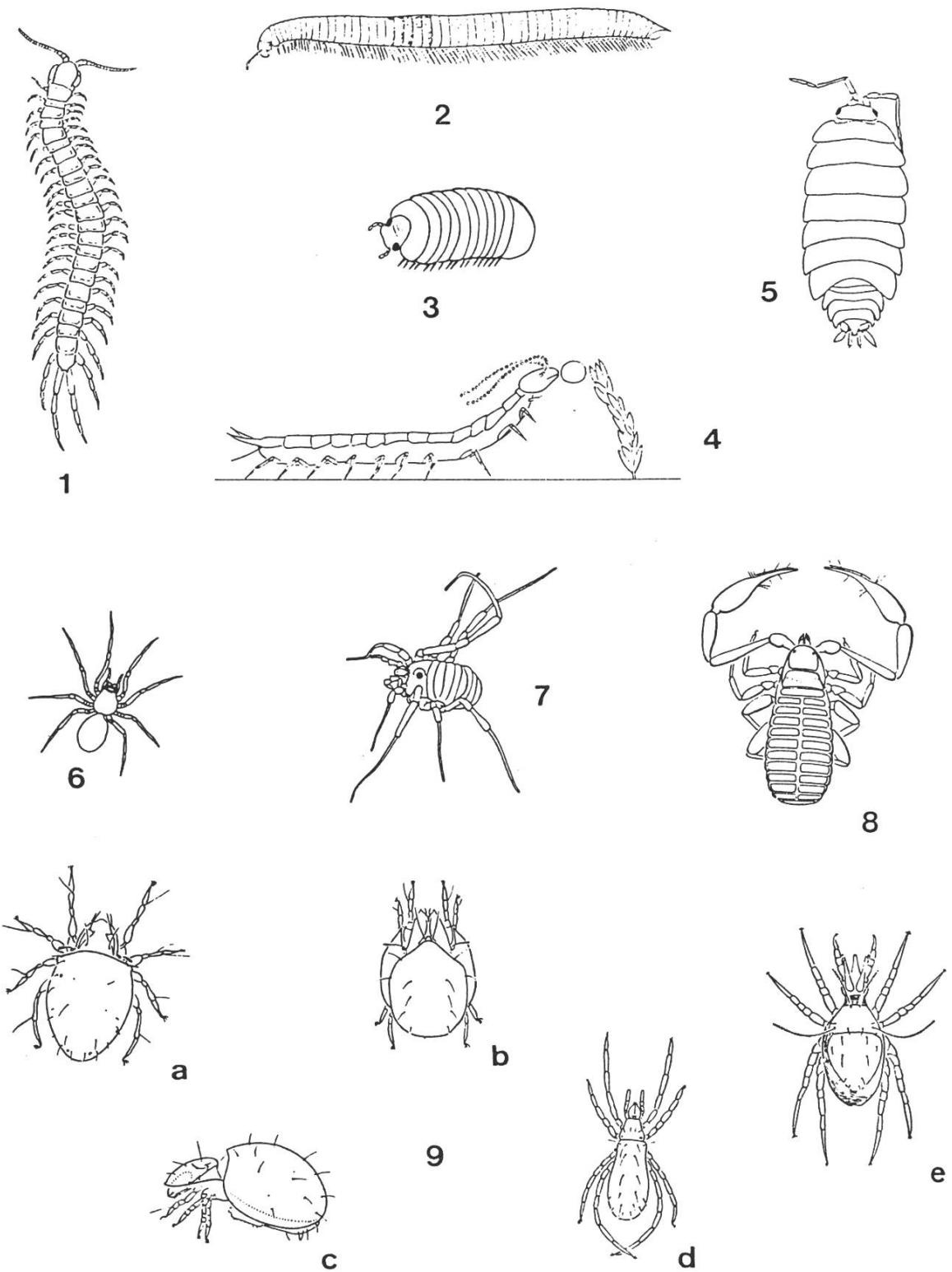
Introduction

Le sol et la pédoxfaune

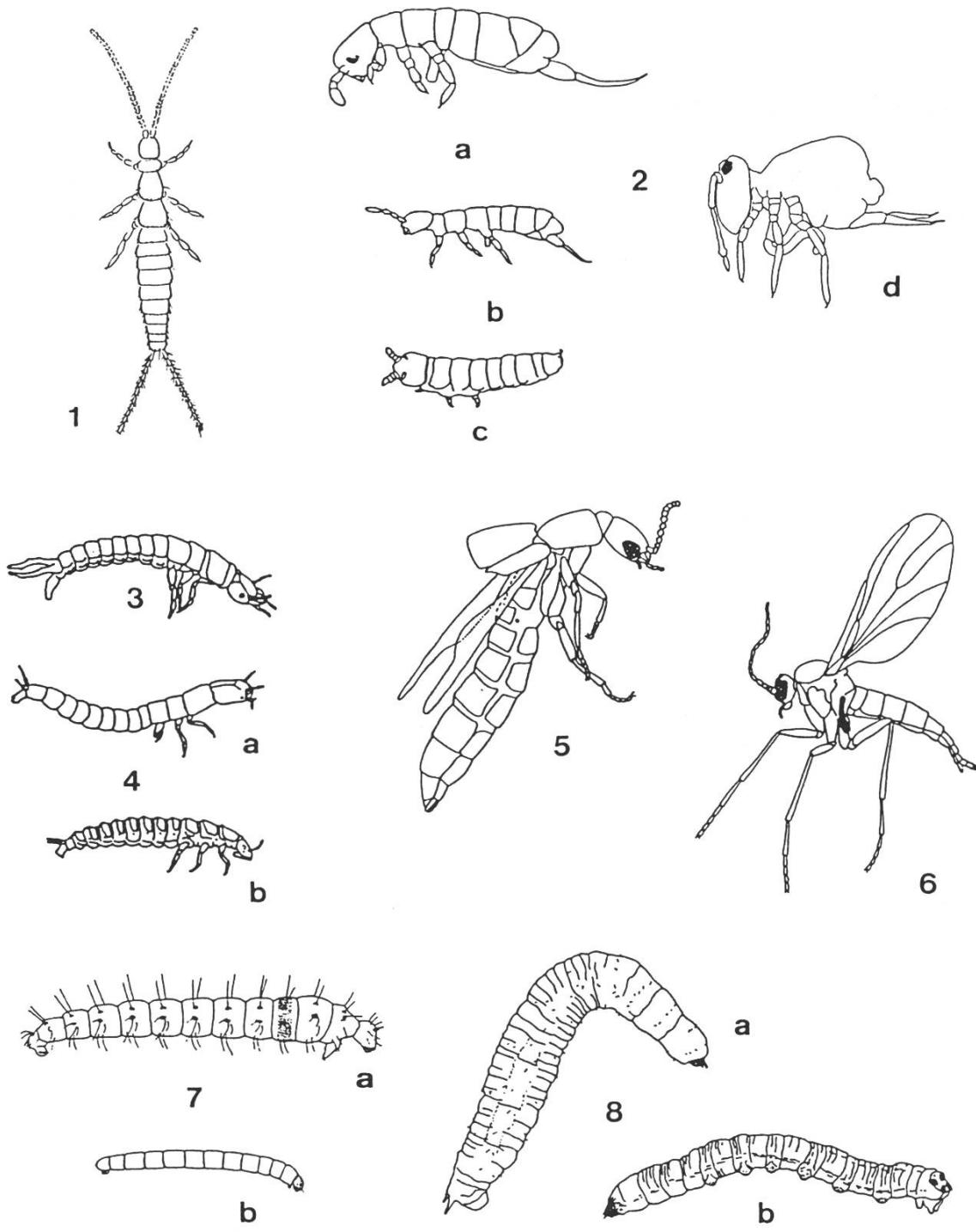
"Le sol, où toute vie terrestre puise une large part de ses besoins et auquel finalement elle restitue le produit de ses biosynthèses, constitue la plus extraordinaire usine de transformation où se recyclent sans cesse les éléments entre le monde organique et le monde minéral." (P. Pesson, 1971)

Cette citation nous fait prendre conscience que le sol, trop souvent considéré comme un simple support inerte pour nos pieds, est un écosystème en soi, où se déroulent des activités essentielles à la vie, telles que la transformation et le recyclage de toute matière organique. Les ouvriers de cette usine de recyclage sont tous les organismes vivants végétaux et animaux constituant la pédo flore (bactéries, algues, champignons) et la pédoxfaune.

La pédoxfaune comprend des animaux de très petite taille comme les protozoaires et les nématodes, des arthropodes (mille-pattes, cloportes, araignées, acariens, collemboles, coléoptères, diptères, fourmis et larves d'insectes), des gastéropodes et des vers de terre dont l'importance n'est plus à démontrer (annexes 1a et b).



Annexe 1a: Représentants de la faune du sol: 1: chilopode, 2: diplopode (iule), 3: diplopode (glomeris), 4: symphytes, 5: isopode (cloporte), 6: araignée, 7: opilion, 8: pseudoscorpion, 9 abcde: acariens. D'après Coineau (1974) et Zettel (1988).



Annexe 1b: Représentants de la faune du sol: 1: diploure, 2 abcd: collemboles, 3: larve de carabe, 4 ab: larve de staphylin, 5: staphylin, 6: diptère nématocère, 7 ab: larves de diptères nématocères, 8 ab: larves de diptères nématocères (tipulidae). D'après Coineau (1974) et Zettel (1988).

Rôle de la pédofaune

Le rôle des organismes du sol est conditionné par leur régime alimentaire et par leur localisation dans les différentes couches du sol. Le tableau 1 donne un aperçu de ces deux caractéristiques.

| invertébrés | taille | localisation | régime alimentaire |
|--------------------|-----------|------------------------------------|----------------------------------|
| vers de terre | 1-30 cm | surface du sol, horizon A et B | saprophages |
| gastéropodes | 0.5-10 cm | litière, surface du sol | sapro-, phyto-, mycétophages |
| chilopodes | < 30 mm | litière, surface du sol | prédateurs |
| diplopodes | < 20 mm | surface du sol | phytosaprophages |
| symplyles | < 5 mm | horizon A | sapro-, micro-, mycétophages |
| isopodes | < 20 mm | litière de feuillus, bois pourri | sapro-, micro-, nécrophages |
| araignées | < 20 mm | litière, surface du sol | prédateurs |
| opiliens | < 30 mm | litière, troncs d'arbres | prédateurs |
| pseudoscorpions | < 6 mm | litière de feuillus | prédateurs |
| acariens | < 2 mm | surface du sol, horizon A | prédateurs, sapro-, micro-phages |
| diploures | < 5 mm | horizon A | saprophages |
| collemboles | 1-5 mm | litière, surface du sol, horizon A | sapro-, micro-, mycétophages |
| staphylini l.et a. | < 15 mm | litière, surface du sol | prédateurs |
| carabes l.et a. | < 20 mm | litière, surface du sol | prédateurs |
| perce-oreilles | < 15 mm | litière, surface du sol | omnivores |
| diptères, larves | 2-20 mm | surface du sol, horizon A | sapro-, microphages, prédateurs |

Tableau 1 : régime alimentaire, localisation, taille des invertébrés du sol (d'après Matthey et al., 1984).

Les processus de dégradation de la litière peuvent s'expliquer schématiquement de la manière suivante : la matière organique subit d'abord une dégradation physique, la fragmentation, qui a pour conséquence une augmentation de la surface initiale de la matière. Puis, le passage à travers de nombreux tubes digestifs modifie peu à peu la composition chimique de la matière organique, aboutissant à la formation du très important complexe argilo-humique (constituant essentiel de l'humus), puis finalement à la libération des composés minéraux (phosphates, nitrates) directement réutilisables par les plantes. Il ne faut pas oublier, pour terminer la chaîne alimentaire, la présence des prédateurs qui se nourrissent des décomposeurs : les acariens chassent les collemboles avant d'être victimes des pseudoscorpions; les larves de coléoptères se nourrissent des larves de diptères avant d'être prises par les araignées.

C'est à l'ensemble de cette communauté vivante que le sol doit sa structure et sa fertilité.

Etude du piétinement

L'étude du piétinement du sol a débuté avec l'impact croissant du tourisme sur des milieux restés jusque-là à l'état naturel. De nombreuses études ont été entreprises sur la modification des communautés végétales et sur les modifications physico-chimiques du sol (Blandin et al., 1982; Chappell et al., 1971). L'étude des communautés animales reste cependant très délicate, du fait de la grande complexité et de la diversité de la pédofaune (Garay et Nataf, 1982).

Ces animaux se tiennent pour la plupart dans les couches superficielles du sol, à savoir la litière et l'horizon A riche en humus. Ils sont donc directement touchés par le piétinement (hommes, bétail, machines agricoles), l'apport de matières polluantes (engrais, boues d'épuration, pesticides) ou toute autre dégradation du sol. (Rappelons qu'en plus de la litière et de l'horizon A, le sol est constitué d'un horizon B riche en substances minérales et d'un horizon C ou roche-mère).

Une bonne connaissance de la pédofaune permettrait peut-être d'utiliser cette dernière comme bioindicateur de l'état d'un sol.

But du travail

Le présent travail se propose donc d'étudier l'effet du piétinement sur la qualité et la quantité de la faune des arthropodes du sol dans deux types de forêts lausannoises.

Matériel et méthodes

Stations étudiées

La première station est située à Sauvabelin (538.950/153.900), à une altitude de 630 m, dans une forêt de feuillus. La seconde station est localisée aux Vuargnes (542.850/157.500), à une altitude de 865 m, dans une forêt mixte d'épicéas et de hêtres.

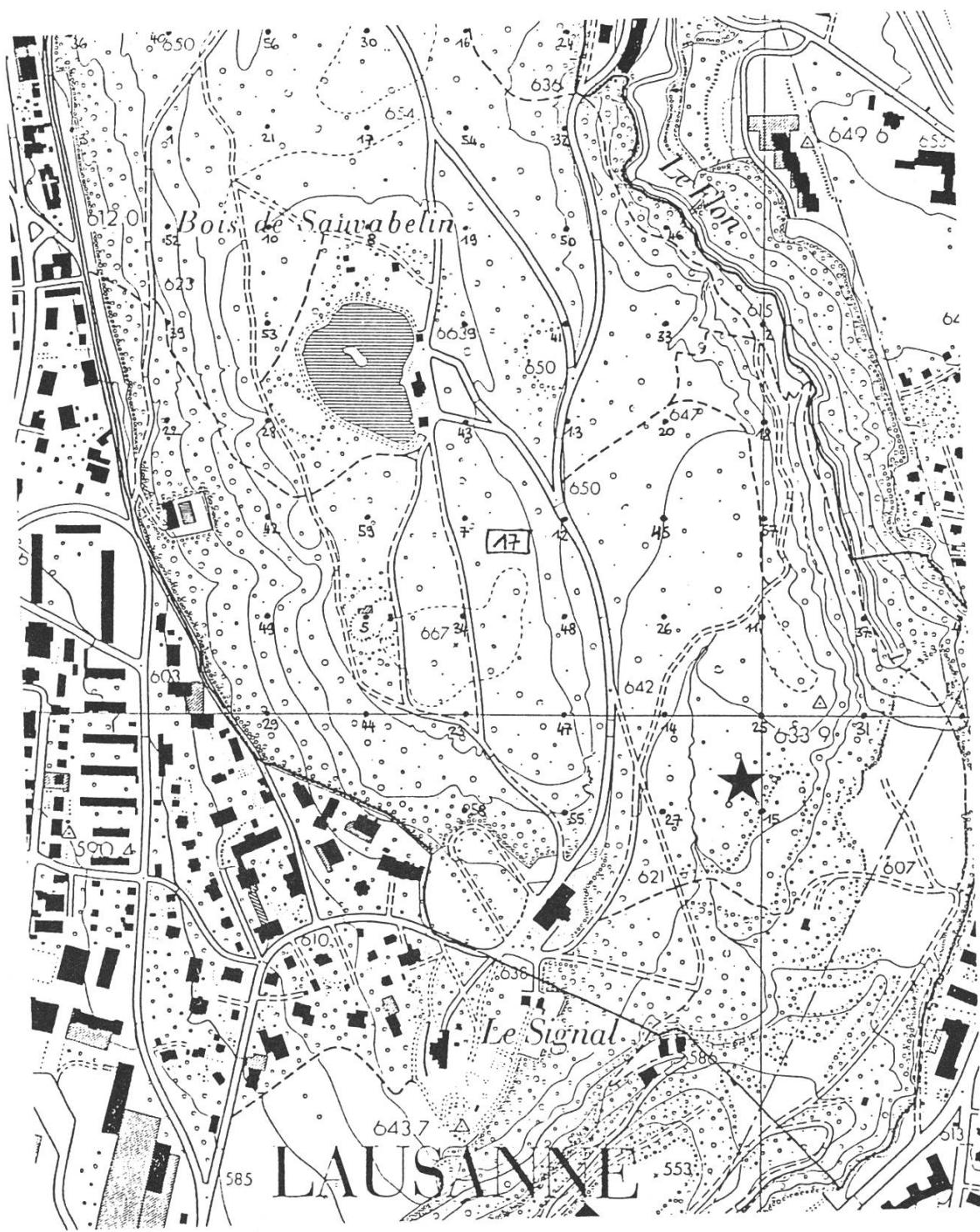
Dans chaque station, les prélèvements ont été effectués dans une zone très piétinée et dans une zone non piétinée située à proximité de la première.

Aux Vuargnes, la zone piétinée est une place de pic-nic, à Sauvabelin, un sentier pédestre. Les zones témoins ont été choisies dans un roncier peu dense.

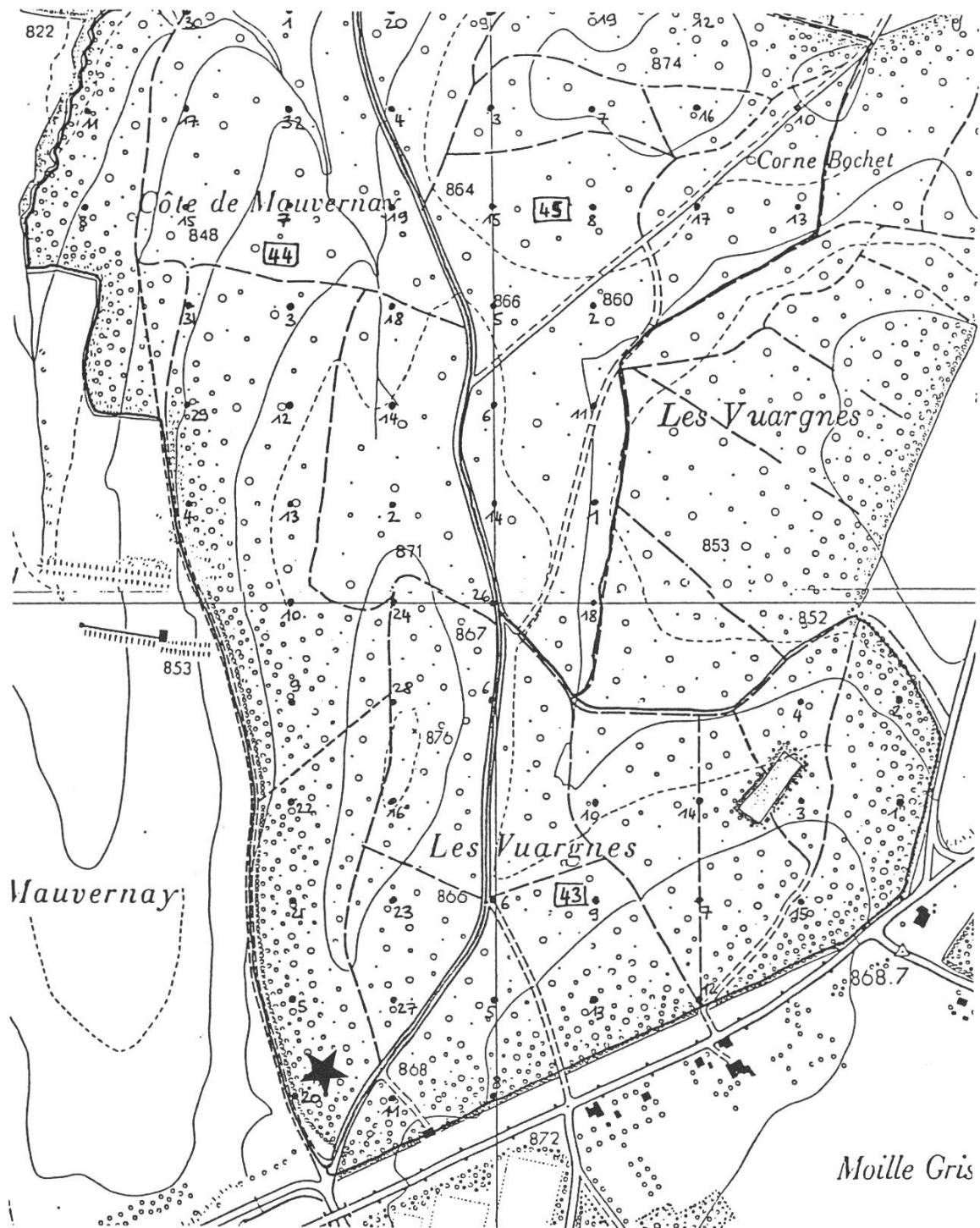
Le sol des zones piétinées est dépourvu de litière, très compact et argileux à Sauvabelin, très riche en aiguilles d'épicéas aux Vuargnes. Dans les zones non piétinées, la litière est encore présente et la couche d'humus très épaisse et aérée (voir cartes, annexes 2a et b).

Prélèvements

Ils ont été effectués en juin et en août 1988. Dans les deux stations, trois prélèvements sur un carré de 25 sur 25 cm ont été



Annexe 2a: Carte de la forêt de Sauvabelin. L'étoile indique l'emplacement de la station. Plan reproduit avec l'autorisation du service du cadastre de la Ville de Lausanne du 23 août 1990.



Annexe 2b: Carte de la forêt des Vuargnes (Chalet-à-Gobet).
L'étoile indique l'emplacement de la station. Plan reproduit avec l'autorisation du service du cadastre de la Ville de Lausanne du 23 août 1990.

effectués au hasard dans la zone non piétinée et trois prélèvements identiques dans la zone piétinée. Dans chaque carré, la litière et la couche d'humus ont été prélevées.

Tri du matériel

Pour séparer les invertébrés de la terre, nous avons utilisé des extracteurs de faune de type Berlese-Tullgren (figure 1). Ces appareils consistent en un grand entonnoir dans lequel on dépose un tamis contenant l'échantillon de terre. Ce dernier est éclairé par une ampoule électrique de 60 W. Un gobelet rempli d'alcool 70° recueille les animaux tombant de l'entonnoir. Le principe de cet appareillage est de dessécher lentement la terre grâce à la chaleur de l'ampoule et forcer ainsi les animaux lucifuges à migrer vers le bas où ils seront fixés et conservés dans l'alcool. Les gobelets sont régulièrement vidés et l'extraction se poursuit environ une semaine jusqu'à ce que plus aucun animal ne soit capturé. Les animaux sont triés, déterminés jusqu'à l'ordre selon les groupes et finalement dénombrés.

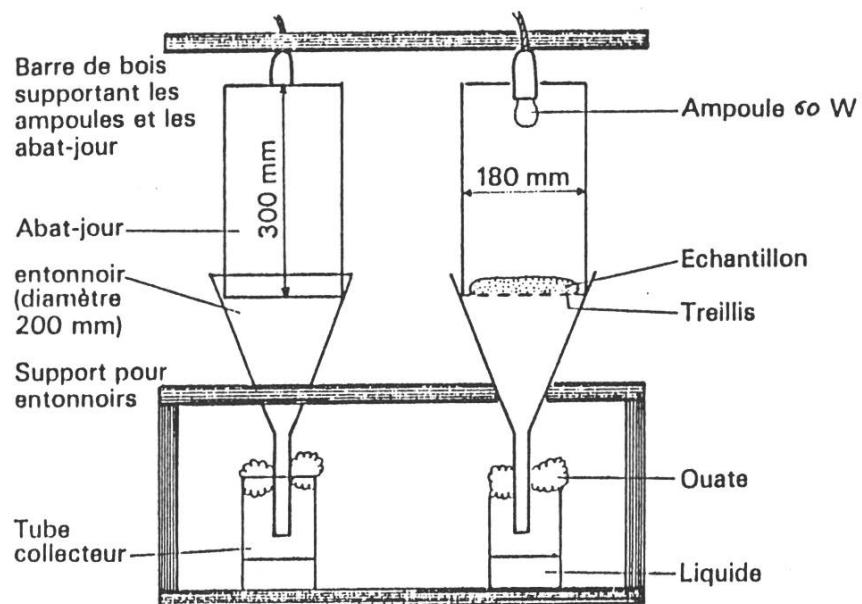


Figure 1: Extracteur de faune Berlese-Tullgren (d'après Matthey et al., 1984). Figure reproduite avec l'autorisation des Editions Payot, Lausanne.

| | Chilo-podes | Diplo-podes | Sym-phyles | Iso-podes | Arai-gnées | Opilions | Pseudo-scorp. | Acariens | Di-ploures | Collem-boles | Insectes | Larves |
|---------|-------------|-------------|------------|-----------|------------|----------|---------------|----------|------------|--------------|----------|--------|
| 3.6.88 | | | | | | | | | | | | |
| SNP1 | 17 | 2 | 1 | 5 | 12 | - | 2 | 174 | 11 | 54 | 15 | 25 |
| SNP2 | 14 | 3 | 2 | 4 | 21 | - | 5 | 198 | 8 | 74 | 15 | 38 |
| SNP3 | 19 | 2 | - | 5 | 12 | 4 | 1 | 128 | 2 | 86 | 12 | 32 |
| 3.6.88 | | | | | | | | | | | | |
| SP1 | 1 | - | - | - | - | - | - | 10 | - | 13 | 6 | 23 |
| SP2 | - | - | 1 | - | - | - | - | 3 | - | 7 | 9 | 10 |
| SP3 | - | - | - | - | - | - | - | 2 | - | 6 | 3 | 18 |
| 20.6.88 | | | | | | | | | | | | |
| VNP1 | 19 | 1 | 1 | - | 10 | - | - | 130 | - | 43 | 16 | 31 |
| VNP2 | 15 | 1 | 1 | - | 12 | 1 | - | 147 | - | 27 | 20 | 16 |
| VNP3 | 19 | - | 5 | - | 17 | - | - | 263 | 1 | 52 | 35 | 51 |
| 20.6.88 | | | | | | | | | | | | |
| VP1 | 10 | - | 3 | - | 1 | - | - | 85 | - | 17 | 10 | 7 |
| VP2 | 1 | - | 10 | - | 1 | - | - | 60 | - | 13 | 11 | 7 |
| VP3 | - | - | - | - | - | - | - | 75 | - | 10 | 1 | 2 |
| 23.8.88 | | | | | | | | | | | | |
| SNP1 | 9 | 8 | 1 | 16 | 21 | 1 | 6 | 170 | - | 140 | 27 | 23 |
| SNP2 | 21 | - | - | 9 | 28 | 2 | 8 | 190 | - | 165 | 16 | 4 |
| SNP3 | 6 | 3 | - | 7 | 4 | 4 | 3 | 290 | - | 110 | 33 | 29 |
| 23.8.88 | | | | | | | | | | | | |
| SP1 | 2 | 2 | 1 | - | - | - | - | 76 | - | 69 | 4 | 11 |
| SP2 | - | 3 | - | - | - | - | - | 163 | - | 175 | 5 | 14 |
| SP3 | - | - | - | - | - | - | - | 87 | - | 160 | 9 | 12 |
| 23.8.88 | | | | | | | | | | | | |
| VNP1 | 8 | 1 | 5 | - | 7 | 1 | - | 285 | - | 94 | 19 | 42 |
| VNP2 | 1 | 3 | 1 | - | 12 | 1 | - | 275 | 1 | 156 | 8 | 43 |
| VNP3 | 4 | 1 | 4 | - | 2 | 2 | - | 318 | - | 220 | 5 | 17 |
| 23.8.88 | | | | | | | | | | | | |
| VP1 | - | - | 40 | - | - | - | - | 90 | - | 25 | 4 | 7 |
| VP2 | - | - | 9 | - | 1 | - | - | 325 | 4 | 89 | 55 | 101 |
| VP3 | - | - | 30 | - | - | - | - | 360 | - | 6 | 2 | 9 |

Annexe 3 : Tableau des résultats bruts: nombres d'individus de chaque catégorie capturés dans les 3 prélèvements répétitifs(1,2,3). (S=Sauvabelin; V=Vuargnes; NP=non piétiné; P=piétiné)

Résultats

Les résultats bruts sont présentés sous la forme d'un tableau (annexe 3) qui indique le nombre d'individus capturés dans les trois prélèvements effectués dans les zones non piétinées et piétinées.

Nous avons différencié 12 catégories d'arthropodes dont :

- 3 ordres de myriapodes (mille-pattes): chilopodes, diplopodes, symphyles
- 1 ordre de crustacés terrestres: isopodes
- 4 ordres d'arachnides: araignées, opilions, pseudoscorpions, acariens
- 2 ordres d'insectes aptérygotes: collemboles, diploures
 - les insectes, qui n'ont pas été subdivisés en ordres, vu leur petit nombre; il s'agit avant tout de staphylinés et de carabes (coléoptères) et de diptères nématocères.
 - les larves d'insectes, essentiellement des larves de coléoptères et de diptères.

Nous n'avons pas tenu compte des vers de terre (voir Cuendet, 1990), ni des mollusques.

Le tableau de l'annexe 4 donne la somme des individus capturés dans les trois prélèvements répétitifs de chaque zone. Ce tableau est présenté sous forme graphique aux figures 2 à 5. Les acariens et les collemboles n'ont pas été pris en considération dans ces graphiques vu leur trop grand nombre. Pour cette même raison leurs effectifs sont très approximatifs.

Ces résultats indiquent à première vue une différence bien marquée entre les zones piétinées et non piétinées. Mis à part quelques exceptions (symphyles aux Vuargnes, insectes et larves le 23.8.88 aux Vuargnes), les effectifs en zones piétinées sont très réduits, voire nuls. Quatre groupes très caractéristiques de la faune du sol, acariens, collemboles, insectes et larves semblent résister dans une certaine mesure au piétinement.

Pour tester les différences entre les deux zones, un test de X^2

| | Chilo-podes | Diplo-podes | Sym-phyles | Iso-podes | Arai-gnées | Opilions | Pseudo-scorp. | Acariens | Di-ploures | Collem-boles | Insectes | Larves |
|-----------|-----------------|---------------|-----------------|----------------|----------------|---------------|------------------|-------------------|----------------|-------------------|-----------------|------------------|
| 3.6.88 | | | | | | | | | | | | |
| SNP SP | 50 1 +++ | 7 - +++ | 3 1 NS | 14 - +++ | 45 - +++ | 4 + + | 8 - +++ | 500 15 +++ | 21 - +++ | 214 26 +++ | 42 18 +++ | 95 51 +++ |
| 20.6.88 | | | | | | | | | | | | |
| VNP VP | 39 11 +++ | 2 - NS | 7 13 + | - - - | 39 2 +++ | 1 - NS | - - - | 540 320 +++ | 1 - NS | 122 40 +++ | 71 22 +++ | 98 16 +++ |
| 23.8.88 | | | | | | | | | | | | |
| SNP SP | 36 2 +++ | 11 5 NS | 1 1 NS | 32 - +++ | 53 - +++ | 7 ++ ++ | 17 +++ +++ | 650 326 +++ | - - - | 415 404 NS | 76 18 +++ | 52 37 NS |
| 23.8.88 | | | | | | | | | | | | |
| VNP VP | 13 - +++ | 5 - + | 10 79 +++ | - - - | 21 1 +++ | 4 - + | - - - | 878 775 ++ | 1 4 NS | 470 120 +++ | 32 61 +++ | 102 117 NS |

Annexe 4: Sommes des individus capturés dans les 3 prélèvements répétitifs de chaque zone. Résultats du test de X^2 modifié pour chaque catégorie d'animaux: +++: significatif à 1%; ++: significatif à 1%; +: significatif à 5%; NS: non significatif.

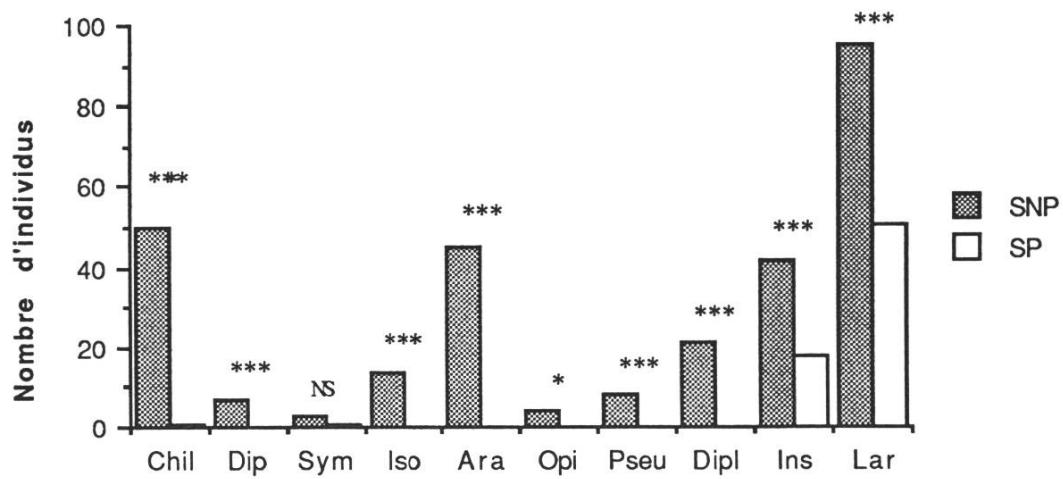


Figure 2 : Nombres d'individus de chaque catégorie capturés à Sauvabelin le 3.6.1988 dans les zones non piétinées (SNP) et piétinées (SP). Les ** indiquent le degré de signification du test de χ^2 (voir annexe 4).

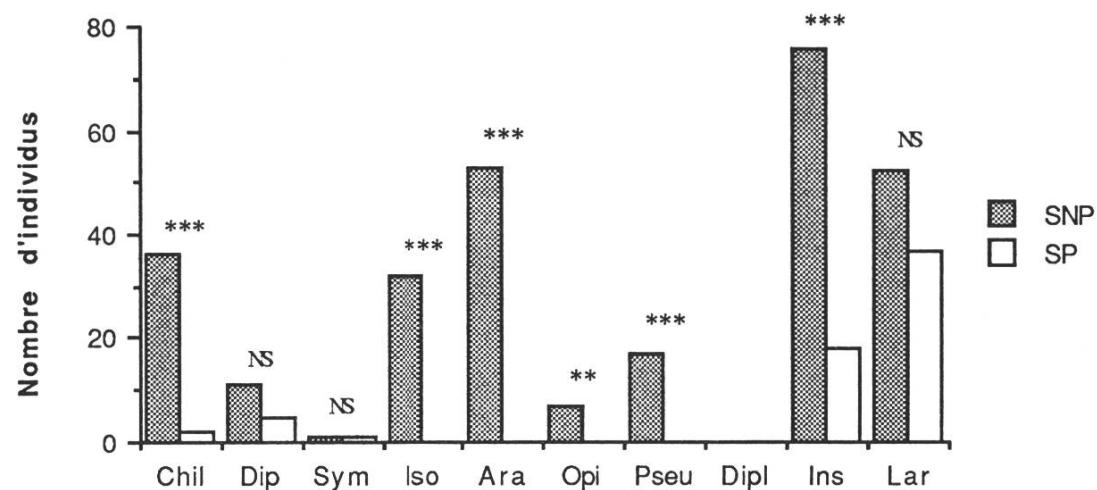


Figure 3 : Nombres d'individus de chaque catégorie capturés à Sauvabelin le 23.8.1988 dans les zones non piétinées (SNP) et piétinées (SP). Les ** indiquent le degré de signification du test de χ^2 (voir annexe 4).

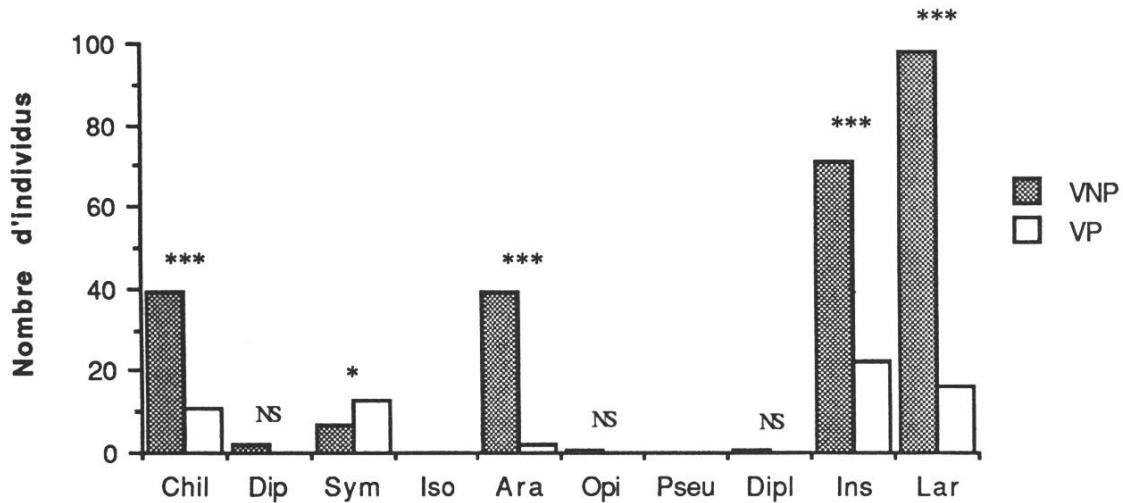


Figure 4 : Nombres d'individus de chaque catégorie capturés aux Vuargnes le 20.6.1988 dans les zones non piétinées (VNP) et piétinées (VP). Les ** indiquent le degré de signification du test de χ^2 (voir annexe 4).

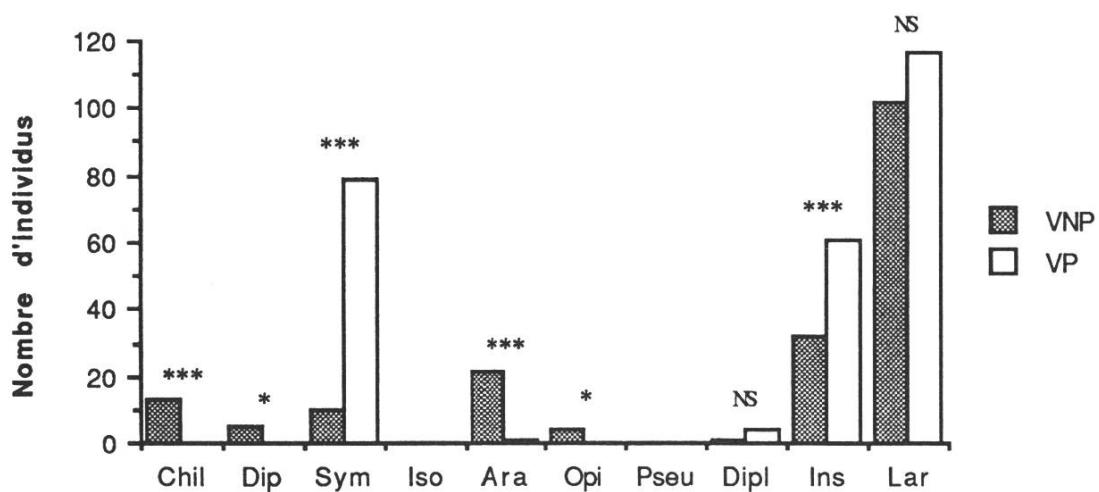


Figure 5 : Nombres d'individus de chaque catégorie capturés aux Vuargnes le 23.8.1988 dans les zones non piétinées (VNP) et piétinées (VP). Les ** indiquent le degré de signification du test de χ^2 (voir annexe 4).

modifié (voir Sokal et Rohlf, 1969, p. 552) a été effectué sur toutes les catégories d'individus. Les résultats sont présentés au tableau de l'annexe 4 et sur les graphiques. Notons que ce test donne des résultats peu précis lorsque l'effectif est faible (< 20 individus) ce qui est notamment le cas pour les diplopodes, les opilions et les diploures.

La différence entre les deux zones est toujours très significative en ce qui concerne les groupes vivant dans la litière ou à la surface du sol, comme les chilopodes, isopodes, araignées, pseudoscorpions et insectes. Chez les insectes, il faut noter que les effectifs du dernier prélèvement aux Vuargnes (23.8.88) sont inversés ; de plus, parmi les 61 individus de la zone piétinée, 49 sont des pucerons vraisemblablement capturés sur une racine. Quant aux symphyles (minuscules mille-pattes), leur nombre est beaucoup plus élevé dans la zone piétinée aux Vuargnes.

Un deuxième test statistique (Wilcoxon signed rank test) tenant compte des effectifs et de leur différence a été effectué. Ce test détermine s'il y a une différence significative entre stations piétinées et non piétinées du point de vue de tous les effectifs d'invertébrés considérés simultanément. Il donne les résultats suivants :

| Lieu | date | valeur | probabilité |
|------------|-----------|--------|-------------|
| Sauvabelin | 3.6.1988 | 0.003 | 1% |
| Sauvabelin | 23.8.1988 | 0.006 | 1% |
| Vuargnes | 20.6.1988 | 0.025 | 5% |
| Vuargnes | 23.8.1988 | 0.337 | NS |

A Sauvabelin, la différence entre zone piétinée et non piétinée est significative à 1% pour les deux prélèvements. Aux Vuargnes, elle n'est significative qu'à 5% en juin et en août elle ne l'est plus du tout à cause du grand nombre de symphyles, diploures et insectes dans la zone piétinée et de la faible différence d'effectifs chez les acariens et les larves d'insectes.

Discussion

Un effet négatif du piétinement sur la faune du sol est bien mis en évidence par nos résultats. Les premiers groupes touchés sont inévitablement ceux qui vivent dans la litière ou à la surface du sol et dont la taille est relativement importante: chilopodes, diplopodes, isopodes, araignées, opilions et pseudoscorpions. L'absence totale de litière sur le sentier de Sauvabelin explique largement cette disparition.

Quant aux microarthropodes, symphyles, acariens, diploures et collemboles, leur petite taille leur permet plus aisément de survivre dans les interstices d'un sol piétiné. Les symphyles ne semblent pas du tout perturbés par le piétinement mais le manque de connaissances de leur biologie ne nous permet pas d'expliquer cette abondance d'individus dans la zone piétinée des Vuargnes. Il en va de même pour les diploures.

Les acariens et les collemboles, deux ordres extrêmement diversifiés et riches en espèces, pourraient à eux seuls être utilisés pour une étude.

Les nombreuses espèces réagissent de manière différente selon leur localisation dans le sol, en profondeur ou plutôt en surface. Par exemple, les collemboles de grande taille qui se déplacent en sautant à l'aide de leur furca (sorte de fourche), vivent en surface et disparaissent avec le piétinement, tandis que les petites espèces, aveugles et sans organe de saut peuvent survivre en profondeur.

L'effet du piétinement sur les insectes se manifeste par l'absence presque totale des coléoptères dans les zones piétinées. En revanche, il n'est pas possible de savoir si les diptères nématocères adultes recueillis dans l'extracteur ont été récoltés à l'état adulte dans l'échantillon de sol ou s'ils ont émergé sous l'effet de la chaleur de la lampe. La deuxième hypothèse semble la plus probable. En ce qui concerne les larves d'insectes, seules les petites larves de diptères subsistent en grand nombre dans les sols piétinés.

Nos résultats confirment ceux des études réalisées sur le même

sujet en France et en Angleterre. En effet, Blandin et al. (1982) donnent des résultats pour la forêt de Fontainebleau qui concordent bien avec nos propres résultats : les araignées et les chilopodes sont très sensibles au piétinement et disparaissent rapidement alors que les coléoptères adultes et les larves d'insectes sont moins, voire pas touchés. Ces auteurs donnent également des résultats illustrant le caractère résistant ou sensible des acariens et collemboles (voir aussi Garay et Nataf, 1982).

Un autre travail réalisé dans une prairie calcaire anglaise montre une diminution fort semblable du nombre d'individus des différents groupes mais avec une légère augmentation des diptères adultes dans la zone perturbée (Chappell et al., 1971).

S'il existe des différences de sensibilité des catégories d'animaux aux modifications du milieu, la disparition de la litière et de la matière organique, donc de l'alimentation de base de la chaîne alimentaire, semble constituer la perturbation majeure. Les prédateurs, situés en fin de chaîne en sont particulièrement affectés, comme le montrent nos résultats. Le sol a donc perdu son rôle primordial au sein de l'écosystème qui consiste à transformer et recycler la matière organique.

En conclusion, la fréquentation touristique, lorsqu'elle prend de l'importance, est susceptible d'induire des perturbations dommageables au fonctionnement et au renouvellement des écosystèmes forestiers. En effet, par ses propriétés physiques, chimiques et biologiques, le sol constitue une composante essentielle de l'écosystème forestier dont l'intégrité est indispensable au bon fonctionnement de l'ensemble. Les deux premières conséquences du piétinement sur le sol, à savoir la disparition de la litière et le tassemement, affectent donc au plus haut point la faune du sol, autant dans sa diversité que dans sa quantité.

Remerciements

Nous tenons à remercier la Ville de Lausanne par l'entremise de la Direction des finances, Service des Forêts, domaines et vignobles et tout particulièrement M.R.Badan, qui par leur appui financier nous ont permis de réaliser ce travail. Nous remercions également

l'Institut de Zoologie de l'Université de Lausanne pour avoir mis à notre disposition les extracteurs Berlese-Tullgren. Notre reconnaissance va à Stéphanie Gallusser qui a sacrifié une partie de ses vacances pour trier les animaux, à Daniel Cherix, Laurent Keller, Tiziano Maddalena et Michel Sartori qui ont relu et critiqué le manuscrit.

Bibliographie

- Blandin P., Garay I. et Molfetas S. 1982. L'impact du piétinement en forêt. *La Forêt privée* **146** : 23-33.
- Chappell H.G., Ainsworth J.F, Cameron R.A.D. and Redfern M. 1971. The effect of trampling on a chalk grassland ecosystem. *Journal of Applied Ecology* **8** : 869-882.
- Coineau J. 1974. Introduction à l'étude des microarthropodes du sol et de ses annexes. Doin, Paris. (avec clé de détermination).
- Cuendet G. 1990. Effect of human treading on earthworm populations of two forests in Switzerland. Poster presented at the 4th International Symposium on Earthworm Ecology, Avignon, June 1990.
- Garay I. et Nataf L. 1982. Microarthropods as indicators of human trampling in suburban forests. In : Bornkamm J.A., Lee J.A. et Seaward M.R.D., éds., *Urban ecology*. Blackwell, Oxford : 201-207.
- Matthey W., Della Santa E., Wannenmacher C. 1984. Manuel pratique d'écologie. Payot, Lausanne. (avec clé de détermination)
- Pesson P. et coll. 1971. *La vie dans les sols*. Gauthier-Villars, Paris.
- Sokal R.R. et Rohlf F.J. 1969. *Biometry*. Freeman, San Francisco.
- Zettel J. 1988. Clé de détermination de la faune du sol. (polycopié non publié)