

# Effets de l'épandage de fumier animal sur les collemboles ( *Collembola* ) dans les prairies pérennes

## Points forts

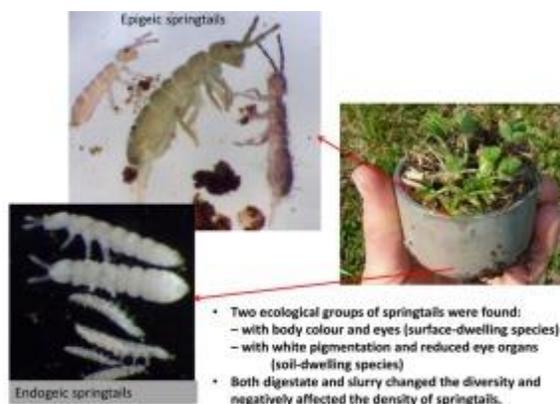
- Le lisier et [le digestat](#) ont eu des effets négatifs sur la faune [de collemboles](#) dans les prairies.
- La densité des collemboles est revenue à la moitié ou moins des valeurs initiales après 7 semaines.
- L'étude n'a trouvé aucune différence entre les traitements au lisier non digéré et digéré.
- Une classification simplifiée des collemboles peut fournir des informations précieuses.

## Résumé

Français La densité et la diversité des collemboles ( *Collembola* ) dans la couche supérieure du sol (0–3,8 cm) ont été étudiées dans une prairie de graminées vivaces et de trèfles dans le nord-ouest de la Norvège d'avril à juin 2012. L'étude faisait partie d'une expérience sur le terrain comparant les rendements et les caractéristiques du sol après l'application de lisier non digéré (NS) par rapport à l'épandage de lisier digéré anaérobie (DS) provenant de vaches laitières. Au total, pour trois dates d'échantillonnage, 39 espèces de collemboles ont été identifiées. Dans les parcelles témoins ne recevant pas de fumier, le niveau de densité était d'environ 30 000 individus (ind.) m<sup>-2</sup> pendant toute la saison. Trois jours après l'épandage du lisier (40 t ha<sup>-1</sup>), la densité des collemboles avait chuté de manière significative, passant de 55 214 à 7 410 ind. m<sup>-2</sup> dans le traitement NS et de 41 914 à 10 260 ind. m<sup>-2</sup> dans le traitement DS. Après 7 semaines, les densités avaient de nouveau augmenté à 54 % et 38 % des niveaux initiaux dans les traitements NS et DS, respectivement. Les collemboles ont été divisés en deux groupes écologiques en fonction de la morphologie et de la couleur. Le groupe épigé comprenait des espèces vivant à la surface avec des organes oculaires et une pigmentation. Le groupe endogé comprenait des espèces vivant dans le sol dépourvues d'organes oculaires et de pigmentation, et généralement avec des extrémités plus courtes que celles trouvées dans le groupe épigé. L'effet négatif de l'application de fumier sur la densité était plus grave et plus durable dans le groupe épigé que dans le groupe endogé. Cet effet était similaire pour les deux types de fumier. Une espèce ( *Parisetoma notabilis* ) représentait 50 % de la population épigéique, tandis que trois espèces de *Mesaphorura* et *Stanaphorura lubbocki* représentaient la moitié de la population endogéique. En général, la structure de la communauté, décrite par l'abondance relative de chaque espèce, était plus affectée par l'application de fumier dans le groupe épigé que dans le groupe endogé.

Ainsi, l'application de lisier semble avoir un effet plus négatif sur les espèces vivant à la surface que sur les espèces vivant dans le sol, même dans la petite profondeur d'échantillonnage utilisée ici. La densité des espèces endogées semble se rétablir plus rapidement que la densité des espèces épigées. Une classification simplifiée des collemboles épigées et endogées, basée sur la présence ou l'absence de pigmentation et d'yeux, peut être utile dans les études sur les collemboles du sol où l'identification de l'espèce réelle n'est pas l'objectif principal.

## Résumé graphique



## Introduction

Les collemboles du sol se nourrissent généralement de débris végétaux, d'autres matières organiques ou de champignons, d'algues et de bactéries (Hopkin, 1997, Ponge, 2000). Certaines espèces sont sélectives, d'autres sont omnivores et se nourrissent d'un large éventail d'aliments à proximité, tandis que quelques espèces sont des prédateurs (Ponge, 2000, Hopkin, 2007). Par conséquent, le type de culture et l'application de matière organique affecteront considérablement ce groupe de faune du sol. L'inclusion de graminées et de légumineuses dans les systèmes de culture, par exemple en sous-semis dans les champs de céréales, augmente la densité et la diversité des collemboles (Salamon et al., 2004, Sabais et al., 2011). Français L'épandage de fumier et de digestat peut également augmenter la densité des collemboles (Walter et Burmeister, 2012, Platen et Glemnitz, 2016), mais les quantités sont critiques (Bolger et Curry, 1980, Bolger et Curry, 1984). L'épandage annuel de paille et d'engrais vert était plus favorable à l'abondance des micro-arthropodes du sol (y compris les collemboles) que le fumier animal appliqué tous les trois ans (Kautz et al., 2006). Le digestat, provenant de 60 % de lisier de bovins et de 40 % d'ensilage de maïs, a favorisé la densité des collemboles par rapport à l'engrais minéral azoté dans une étude allemande (Platen et Glemnitz, 2016). Par conséquent, la quantité, le moment et le type de matière organique affectent la faune des collemboles. La gestion des cultures affecte également la faune des collemboles, par exemple les opérations de récolte ont diminué la densité des collemboles (Larink, 1997). Le travail du sol et d'autres opérations mécaniques réduisent la densité des collemboles en raison de l'inversion des couches du sol et de la diversité réduite des pores (Heisler et Kaiser, 1995, Larsen et al., 2004, Petersen, 2000).

Français Malgré les nombreuses perturbations dans les zones agricoles, plusieurs études nord-européennes sur les sols agricoles ont montré que la densité et la diversité des collemboles peuvent être assez élevées même dans les champs gérés de manière intensive (Bardgett et Cook, 1998, Axelsen et Kristensen, 2000, Petersen, 2000, Filser et al., 2002, Sabais et al., 2011). Une densité remarquablement élevée, 120 000 individus (ind.)  $m^{-2}$ , a été trouvée dans l'orge après incorporation au sol d'une culture dérobée de radis fourrager (Axelsen et Kristensen, 2000). Dans les prairies pérennes d'Irlande, Bolger et Curry (1984) ont recensé 62 200 ind.  $m^{-2}$  et 27 espèces. Une étude norvégienne récente (Pommeresche et Løes, 2014) a trouvé 41 500 ind.  $m^{-2}$  et au total 42 espèces dans une prairie vivace de graminées et de trèfles. Bien que très peu d'études sur les collemboles aient été menées dans les zones agricoles norvégiennes, plusieurs études ont été réalisées dans des habitats naturels et des forêts (par exemple Lie-Pettersen, 1896, Hågvar, 1982, Hågvar, 1983, Fjellberg, 1998, Fjellberg, 2007), et au total 334 espèces de 19 familles ont été identifiées en Norvège (Fjellberg, 2010).

L'identification des collemboles à l'espèce prend du temps et exige des connaissances spécialisées avancées. Inspirés par Gisin (1943) et Salmon et al. (2014), notre ambition dans cet article est de discuter des effets du fumier sur la densité et la diversité des collemboles au niveau du groupe écologique, en plus du niveau de l'espèce. Salmon et al. (2014) ont lié plusieurs traits morphologiques d'espèces et variables d'habitat à différents groupes écologiques de collemboles ; le « groupe épigé » vivant à la surface du sol avec une pigmentation et des yeux et des organes locomoteurs développés, et le « groupe endogé » vivant dans le sol, dépourvu de pigmentation et avec des organes moins bien développés.

L'expérience « SoilEffects » décrite dans Pommeresche et Løes (2014) a été mise en place en 2011 pour comparer les effets possibles de la digestion anaérobie du fumier animal par rapport au lisier non digéré sur les caractéristiques des plantes et du sol, y compris les collemboles. L'étude a été conçue pour explorer au niveau expérimental ce qui arrive au système agricole lorsqu'une ferme laitière biologique produit du biogaz et introduit du lisier digéré de manière anaérobie. Étant donné que la digestion anaérobie augmente la concentration d'ammonium ( $NH_4^+$ ) dans le fumier (Möller et Müller, 2012), il peut y avoir un risque que ce traitement ait des effets négatifs sur la faune du sol. L'ammonium est hautement toxique pour les vers de terre (Curry, 1976). Cependant, même le fumier non traité contient

de fortes concentrations d'ammonium. Comme les micro-organismes de l'usine de biogaz produisent du méthane (CH<sub>4</sub>), on trouve moins de carbone dans le digestat par rapport au fumier non digéré, et moins de carbone est restitué au sol (Møller et al., 2004, Möller et Müller, 2012).

On peut émettre l'hypothèse qu'un éventuel effet négatif de l'application de fumier sur les collemboles pourrait être temporaire, car dans une perspective à long terme, l'application de fumier peut augmenter à la fois la densité et la diversité des collemboles en raison de l'effet d'enrichissement de la production végétale et, par conséquent, d'augmentation de la disponibilité de l'alimentation des collemboles.

Dans cet article, nous allons présenter et discuter de ce qui arrive à la faune de collemboles après l'épandage de lisier, lisier digéré ou non digéré, à la fois dans une perspective immédiate (jours) et dans une perspective à moyen terme (semaines). Nous utilisons un simple groupement écologique d'espèces pour illustrer et expliquer les effets de différentes applications de lisier sur différentes espèces de collemboles.

### **Description du site et épandage du fumier**

Le site d'étude était situé à la ferme de recherche de Tingvoll (62°54'N, 8°11'E) dans le nord-ouest de la Norvège, propriété du Centre norvégien d'agriculture biologique. Le sol du site expérimental est un sable limoneux humifère, avec un pH (H<sub>2</sub>O) de 5,82, une teneur en matière organique du sol (SOM) de 11 % et une concentration en P extractible de 28,7 mg kg<sup>-1</sup> de sol sec en avril 2011 (Løes et al., 2013). L'objectif général de l'expérience, établie en 2011, était d'étudier les caractéristiques du sol et les niveaux de rendement des prairies pérennes, par l'application de

### **Espèces communes et rares**

Au cours des trois dates d'échantillonnage de 2012, un total de 2595 individus appartenant à 39 espèces de collemboles ont été trouvés. Parmi plusieurs espèces communes, *Onychiurus edinensis* n'avait jamais été observé auparavant en Norvège, et *Oligaphorura ursi* n'avait été trouvé auparavant qu'à proximité de lacs et de cours d'eau alpins ou arctiques en Norvège (Pommeresche et Løes, 2014). Sur le total des individus, 53 % ont été classés dans le groupe épigé et 47 % dans le groupe endogé. Dans le groupe épigé, 22 espèces ont été trouvées avec quelques espèces

Densité réduite par application de lisier

L'application de 40 t ha<sup>-1</sup> de lisier a eu un effet négatif immédiat sur la densité des collemboles dans les deux groupes écologiques. Dans les parcelles non fertilisées, la densité des collemboles est restée stable tout au long de la période d'étude. La densité globale des collemboles n'a augmenté que partiellement au cours des sept premières semaines après l'application. En distinguant les groupes écologiques, la densité ne semble se rétablir que dans le groupe endogé. Cela montre que les collemboles vivant en surface ont été plus affectés par le lisier

### **Conclusions**

Le lisier non digéré et le lisier digéré en anaérobiose ont tous deux eu un effet clairement négatif à court terme sur la faune de collemboles. Trois jours après l'application du lisier, la densité a chuté d'environ 90 %. La densité n'est revenue à la moitié ou moins des valeurs initiales qu'après 7 semaines, dans les traitements où le lisier a été appliqué. Les effets étaient plus évidents pour les collemboles épigés, vivant sur ou près de la surface du sol. La présente étude n'a pas indiqué de différences claires entre les collemboles non digérés et non digérés.

### **Remerciements**

Nous remercions le Conseil norvégien de la recherche, le Fonds d'accord agricole, l'Institut norvégien de recherche en bioéconomie, la banque locale Sparebanken Møre et le Centre norvégien d'agriculture biologique (NORSØK) pour leur soutien financier au projet « Effets du fumier digéré en anaérobiose sur la fertilité des sols - établissement d'une étude à long terme dans les conditions norvégiennes » (SoilEffects). Les auteurs tiennent à remercier Hugh Riley (NIBIO) pour ses commentaires utiles et constructifs.