

# Le souffleur comme alternative au râteau: impact sur la végétation après quatre ans

Nina Richner<sup>1</sup>, Léonie Durocher<sup>1</sup>, Hanspeter Rohrer<sup>2</sup> et Thomas Walter<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agroscope, Institut des sciences en durabilité agronomique IDU, 8046 Zurich, Suisse

<sup>2</sup>Pro Natura Unterwalden, 6072 Sachseln, Suisse

Renseignements: Thomas Walter, e-mail: thomas.walter@agroscope.admin.ch



Parcelle d'étude située au nord de Stans (canton de Nidwald). (Photo: Hanspeter Rohrer, Pro Natura Unterwalden)

## Introduction

Les prairies sèches sont de précieux habitats dont les caractéristiques particulières attirent de nombreuses espèces typiques. En Europe, les prairies sèches sont particulièrement vulnérables; en Suisse, elles ont reculé de 90 % depuis 1950 (Ballmer 2010; Dostalek et Frantik 2008). Afin de palier à cette perte, le Conseil fédéral a établi un inventaire des biotopes regroupant, entre autres, les prairies et pâturages d'importance nationale (Gubser *et al.* 2010). Cet inventaire comprend 23 648 hectares, soit 1,48 % de la surface exploitée par l'agriculture

et l'économie alpestre. Un accord avec l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG) permet l'exécution des mesures d'entretien conformes. Enfin, l'ordonnance sur la qualité écologique alloue des aides financières aux exploitants agricoles gérant ce type de prairies, considérées comme compensation écologique (OFAG 2001).

Les prairies dépendent sensiblement du type d'exploitation dont elles font l'objet, et pour optimiser leur potentiel écologique, il convient de minimiser l'impact des étapes allant de la fauche à la récolte. Depuis peu, l'usage du souffleur, comme alternative au traditionnel râteau, permet un gain de temps pour les exploitants.

Cependant aucune étude n'a, pour l'instant, évoqué l'éventuelle incidence des quelque 180 km/h d'air soufflé sur la végétation.

Une coopération entre Pro Natura et Agroscope se charge actuellement de répondre à cette problématique et entreprend une étude en cours depuis 2010 et prévue sur six ans. Cette étude s'appuie surtout sur les notions de richesse spécifique et de composition en espèces de plantes vasculaires, mais également sur les espèces cibles et caractéristiques et les mousses (Walter *et al.* 2013). Comme l'étude est menée sur une parcelle inclinée, elle intègre également l'influence de la position sur la pente sur les résultats obtenus. Enfin, pour compléter l'interprétation, certaines valeurs indicatrices, comme les substances nutritives et la valeur de réaction, sont analysées afin d'observer d'éventuelles corrélations (Landolt 2010). L'ensemble de ces données est traité de manière à répondre aux hypothèses suivantes:

#### Hypothèse 1

- La richesse spécifique des plantes est semblable sur les parcelles soufflées et les parcelles ratissées.
- La composition en espèces des plantes est semblable sur les parcelles soufflées et les parcelles ratissées.
- La présence de plantes cibles et caractéristiques est semblable sur les parcelles soufflées et les parcelles ratissées.
- Le recouvrement des mousses est semblable sur les parcelles soufflées et les parcelles ratissées.
- Les valeurs indicatrices humidité, lumière, humus, substances nutritives et réaction sont semblables sur les parcelles soufflées et les parcelles ratissées.

#### Hypothèse 2

- La richesse spécifique est constante le long de la pente.
- La composition en espèces est semblable le long de la pente.
- La présence de plantes cibles et caractéristiques est semblable le long de la pente.
- Le recouvrement de mousses est constant le long de la pente.
- Les valeurs indicatrices sont constantes le long de la pente.

## Matériel et méthodes

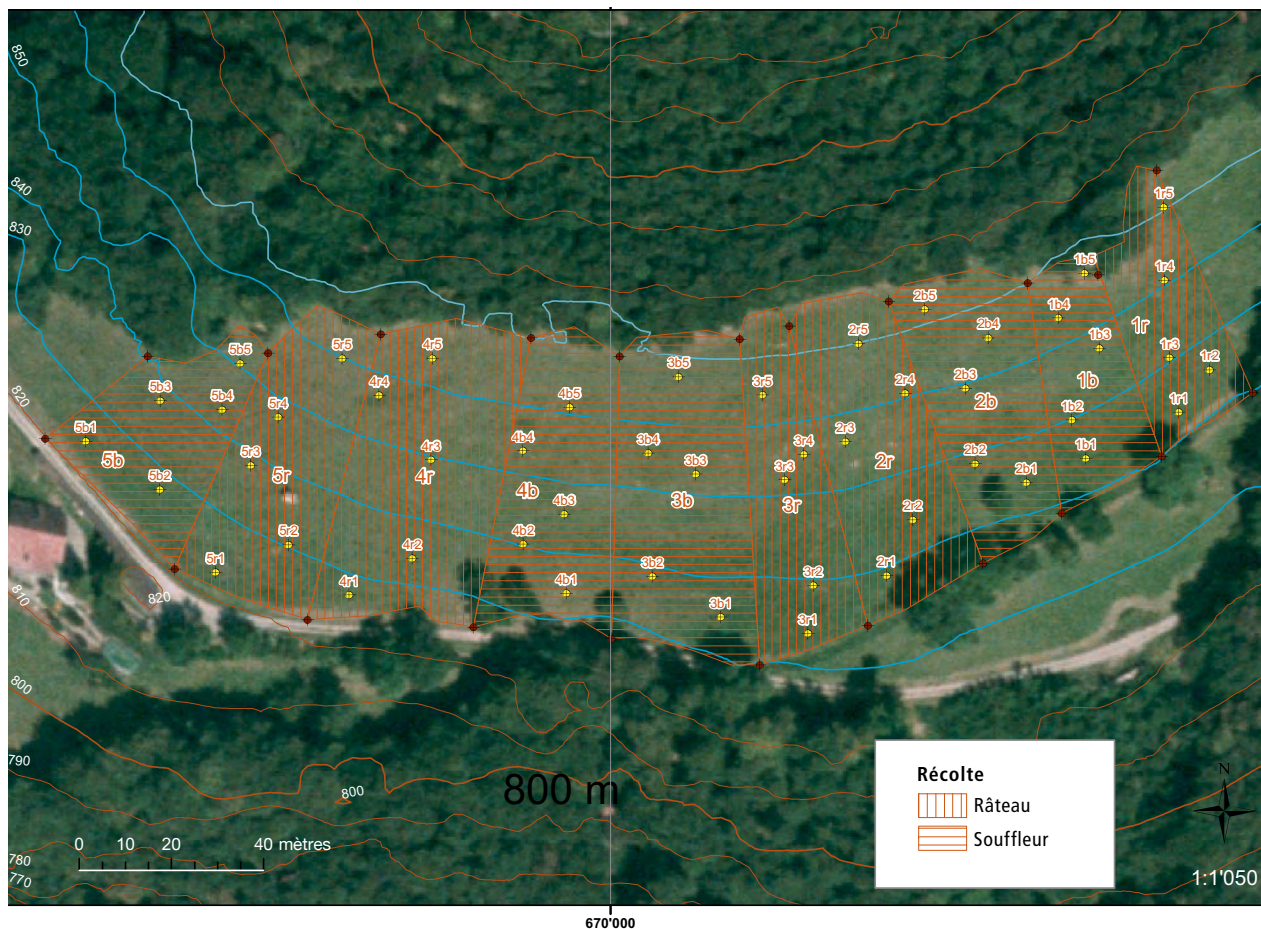
### Parcelle d'étude

La parcelle considérée est une prairie extensive de 14922 m<sup>2</sup> située au nord de Stans (canton de Nidwald), à une altitude de 830 m. Elle est exposée au sud et présente une inclinaison de 60 à 85 %. Jusqu'en 2007 inclus, la récolte du foin y était réalisée à l'aide de râteaux. Les >

### Résumé

En montagne, la période des foins représente un travail de taille pour les paysans. Afin d'alléger la tâche et de procéder à une récolte plus rapide, ceux-ci remplacent progressivement le râteau par le souffleur. Actuellement, l'organisation Pro Natura et la station de recherche agronomique et agroalimentaire Agroscope évaluent les effets potentiels du souffleur sur la diversité végétale des prairies sèches, qui sont des habitats déjà fortement menacés. Dans cette étude, des relevés de plantes sont réalisés annuellement sur une parcelle où s'alternent les deux types de récolte. L'analyse des données recueillies en 2013 ne témoigne d'aucune influence du souffleur sur la richesse spécifique, la composition en espèces, la présence d'espèces cibles et caractéristiques et le recouvrement des mousses. En revanche, le nombre d'espèces diffère selon l'emplacement observé sur la pente; la diversité des espèces est plus élevée sur les plantes en bas de pente, sur toutes les parcelles. Le recouvrement des mousses est plus important en haut des parcelles soufflées et en bas des parcelles ratissées.





**Figure 1** | La parcelle d'étude est partagée en dix sous-parcelles. La méthode de récolte est alternée selon la légende. Dans chaque zone, et à différentes positions sur la pente, cinq points d'un diamètre de 1 m<sup>2</sup> ont été sélectionnés afin de procéder à l'inventaire des plantes. (Photo: © swisstopo)

deux années suivantes, le foin a été rassemblé à l'aide de souffleurs. En 2010, après avoir réalisé un inventaire botanique initial, la parcelle a été divisée en dix sous-parcelles ratisées et soufflées selon la figure 1.

Cinq points d'observation ont ensuite été sélectionnés le long de la pente sur chacune des dix sous-parcelles. Ils ont été choisis de façon aléatoire, mais de manière à représenter cinq hauteurs distinctes. Ces points sont signalisés par des indicateurs magnétiques, localisables par détecteur de métaux et GPS.

#### Relevé des données

L'inventaire botanique a été réalisé sur un cercle de végétation d'une surface de 1 m<sup>2</sup>. Le recouvrement végétal est estimé par la méthode Braun-Blanquet. Les scientifiques chargés de l'identification se partagent la parcelle de façon équitable, de manière à varier le type de parcelle observée ainsi que la position sur la pente. Les données botaniques sont ensuite retranscrites sur le logiciel Vege-

daz (Küchler 2012). Ce logiciel émet les moyennes des valeurs environnementales indicatrices correspondantes: la lumière, l'humidité, les substances nutritives, la valeur de réaction et la proportion d'humus.

#### Analyse statistique

L'analyse statistique s'appuie sur les données de l'année 2013, comme le résultat des quatre années d'exploitation. Un modèle plus détaillé, intégrant l'influence de chaque année sur les résultats, est prévu à la fin de l'étude.

L'analyse a été réalisée sur le logiciel R - version 3.0.1 (R Core Team 2013). Les données concernant la richesse spécifique, les espèces cibles et caractéristiques, et celles du recouvrement des mousses sont traitées à partir d'une analyse de type linéaire généralisée mixte pour mettre en évidence l'influence de la méthode de récolte et de la position sur la pente. Les compositions en espèces sont mises en évidence grâce à une analyse en

**Tableau 1 | Analyse de type linéaire généralisée mixte**

Richesse spécifique en 2013 intégrant les facteurs «méthode de récolte» et «position sur la pente» (Richesse spécifique ~ Méthode de récolte + Position sur la pente, family = poisson); variance =  $1,2536 e^{-17}$ ; standard deviation =  $3,5406 e^{-09}$

	Valeur estimée	Erreur standard	Valeur Z	p
Intersection	3,50	0,076	46,42	< 0,001
Méthode de récolte (râteau)	0,097	0,102	-0,95	0,342
Position sur la pente	0,007	0,003	-2,81	0,005
Méthode râteau: position sur la pente	0,004	0,003	1,32	0,187

**Tableau 2 | Analyse de type linéaire généralisée mixte**

Nombre d'espèces cibles et caractéristiques en 2013 intégrant les facteurs méthode de récolte et position sur la pente (Richesse spécifique ~ Méthode de récolte + Position sur la pente, family = poisson); variance =  $2,127 e^{-16}$ ; standard deviation =  $1,4584 e^{-08}$

	Valeur estimée	Erreur standard	Valeur Z	p
Intersection	1,792	0,124	14,393	< 0,001
Méthode râteau	0,00	0,114	-0,002	0,999
Position sur la pente	0,001	0,003	0,208	0,835

**Tableau 3 | Analyse de type linéaire généralisée mixte**

Recouvrement de mousses en 2013 intégrant les facteurs méthode de récolte et position sur la pente (Richesse spécifique~Méthode de récolte+Position sur la pente, family=poisson) ; variance=  $0,27072$ ; standard deviation =  $0,52031$

	Valeur estimée	Erreur standard	Valeur Z	p
Intersection	1,878	0,268	7,015	< 0,001
Méthode râteau	0,264	0,175	1,507	0,132
Position sur la pente	0,01	0,004	4,350	< 0,001
Méthode râteau: position sur la pente	-0,012	0,005	-2,543	0,011

**Tableau 4 | Nombre total d'espèces des cinq points donnés par position sur la pente en fonction de la méthode de récolte. Point sur la pente: 1 représente la position la plus basse, 5 la position la plus haute.**

Méthode de récolte	Souffleur					Râteau				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Position sur la pente	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Nombre d'espèces	63	59	46	53	46	64	61	53	57	53

composantes principales. Les valeurs indicatrices sont comparées d'une parcelle à l'autre avec des tests Wilcoxon. Des régressions linéaires permettent de représenter l'influence de la pente, et des statistiques descriptives permettent de visualiser l'évolution de certaines données sur les quatre années.

## Résultats

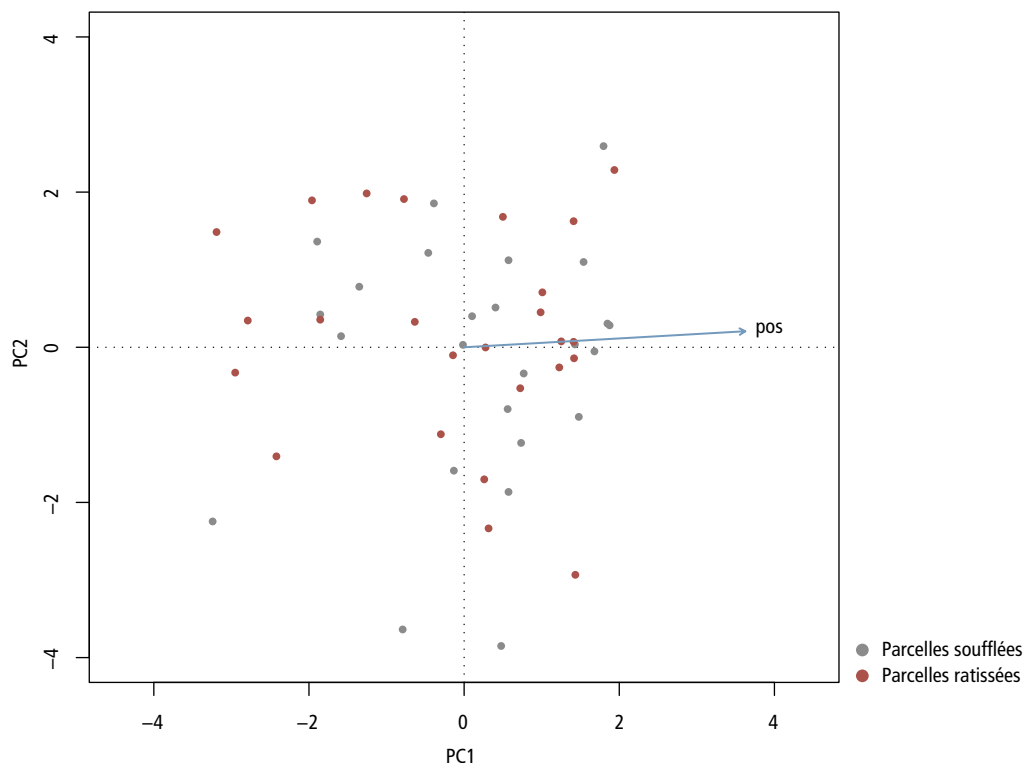
### Influence de la technique de récolte

Excepté pour l'année 2012, les experts ont toujours dénombré plus d'espèces sur les parcelles ratissées. La différence est de l'ordre d'une à deux espèces. Le modèle utilisé montre qu'en 2013, le souffleur n'a pas d'impact significatif sur la végétation (tabl. 1). A la figure 2, la

proximité des points illustre les similarités entre les compositions végétales. Celles des parcelles ratissées se superposent largement avec celles des parcelles soufflées. La technique du souffleur n'entraîne donc pas de différence pour cet aspect de la végétation. D'après les résultats indiqués dans les tableaux 2, 3 et 4, la méthode de récolte n'influence ni le nombre de plantes cibles, ni le recouvrement des mousses, ni les valeurs indicatrices selon Landolt (2010).

### Influence de la pente

D'après le même modèle, la position sur la pente influence la richesse spécifique en 2013 (tabl. 1). Sur les deux types de parcelle, le nombre d'espèces est plus important en bas de pente, mais cette tendance est plus



**Figure 2** | Analyse en composantes principales représentant les compositions en espèces de l'ensemble des relevés. Le point le plus à droite représente la position sur la pente (pos) le plus élevé. Le premier axe (PC1) explique 10,2 % de la variation totale, le deuxième axe (PC2) 6,5 %.

marquée sur les parcelles soufflées (fig. 3). L'emplacement sur la pente influence significativement la composition en espèces ( $p < 0,001$ , fig. 2). Le nombre d'espèces cibles et caractéristiques ne dépend pas de la position sur la pente. Le recouvrement des mousses en 2013 sur les parcelles ratissées est de  $8,7\% \pm 2,7\%$ , sur les parcelles soufflées de  $10,7\% \pm 3,6\%$ . Le recouvrement des mousses est différent le long de la pente, mais la tendance s'inverse sur les deux types de parcelle: sur les parcelles soufflées, on retrouve plus de mousses en haut, tandis que sur les parcelles ratissées, elles couvrent plus de surface en bas (tabl. 3). Sur les parcelles soufflées comme sur les parcelles ratissées, la plus grande différence de richesse spécifique se trouve entre les positions 1 et 5, c'est-à-dire entre les extrémités basses et hautes

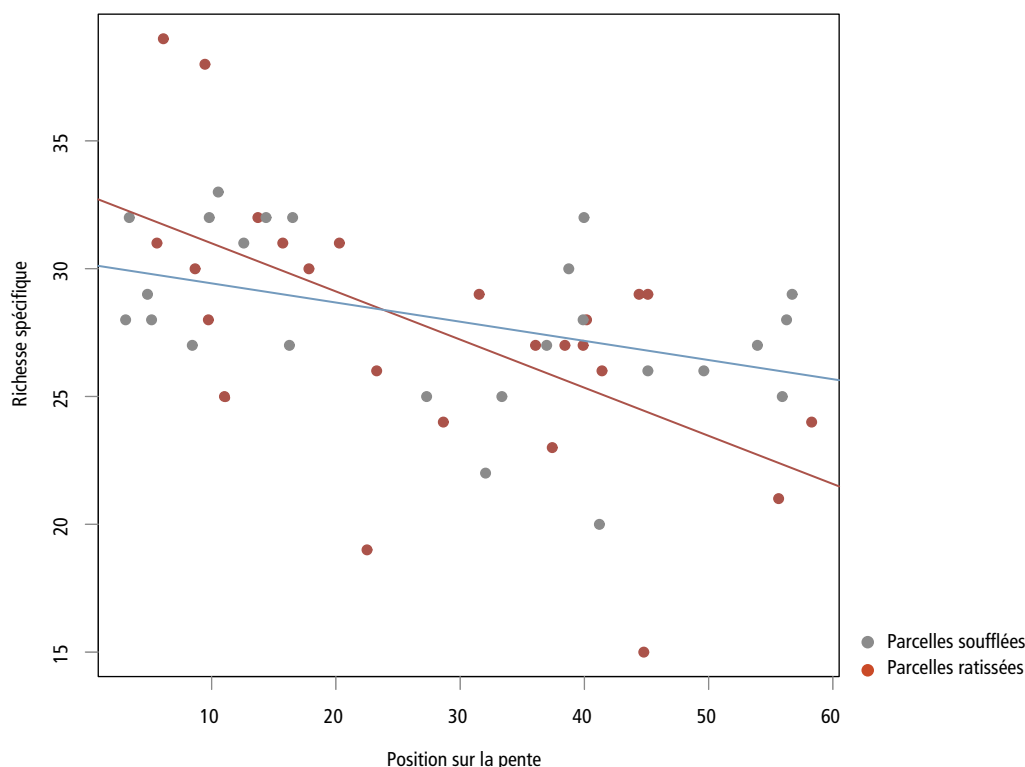
de la parcelle (tabl. 4 et 5). Le nombre total d'espèces est plus élevé en bas de parcelle. La valeur de réaction et les substances nutritives ne présentent pas de différences significatives le long de la pente (tabl. 6 et 7). Avec une p-value de 0,086, une tendance intéressante est tout de même à noter, celle des substances nutritives qui baissent avec des positions plus hautes sur la pente.

## Discussion

L'étude se basait sur l'hypothèse que le râteau et le souffleur, par leur impact différent sur la surface du sol et la dispersion des graines, pouvaient influencer différemment sur la végétation d'une prairie: le râteau, en créant d'éventuelles ouvertures du sol favorisant la pousse de

**Tableau 5** | Wilcoxon tests comparant l'ensemble des valeurs indicatrices sur les parcelles soufflées (S) et les parcelles ratissées (R)

Méthode de récolte	Lumière		Température		Réaction		Substances nutritives		Humus	
	B	R	B	R	B	R	B	R	B	R
Moyenne	3,479	3,496	3,182	3,201	3,307	3,339	2,414	2,463	3,120	3,117
Ecart type	0,016	0,017	0,018	0,028	0,023	0,021	0,026	0,033	0,017	0,012
P-value	0,256		0,1643		0,089		0,256		0,431	



**Figure 3** | Nombre d'espèces moyenne par relevé en fonction de la position sur la pente (sur l'axe des abscisses, la distance représentée est mesurée par rapport à la ligne de base, en bas de pente); parcelles soufflées:  $R^2 = 0,1499$ ; parcelles ratissées:  $R^2 = 0,3092$ .

nouvelles espèces, et le souffleur, en dispersant une large gamme de graines pouvant modifier la composition végétale. Or, les résultats trouvés ne correspondent pas à nos attentes. Aucun des aspects de la diversité végétale ne semble être influencé par la méthode de récolte après trois ans.

La prise en considération de la pente dans l'analyse des résultats est intéressante. La pente peut entraîner des différences de pédologie qui déterminent le type de végétation. Elle permet également d'analyser les conséquences de la direction de la récolte de foin, qui se fait

systématiquement du haut vers le bas. Pour la richesse spécifique, on remarque que le nombre moyen d'espèces par relevé, mais aussi le nombre total d'espèces est différent sur les emplacements les moins élevés et les plus élevés. Les substances nutritives ont tendance à être lessivées en cas de précipitations (Korsaeth et Eltun 2000). On peut supposer que leur concentration plus élevée en bas de pente attire les espèces de prairies sèches, mais aussi celles de prairies de type intensif (Bobink *et al.* 1998; Korsaeth et Eltun 2000; Stevens *et al.* 2004). Ceci peut éventuellement expliquer un nombre

**Tableau 6** | Régression linéaire intégrant les valeurs de réaction et la position sur la pente

	Valeur estimée	Erreur standard	Valeur T	p	R <sup>2</sup>
Intersection	3,523	0,061	57,980	< 0,001	-0,017
Position sur la pente	0,001	0,001	0,002	0,674	

**Tableau 7** | Régression linéaire intégrant les valeurs de substances nutritives et la position sur la pente

	Valeur estimée	Erreur standard	Valeur T	p	R <sup>2</sup>
Intersection	2,445	0,052	47,272	< 0,001	0,041
Position sur la pente	-0,003	-0,003	0,002	0,086	

d'espèces plus élevé. En haut de parcelle, une concentration en nutriments trop faible peut engendrer une plus faible diversité (Janssens 1998).

Cette différence de diversité entre le bas et le haut de la parcelle peut également s'expliquer par le transport des graines en bas de parcelle. Cet effet délocalisant pourrait devenir plus important en cas d'utilisation du souffleur. On supposait dès lors qu'en fonction du type de graines, celles-ci soient plus ou moins délocalisées selon la méthode de récolte, entraînant des compositions en espèces différentes (Howe et Smallwood 1982). Or, encore une fois, la méthode de récolte se révèle anodine, et les compositions en espèces sont semblables entre les relevés, qu'elles soient sur les parcelles soufflées, ratisées, en haut ou en bas de pente après trois ans. Il est probable qu'un éventuel impact ne soit visible qu'après une plus longue période.

La présence d'espèces cibles et le recouvrement des mousses sont également semblables sur les surfaces soufflées et les surfaces ratisées. Par contre, en considérant l'emplacement sur la pente, on remarque que, sur les parcelles soufflées, les mousses sont plus présentes en haut, tandis qu'elles le sont plus en bas sur les parcelles ratisées. Il n'est pas étonnant de constater que, probablement par manque de compétitivité, le recouvrement des mousses est plus important en haut de parcelle, là où la richesse spécifique et les substances nutritives sont moins élevées (Lee et Caporn 1998). En revanche, les résultats trouvés pour les parcelles ratisées n'illustrent pas le même phénomène.

Ces observations seront poursuivies jusqu'en 2015 et l'ensemble des données des six années fera l'objet d'une analyse finale dans deux ans. Celle-ci permettra de confirmer ou de nuancer les résultats présentés ici. ■

#### Remerciements

Markus Odermatt, agriculteur, Seewli, Obbürgen et job-vision, Stans, pour la gestion de la prairie. Gisela Lüscher, Andrea Klieber-Kühne, René Hoess, Markus Baggenstoss pour les relevés botaniques et Philippe Jeanneret pour le support statistique.

## Riassunto

### Il soffiatore come alternativa al rastrello: influenza sulla vegetazione dopo quattro anni

In montagna la fienagione è molto impegnativa per i contadini. Per alleviare il compito e procedere più rapidamente nel raccolto, questi sostituiscono progressivamente il rastrello con il soffiatore. Attualmente l'organizzazione Pro Natura e la stazione di ricerca per la filiera agronomica e agroalimentare Agroscope valutano i potenziali effetti sulla vegetazione dei prati secchi che sono habitat già molto minacciati. In questo studio ogni anno sono realizzati rilevamenti di vegetazione su un prato in cui si alternano particelle dei due tipi di raccolto. L'analisi dei dati raccolti nel 2013 non testimonia alcuna influenza del soffiatore sulla ricchezza specifica, sulla composizione delle specie, sulla presenza di specie bersaglio e caratteristiche o sulla copertura di muschi. La posizione in pendenza, invece, influenza il numero di specie. Questo è più elevato alla base del pendio, su tutte le particelle. La copertura di muschi è maggiore nella parte alta delle particelle soffiate e nella parte bassa di quelle rastrellate.

## Bibliographie

- Ballmer M., 2010. Données sur les prairies et pâturages secs en Suisse. Pro Natura, Bâle. 2 p.
- Bobbink R., Hornung M. & Roelofs J. G. M., 1998. The effects of air-borne nitrogen pollutants on species diversity in natural and semi-natural European vegetation. *Journal of Ecology* **86** (5), 717–738.
- Dostalek J. & Frantik T., 2008. Dry grassland plant diversity conservation using low-intensity sheep and goat grazing management: case study in Prague (Czech Republic). *Biodiversity and Conservation* **17** (6), 1439–1454.
- Gubser C., Volkart G., Dipner-Gerber M., Eggenberg S., Hedinger C., Martin M., Walter T. & Schmid W., 2010. Prairies et pâturages secs d'importance nationale. Aide à l'exécution de l'ordonnance sur les prairies sèches. L'environnement pratique 1017. Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne. 83 p.
- Howe H. F. & Smallwood J., 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* **13**, 201–228.
- Janssens F., Peeters A., Tallowin J. R. B., Bakker J. P., Bekker R. M., Fillat F., Oomes M. J. M., 1998. Relationship between soil chemical factors and grassland diversity. *Plant and Soil* **202**, 69–78.
- Korsaeth A. & Eltun R., 2000. Nitrogen mass balances in conventional, integrated and ecological cropping systems and the relationship between balance calculations and nitrogen runoff in an 8-year field experiment in Norway. *Agriculture Ecosystems & Environment* **79** (2–3), 199–214.

## Summary

### Leaf blowers as an alternative to rakes: impact on vegetation after four years

In the mountains, hay harvesting represents a significant task for farmers. To make this job easier and speed up the harvest, farmers are gradually replacing rakes with leaf blowers. The Swiss nature conservancy organisation Pro Natura and the Agriculture and Agri-Food Research Station Agroscope are currently evaluating the potential effects of leaf blowers on the plant diversity of dry grasslands – habitats which are already under severe threat. In this study, plant surveys are carried out annually on a meadow where plots with the two types of harvest alternate. The analysis of the data collected in 2013 does not attest to any impact of blowers on plant diversity, species composition, the presence of target or characteristic species, or moss cover. By contrast, position on the slope has an influence on the number of species, which is higher at the bottom of the slope on all plots. Moss cover is greater at the top of the blown plots and at the bottom of the raked plots.

**Key words:** hay harvesting, leaf blower, vegetation, change.

- Küchler M., 2012. VEGEDAZ – ein Programmpaket zur Erfassung und Exploration von Vegetationsdaten. Institut fédéral de recherches WSL, Birmensdorf.
- Landolt E., 2010. Flora indicativa. Haupt Verlag, Berne. 378 p.
- Lee J. A. & Caporn S. J. M., 1998. Ecological effects of atmospheric reactive nitrogen deposition on semi-natural terrestrial ecosystems. *New Phytologist* **139** (1), 127–134.
- OFAG, 2001. Ordonnance sur la promotion régionale de la qualité et de la mise en réseau des surfaces de compensation écologique dans l'agriculture (Ordonnance sur la qualité écologique OQE). Office fédéral de l'agriculture OFAG, Berne.
- R Core Team, 2013. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Version 3.0.2. R Foundation for Statistical Computing, Vienne.
- Stevens C. J., Dise N. B., Mountford J. O. & Gowing D. J., 2004. Impact of nitrogen deposition on the species richness of grasslands. *Science* **303** (5665), 1876–1879.
- Walter T., Eggenberg S., Gonseth Y., Fivaz F., Hedinger C., Hofer G., Klieber-Kühne A., Richner N., Schneider K., Szerencsits E. & Wolf S., 2013. Opérationnalisation des objectifs environnementaux pour l'agriculture. Domaine espèces cibles et caractéristiques, milieux naturels (OPAL). *ART-Schriftenreihe* **18**, 1–134.