

Biodiversité des insectes scatophages et des autres habitants des pâturages non corrélée

Wolf Ulrich Blanckenhorn¹, Ralf Jochmann¹ et Thomas Walter²

¹Institut de biologie de l'évolution & des sciences environnementales, Université de Zurich, 8057 Zurich, Suisse

²Agroscope, 8046 Zurich, Suisse

Renseignements: Wolf Ulrich Blanckenhorn, e-mail: wolf.blanckenhorn@ieu.uzh.ch



Figure 1 | La mouche scatophage (à gauche, au centre) et des espèces du genre *Sepsis* (à droite) sont des représentants fréquents de la diversité des excréments. (Photos: gauche et centre: Peter Jann; droite: Rassim Kelifa)

Introduction

La biodiversité d'un paysage est généralement enregistrée à l'aide de ce qu'on appelle des espèces indicatrices (en anglais *indicator* ou *surrogate taxa*; Favreau *et al.* 2006; Hunter *et al.* 2016). Cette méthode repose sur l'hypothèse que certains groupes d'organismes sont représentatifs de l'ensemble de la biodiversité à un endroit donné, ce qui réduit considérablement le temps et les dépenses requises par la saisie des données (Lindenmeyer et Likens 2011). Bien que cette hypothèse ait déjà été remise en question ici et là (p. ex. Duelli et Obrist 1998), l'utilité de la méthode des indicateurs dépend nécessairement du lieu d'application. Le choix des espèces indicatrices semble quelque peu arbitraire et guidé par des raisons plus pratiques – voire émotionnelles – que

scientifiques, par exemple en fonction de leur fréquence ou de leur importance. Typiquement, on préfère des groupes d'organismes relativement grands ou connus, comme les oiseaux ou les mammifères, mais aussi les belles plantes vasculaires, facilement reconnaissables. En résumé, on préfère tous les organismes avec lesquels l'être humain a plus ou moins un lien, même s'ils ne sont pas particulièrement nombreux ou significatifs. C'est ce qu'on appelle le concept d'espèces parapluie ou paravent (Heywood 1995). Quant aux petits organismes invertébrés, bien qu'ils soient très fréquents, ils sont plutôt sous-représentés dans les indicateurs. Et même parmi eux, on préfère encore les plus grands et les plus jolis, comme les papillons, les sauterelles, les libellules ou les

coléoptères (p. ex. Duelli et Obrist 1998). La diversité, à un endroit, de ces groupes d'espèces plutôt populaires est-elle réellement un bon reflet de la biodiversité? Est-elle vraiment meilleure que celle des groupes moins populaires, comme les mouches, les collemboles ou la faune scatophage (fig. 1), qui joue un rôle important dans l'écosystème pour décomposer les excréments? Cette question est tout à fait cruciale, sachant que des données de ce type sur la biodiversité sont régulièrement utilisées dans la pratique, par exemple pour évaluer la qualité écologique des surfaces agricoles et justifier les contributions pour la qualité octroyées aux surfaces de promotion de la biodiversité (Walter *et al.* 2007; Klimek *et al.* 2008) ou encore présenter l'évolution de la biodiversité en Suisse (service de coordination du Monitoring de la biodiversité en Suisse MBD 2009, 2014).

Les insectes décomposant la bouse de vaches (essentiellement les mouches et les coléoptères) constituent une biocénose très spéciale, très fréquente en Suisse. Ils sont donc d'une importance non négligeable pour les services écosystémiques, en particulier en lien avec l'utilisation de médicaments destinés aux animaux d'élevage, lesquels peuvent nuire sérieusement à cette communauté (p. ex. Floate *et al.* 2016). C'est la raison pour laquelle Jochmann et Blanckenhorn (2016) ont étudié la diversité des insectes scatophages dans 24 pâturages du Plateau suisse, qui avaient déjà été étudiés précédemment pour le développement d'indicateurs de qualité de la biodiversité sur les pâturages extensifs (Walter *et al.* 2007). Cette étude antérieure avait choisi comme groupes d'organismes les sauterelles, les papillons et les plantes vasculaires. La diversité de ce groupe est comparée dans cet article avec celle de la faune scatophage relevée sur les mêmes pâturages. De plus, afin d'établir d'autres comparaisons, l'étude se réfère également à des données provenant du Monitoring de la biodiversité en Suisse (MBD) sur les mousses et les gastropodes dans les pâturages environnants.

Matériel et méthodes

Etude sur les insectes scatophages

Les insectes scatophages ont été étudiés sur 24 pâturages du Plateau suisse (douze en 2007 et douze en 2008). Les distances entre les pâturages étaient comprises entre 1 et 170 km. Ces derniers sont exploités différemment et sont situés à différentes altitudes (tabl. 1). Sur chaque pâturage, quatre bouses de vaches ont été placées de manière expérimentale, deux bouses avec le vermifuge Ivermectin couramment utilisé, et deux sans (témoin). Des travaux ont déjà été publiés expliquant comment le vermifuge influence la faune scatophage (Jochmann et Blanckenhorn

Résumé ■ La biodiversité des surfaces agricoles est généralement mesurée à l'aide d'espèces indicatrices qui peuvent être relevées rapidement et à moindres coûts. Cette méthode est basée sur l'hypothèse, rarement remise en question, que ces groupes d'organismes reflètent bien l'ensemble de la biodiversité d'un habitat. Cette hypothèse a été vérifiée en comparant la diversité d'insectes scatophages dans 24 pâturages du Plateau suisse avec celle des sauterelles, des papillons, des plantes vasculaires, et avec des communautés voisines de mousses et de gastropodes situées à proximité de ces pâturages. Les résultats de l'étude montrent que la diversité des plantes vasculaires et des mousses augmente avec celle des papillons, des sauterelles et des gastropodes, souvent herbivores, aussi bien dans les pâturages étudiés que dans les pâturages plus éloignés. Par contre, la diversité des insectes scatophages (mouches, guêpes parasites) est sans lien avec celle des autres groupes d'organismes. Autrement dit, les plantes vasculaires, les sauterelles, les papillons, les mousses et les gastropodes sont réciproquement représentatifs les uns des autres, mais pas avec les insectes scatophages. Ces derniers, et aussi leur rôle dans la décomposition des excréments, sont peu représentés par les indicateurs couramment utilisés.

Tableau 1 | Pâturages du Plateau suisse étudiés et distance jusqu'au pâturage le plus proche du monitoring de la biodiversité (MBD-Z9).

Commune	Canton	Année	Altitude (m)	Longitude	Latitude	Distance MBD-Z9 (m)
3033 Wohlen	BE	2007	469,2	N 46.98	E 7.35	8504
3087 Niedermuhlern	BE	2007	928,3	N 46.83	E 7.44	3154
3172 Niederwangen	BE	2007	365,1	N 46.92	E 7.38	2521
5243 Mülligen	AG	2008	455,7	N 47.45	E 8.23	2917
5444 Künten	AG	2007	530,9	N 47.38	E 8.32	5503
5604 Othmarsingen	AG	2008	579,0	N 47.40	E 8.22	6480
6113 Romoos	LU	2008	411,9	N 47.01	E 8.03	1983
6354 Vitznau	LU	2007	837,4	N 47.01	E 8.50	1795
6404 Greppen	LU	2008	500,2	N 47.06	E 8.45	5698
7012 Felsberg	GR	2008	632,8	N 46.84	E 9.45	6893
8223 Beringen	SH	2007	605,0	N 47.69	E 8.57	5685
8708 Männedorf	ZH	2007	719,2	N 47.26	E 8.70	9396
8715 Bollingen	SG	2008	650,5	N 47.22	E 8.91	4769
8717 Benken	SG	2008	486,1	N 47.19	E 9.01	1773
8730 Uznach	SG	2008	970,6	N 47.23	E 9.01	2803
8737 Gommiswald	SG	2007	1073,0	N 47.22	E 9.03	5932
8766 Matt	GL	2007	964,0	N 46.94	E 9.17	3053
8840 Trachslau	SZ	2007	418,2	N 47.10	E 8.73	12578
8849 Alpthal	SZ	2008	858,2	N 47.07	E 8.71	2976
8914 Äugst am Albis	ZH	2007	1031,4	N 47.29	E 8.49	4108
9125 Brunnadern	SG	2008	736,8	N 47.31	E 9.13	3776
9463 Oberriet	SG	2008	684,1	N 47.34	E 9.58	4170
9656 Alt St. Johann	SG	2008	1033,5	N 47.20	E 9.27	2261
9656 Alt. St. Johann	SG	2007	980,0	N 47.19	E 9.28	2818

2016). Cette procédure a été répétée au même endroit au printemps (mai, juin), en été (juillet, août) et en automne (septembre, octobre), afin de couvrir la totalité de la saison. Une bouse de vache expérimentale pesait environ 600g pour un diamètre d'environ 20 cm. Les deux paires de bouses ont été placées aux deux extrémités opposées de la pâture, en respectant une distance d'environ 5 m entre les bouses avec et sans *Ivermectin*. Les bouses ont été laissées une semaine sur le pâturage jusqu'à la colonisation (ponte des œufs) par les insectes scatophages. Elles ont ensuite été ramassées et placées dans un dispositif à l'Université de Zurich, dans lequel la génération suivante d'insectes a pu éclore et être capturée (cf. matériel supplémentaire dans Floate *et al.* 2016).

Seules les données relatives aux mouches et aux guêpes parasites ont été évaluées, car les bousiers de plus grande taille ont généralement des durées de vie plus longues (> 1 mois) et commencent leur hibernation en automne (et par conséquent n'éclosent pas). Seules les bouses

témoins, représentant les biocénoses à l'état naturel sur place et sans aucun dérangement, ont été analysées. Les données saisonnières ont été additionnées. Pour chaque pâturage, le nombre d'espèces présentes (*species richness*) a été compté (Gotelli et Chao 2013).

Données externes

En 2004, Agroscope avait déjà relevé le nombre d'espèces des plantes vasculaires, des papillons et des sauterelles sur ces 24 mêmes pâturages (tabl. 1) (les données des deux derniers relevés sont résumées dans Walter *et al.* 2007). En outre, nous avons obtenu des données correspondantes pour les gastropodes et les mousses du même type d'habitat à partir des données des points de quadrillage (Z9) du MBD (MBD 2009, 2014; tabl. 1) situés les plus près de nos pâturages. Ces surfaces se situent entre 1,7 et 12,6 km des surfaces de relevés mentionnées plus haut (tabl. 1). On ne disposait pas partout de données pour tous les groupes d'espèces, ce qui réduit les échantillons

individuels ($N < 24$; tabl. 2). Enfin, nous avons aussi tenu compte de l'altitude et de la couverture végétale (%), qui a également été enregistrée par Agroscope (Walter *et al.* 2007).

Résultats et discussion

Il n'a pas été possible de trouver de corrélations positives entre la faune scatophage (mouches et guêpes parasites) et les autres groupes d'organismes. Les corrélations étaient même parfois négatives (tabl. 2). De fortes relations positives (coefficient de corrélation $r > 0,4$) ont été observées essentiellement entre des plantes et des insectes qui s'en nourrissent (faunes = papillons et sauterelles; tabl. 2). Cette relation était plus faible pour les mousses, mais également positive. Enfin, la diversité des gastropodes était également corrélée positivement avec celle des plantes vasculaires et des mousses (de manière pas très significative; tabl. 2).

Avec un ensemble de données modestes, mais néanmoins caractéristiques de la biodiversité des insectes scatophages présents dans les pâturages extensifs (Jochmann et Blanckenhorn 2016), nous avons étudié ici si les diversités des espèces indicatrices et non-indicatrices les plus différentes dans un paysage donné avaient une corrélation positive. Il s'agit là d'une hypothèse centrale, rarement vérifiée, de la recherche sur la biodiversité, d'une grande pertinence pour la pratique (Favreau *et al.* 2006; Lindenmeyer et Likens 2011). Cette hypothèse est également à la base de l'idée qui sous-tend le Monitoring de la biodiversité en Suisse (MBD 2009), limité à un petit nombre d'espèces indicatrices représentatives reconnues (tabl. 2), notamment pour soutenir la politique agricole (Walter *et al.* 2007; Klimek *et al.* 2008; Koch *et al.* 2013). Bien que notre série de données relevées sur 24 pâturages extensifs du Plateau suisse soit relativement petite, elle

nous a permis d'observer une nette corrélation entre la diversité des plantes (et des mousses) et celle des animaux invertébrés qui s'en nourrissent (papillons, sauterelles, gastropodes). C'est ce qu'ont révélé les 24 pâturages étudiés (données Agroscope), ainsi que les pâturages situés à quelques kilomètres (données MBD). Ceci a déjà été démontré pour d'autres pâturages en Suisse (p. ex. Koch *et al.* 2013) et signifie en effet que dans un paysage marqué par l'agriculture et l'élevage comme le Plateau, la diversité végétale est un bon indicateur de la diversité des principaux groupes d'insectes, ce qui soutient l'approche du MBD (Pearman et Weber 2007). Cette étude a également confirmé les effets positifs déjà connus des paramètres environnementaux comme l'altitude (MBD 2009).

Tandis que la diversité des plantes vasculaires reflète bien la diversité des principaux groupes d'invertébrés, ce n'est définitivement pas le cas des insectes scatophages (mouches, guêpes parasites). Nous partons du principe que c'est aussi le cas pour les bousiers, non considérés dans cette étude, comme d'autres études le documentent (p. ex. Floate *et al.* 2016). Même si la biocénose des insectes scatophages est relativement spéciale, ces animaux font néanmoins partie intégrante du paysage agricole suisse, notamment en raison des très fortes densités de bétail. Les larves de nombreuses espèces peuvent se limiter aux excréments de divers animaux de rente, mais les mouches, les guêpes parasites et les coléoptères adultes sont souvent des prédateurs non spécialisés ou des pollinisateurs (Skidmore 1991). Il faut donc s'attendre à ce qu'il y ait des liens fonctionnels entre cette faune spécialisée et d'autres organismes environnants. Toutefois, de nombreuses espèces animales et végétales peuvent être si spécialisées qu'elles n'interagissent guère ou pas du tout avec la plupart des organismes qui les environnent, de sorte qu'il n'y ait aucun lien de ce type.

Tableau 2 | Coefficient de corrélations par paires (corrélation de Pearson r au-dessus, corrélation des rangs de Spearman p en dessous des diagonales) entre les différents groupes d'organismes (en vert = pâturages Agroscope; en jaune = pâturage MBD-Z9 le plus proche); valeurs significatives en gras (* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$).

N =	Insectes scatophages	Papillons, sauterelles	Plantes vasculaires	Couverture végétale en %	Altitude	Gastropodes (pâturages Z9)	Mousses (pâturages Z9)
	24	24	24	22	24	14	23
Insectes scatophages	1	-0,161	-0,189	-0,203	-0,014	-0,032	-0,054
Papillons, sauterelles	-0,116	1	0,539**	0,211	0,346	0,314	0,433*
Plantes vasculaires	-0,393	0,403	1	0,450*	0,497*	0,473	0,086
Couverture végétale en %	-0,295	0,044	0,534*	1	-0,311		
Altitude	-0,037	0,440*	0,349	-0,276	1		
Gastropodes (pâturages Z9)	-0,167	0,003	0,16			1	0,384
Mousses (pâturages Z9)	0,033	0,368	0,107			0,262	1

Conclusions

Dans l'ensemble, cette étude permet de conclure que l'utilité de chaque espèce indicatrice en tant qu'indicateur global de la qualité de l'environnement se limite à des contextes et des paysages donnés dans l'espace et dans le temps. Néanmoins, il existe des espèces indicatrices et des taxons qui représentent un spectre plus large de la bio-cénose en un lieu donné (comme le lien plantes-insectes mentionné plus haut), ce qui a été clairement montré ici et ailleurs (Walter *et al.* 2007; MBD 2009; Hunter *et al.* 2016). D'une part, cela confirme les indicateurs choisis dans le MBD, mais d'autre part cela montre aussi que des groupes fonctionnels importants comme les insectes scatophages sont peu représentés. ■

Deux films documentent le monde des insectes sur des bouses de vaches. Ils sont disponibles à l'adresse suivante:
<http://www.ieu.uzh.ch/en/research/evolbiol/invertebrates.html>

Remerciements

Nous remercions la Fondation Velux pour le financement de ce sous-projet dans le cadre de la thèse de Ralf Jochmann, ainsi que Hintermann & Weber qui nous ont permis d'accéder à leurs données MBD, compilées au fil des ans par de nombreux spécialistes.

Bibliographie

- Bureau de coordination du Monitoring de la biodiversité en Suisse MBD, 2009. Etat de la biodiversité en Suisse. Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne.
- Bureau de coordination du Monitoring de la biodiversité en Suisse MBD, 2014. Rapport méthodologique du MBD: Description des méthodes et indicateurs. BAFU Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne.
- Duelli P. & Obrist M. K., 1998. In search of the best correlates for local organismal biodiversity in cultivated areas. *Biodiversity & Conservation* **7**, 297–309.
- Favreau J. M., Drew C. A., Hess G. R., Rubino M. J., Koch F. H. & Eschelbach K. A., 2006. Recommendations for assessing the effectiveness of surrogate species approaches. *Biodiversity & Conservation* **15**, 3949–3969.
- Floate K., Düring R.-A., Hanafi J., Jud P., Lahr J., Lumaret J.-P., Scheffczyk A., Tixier T., Wohde M., Römbke J., Sautot L. & Blanckenhorn W. U., 2016. Validation of a standard test method in four countries to assess the toxicity of residues in dung of cattle treated with veterinary medical products. *Environmental Toxicology & Chemistry* **35**, 1934–1946.
- Gotelli N. J. & Chao A., 2013. Measuring and estimating species richness, species diversity, and biotic similarity from sampling data. *Encyclopedia of Biodiversity* **5**, 195–211.
- Heywood V. H., 1995. Global biodiversity assessment. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hunter M. Jr., Westgate M., Barton P., Calhoun A., Pierson J., Tulloch A., Beger M., Branquinho C., Caro T., Gross J., Heino J., Lane P., Longo C., Martin K., McDowell W.H., Mellin C., Salo H. & Lindenmayer D., 2016. Two roles for ecological surrogacy: Indicator surrogates and management surrogates. *Ecological Indicators* **63**, 121–125.
- Jochmann R. & Blanckenhorn W. U., 2016. Non-target effects of ivermectin on trophic groups of the cow dung insect community replicated across an agricultural landscape. *Basic & Applied Ecology* **17**, 291–299.
- Klimek S., Richter G., Kemmermann A., Steinmann H., Freese J. & Isselstein J., 2008. Rewarding farmers for delivering vascular plant diversity in managed grasslands: a transdisciplinary case-study approach. *Biological Conservation* **141**, 2888–2897.
- Lindenmayer D. B. & Likens G. E., 2011. Direct measurement versus surrogate indicator species for evaluating environmental change and biodiversity loss. *Ecosystems* **14**, 47–59.
- Koch B., Edwards P. J., Blanckenhorn W. U., Buholzer S., Walter T., Wüest R. O. & Hofer G., 2013. Vascular plants as surrogates of butterfly and grasshopper diversity on two Swiss subalpine summer pastures. *Biodiversity & Conservation* **22**, 1451–1465.
- Pearman P. B. & Weber D., 2007. Common species determine richness patterns in biodiversity indicator taxa. *Biological Conservation* **138**, 109–119.
- Skidmore P., 1991. Insects of the British Cow-dung Community. Field studies council Occasional Publication No 21, Shrewsbury UK.
- Walter T., Grünig A., Schlüpbach B. & Schmid W., 2007. Indicators to predict biodiversity quality of low intensity grazing areas in Switzerland. *Grassland Science in Europe* **12**, 271–274.

Riassunto**Non vi è correlazione tra la biodiversità degli insetti sul sterco dei bovini e altri abitanti del pascolo**

La biodiversità delle superfici agricole è generalmente misurata tramite indicatori che possono essere registrati in modo tempestivo ed economico. Ciò si basa sull'ipotesi, raramente messa in discussione, che questi gruppi di organismi riflettano bene l'intera biodiversità di un habitat. Abbiamo verificato tale ipotesi confrontando la diversità degli insetti del sterco bovino presenti in 24 pascoli della Svizzera centrale con quella di cavallette, farfalle e piante vascolari nonché in prossimità di muschio e lumache. La diversità delle piante vascolari e dei muschi aumenta in correlazione a quella di farfalle, cavallette e lumache – spesso erbivore – sia sui pascoli stessi che sui prati circostanti. La diversità degli insetti del sterco bovino (mosche, icneumonidi), invece, non è legata a quella di altri gruppi di organismi. Per questo piante vascolari, cavallette, farfalle, muschi e lumache sono rappresentativi gli uni degli altri. Questo non è tuttavia il caso per gli insetti del sterco bovino. La loro presenza e possibilmente anche le loro funzioni nella riduzione del letame sono poco rappresentate dagli indicatori usati generalmente.

Summary**Biodiversity of cow-dung insects and other pasture dwellers not correlated**

The biodiversity of agricultural land is usually measured via indicator species that can be recorded time- and cost-efficiently. Behind this approach lies the seldom-questioned assumption that these groups of organisms are good at reflecting the overall species diversity of a habitat. We tested this assumption by comparing the diversity of cow-dung insects with that of grasshopper, butterfly, vascular plant and nearby moss and snail communities on 24 pastures on the Swiss Central Plateau. The diversity of the vascular plants and mosses increased with that of the (often herbivorous) butterflies, grasshoppers and snails, both on the sites examined in our study and on those in the wider vicinity. By contrast, the diversity of the dung insects (flies and parasitic wasps) did not correlate with other groups of organisms. Consequently, vascular plants, grasshoppers, butterflies, mosses and snails can represent one another well. This is not, however, the case for dung insects: they, and hence most likely their functions in decomposing dung, are scarcely represented by the commonly used indicators.

Key words: arthropods, monitoring, biodiversity indicators, butterflies, dung insects, flagship species, molluscs, mosses, pastures, species richness, surrogate taxa, vascular plants.