

# L'appauvrissement botanique réduit la production fourragère

Andreas Stampfli<sup>1,2</sup> et Michaela Zeiter<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Haute école suisse d'agriculture HESA, 3052 Zollikofen

<sup>2</sup>Institut für Pflanzenwissenschaften Universität Bern, 3013 Bern

Renseignements: Andreas Stampfli, e-mail: andreas.stampfli@bfh.ch, tél. +41 31 910 21 98



Vue depuis le hameau de Cragno sur les prairies sèches de l'exploitation de Pree au Monte Generoso en juillet 1990. Dans les prairies abandonnées à droite de l'image, entre les bouleaux, on entrevoit la parcelle d'étude de Poma.

## Introduction

Depuis qu'on a pris conscience dans les années nonante que la disparition globale d'espèces constituait un problème majeur d'intérêt public, les écologistes étudient de quelle manière la disparition d'espèces peut compromettre le fonctionnement et les prestations des écosystèmes (Lepš 2005). Pour déterminer des relations causales entre la diversité en espèces et la production végétale, des essais ont été conduits sur plusieurs continents, en établissant des communautés végétales artifi-

cielles avec des nombres d'espèces différents. Le débat scientifique intense soulevé par ces essais a montré que leurs résultats et conclusions ne pouvaient pas être directement extrapolés à des écosystèmes herbacés naturels (Grace *et al.* 2007).

Pour combler cette lacune et étudier l'effet de la disparition d'espèces sur la production d'une communauté végétale naturelle, nous avons suivi pendant 20 ans l'évolution de la végétation et du rendement d'un pré après une période de friche. Un pré voisin régulièrement entretenu a servi de référence.

### Etude au Monte Generoso

Dans la seconde moitié du 20<sup>e</sup> siècle, le développement économique en Suisse a conduit à un changement rapide du mode d'exploitation des prairies et à une construction immobilière galopante sur les prairies sèches bien exposées. La plupart des prairies maigres riches en espèces ont été exploitées plus intensivement ou carrément abandonnées, causant ainsi la disparition de nombreuses espèces végétales et animales. A la suite de ce développement, la Confédération a fait établir les premiers inventaires dans les années 1980. Ceux-ci ont servi de base à des paiements directs aux exploitants pour la conservation des milieux riches en espèces restants (Hedinger et Eggenberg 2008). Au Tessin, où les pertes dues à l'abandon étaient particulièrement importantes, un projet du Fonds national à l'Université de Berne a étudié l'évolution des prairies maigres après le changement de mode d'exploitation. Le projet a inclus des essais où l'entretien a été modifié délibérément sur des surfaces expérimentales (Antognoli *et al.* 1995). Nous décrivons ici deux lieux d'étude voisins, Pree et Poma, situés au Monte Generoso à 980 et 990 m d'altitude. A Pree, 3,3 ha de prairies sèches d'importance nationale ont été entretenues par la fauche et la pâture de manière continue jusqu'à présent. En revanche, l'exploitation des prairies de Poma a été interrompue pendant 20 ans (1968–1987). Sur les pentes plus raides, le bouleau et les noisetiers se sont rapidement implantés, tandis que le brachypode penné (*Brachypodium pinnatum*) a colonisé les surfaces restantes, excluant beaucoup d'espèces avec sa couche de litière dense (fig. 1). Les espèces les plus abondantes (*Brachypodium pinnatum*, *Potentilla erecta*, *Asphodelus albus*) possèdent des organes souterrains bien développés. Des surfaces expérimentales dans la prairie sèche de Pree ont révélé une augmentation de ces espèces après l'interruption du fauchage (Stampfli et Zeiter 2001), montrant d'une part que ces espèces sont relativement tolérantes à la fauche et d'autre part l'importance des réserves souterraines pour la persistance d'espèces dans les prairies en friche à litière dense. Dans une parcelle exempte de ligneux à Poma, en pente légère vers le sud-ouest, située à 50–100 m de la prairie sèche de Pree, nous avons repris le fauchage régulier en 1988 et l'avons poursuivi jusqu'à présent.

Pendant les 10 premières années, la reprise de la fauche a eu un effet très faible sur la composition de la surface expérimentale clôturée. La dominance du brachypode a persisté et la colonisation à partir de populations d'autres espèces distantes de plus de 25 m semblait insignifiante (Stampfli et Zeiter 1999). Des essais d'ensemencement conduits dans les années 1995, 1998 et 1999

### Résumé

Cette étude porte sur les relations entre la disparition d'espèces végétales, le fonctionnement d'un écosystème de prairie et la production fourragère. Le site d'étude comprend deux prairies sèches non fertilisées voisines aux lieux-dits Pree et Poma, sur le Monte Generoso au Tessin. Vers 1950, les deux prairies servaient encore à la production fourragère de deux exploitations laitières familiales. Tandis que la prairie de Pree a été fauchée régulièrement jusqu'à présent, celle de Poma n'a pas été exploitée entre 1968 et 1987. Dès lors, elle a évolué vers une mosaïque de forêts de bouleaux, de buissons de noisetiers et une friche herbacée à brachypode penné (*Brachypodium pinnatum*). De nombreuses espèces végétales et les meilleures plantes fourragères ont disparu. Depuis 1988, nous avons régulièrement fauché une surface de friche herbacée d'environ 200 m<sup>2</sup> et suivi la composition des espèces et le rendement. La dominance du brachypode a progressivement diminué au cours des 20 ans, mais les espèces de prairie disparues n'ont pratiquement pas recolonisé la surface entretenue. En conséquence, la production végétale a diminué de 45 %. Le rendement actuel est nettement inférieur à celui de la prairie sèche riche en espèces de Pree. La diversité en espèces est donc nécessaire pour assurer la production fourragère en mode d'exploitation extensif des prairies.



Figure 1 | Prairie en friche avec le brachypode penné (*Brachypodium pinnatum*, vert clair) et l'asphodèle blanc (*Asphodelus albus*), Poma mai 1985.

avec des espèces récoltées à Pree et partiellement aussi dans d'autres prairies sèches au sud des Alpes ont confirmé l'hypothèse que les espèces de prairie peuvent s'établir si leur semences atteignent la parcelle (Stampfli et Zeiter 1999; Zeiter *et al.* 2006; Zeiter et Stampfli 2008). Nous décrivons ici l'évolution de la végétation après les 10 années suivantes. Le brachypode, considéré comme peu résistant au fauchage par Briemle et Ellenberg (1994), continue-t-il à dominer la végétation? Des espèces de prairie plus tolérantes à la fauche peuvent-elles atteindre la parcelle, s'y établir et se propager? Si le brachypode recule sans être remplacé par d'autres espèces, la production végétale devrait diminuer. Cette hypothèse est examinée en comparant le rendement avec des valeurs de référence obtenues dans la prairie fauchée voisine.

## Méthode

L'essai d'entretien à Pree a duré de 1988 à 2003, celui de Poma de 1988 jusqu'à présent. Des surfaces non fertilisées, fauchées annuellement en juillet et non utilisées pour les essais d'ensemencement (Stampfli 1993; Stampfli et Zeiter 1999; Zeiter *et al.* 2006) sont considérées dans cette étude. La composition des espèces a été déterminée avec la méthode des points (Stampfli 1991): une fois à Pree (début juillet 1996), annuellement à Poma de 1988 à 1991, puis tous les deux ans jusqu'en 2007 (début octobre). La présence des espèces a été relevée à des points distants de 20 cm avec une aiguille d'acier épaisse de 3 mm (fig. 2). A Pree, 900 points représentaient une surface de 36 m<sup>2</sup> (quatre placettes de 3 m x 3 m), à Poma 456 points représentaient une surface de 18,2 m<sup>2</sup> (1,2 m x 15,2 m; Stampfli et Zeiter 1999, 2001). Le recouvrement, ou plus précisément la fréquence de chaque espèce, est mesuré par le nombre de points (parmi les 900 ou 456 points relevés) où l'espèce touche l'aiguille. Nous avons ensuite calculé la fréquence totale de toutes les espèces ainsi que les fréquences relatives du brachypode et des groupes d'espèces «autres graminées», «cypéracées» et «herbes». Les compositions botaniques de Pree et de Poma ont été comparées sur la base du nombre d'espèces avec une fréquence relative supérieure à 0,5 %.

Le rendement a été déterminé annuellement juste avant la fauche, en pesant l'herbe coupée dans des bandes d'essai de 1 m x 9 cm et séchée à 80 °C pendant 24 h. Dans chacune des quatre placettes de Pree (4 x 20 m<sup>2</sup>), les récoltes de cinq bandes d'essai ont été mélangées. Dans la placette de Poma (environ 100 m<sup>2</sup>), dix bandes ont été fauchées et leur rendement déterminé soit séparément, soit (en 1994, 2000, 2002, 2004,

2006) après avoir combiné les dix échantillons. L'évolution de la productivité a été analysée à l'aide d'une régression linéaire basée sur le logarithme du rendement.

## Résultats

Après la reprise du fauchage à Poma, le brachypode a réagi après un délai de 4 ans, reculant graduellement pendant les 12 années suivantes. Simultanément, la fréquence totale de toutes les espèces a doublé (fig. 3). Les herbes ont augmenté plus fortement que les cypéracées (*Carex spp.* et *Luzula campestris*) et graminées (principalement *Danthonia decumbens*). Le nombre d'espèces de tous les groupes a augmenté: de 5 à 15 pour les herbes, de 1 à 4 pour les cypéracées et de 0 à 2 pour les autres graminées. Cependant, même après 20 ans, les graminées à haute valeur nutritive étaient encore quasiment absentes. En comparaison avec la prairie sèche continuellement entretenue de Pree, les graminées suivantes manquaient: *Anthoxanthum odoratum*, *Agrostis capillaris*, *Avenula pubescens*, *Bromus erectus*, *Briza media*, *Festuca ovina*, *Festuca tenuifolia*, *Trisetum flavescens*.

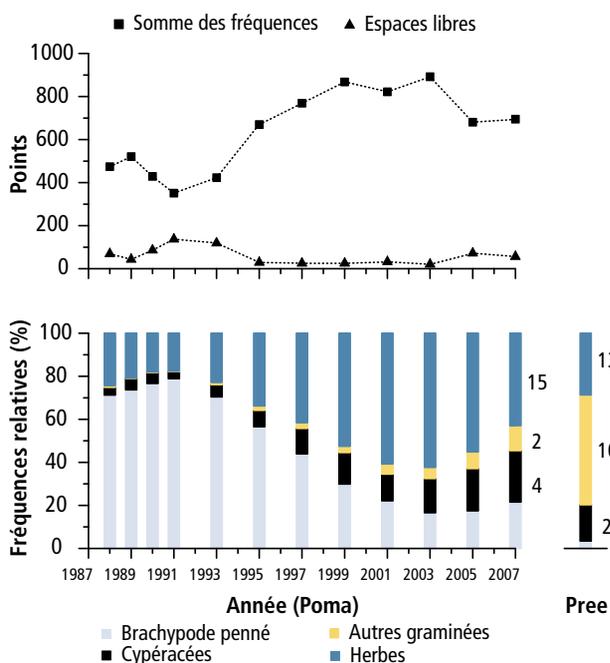
Le rendement a baissé significativement après la reprise du fauchage, avec un recul de 45 % au cours des 20 ans entre 1988 et 2007 (fig. 4). Pendant la période directement comparable de 1988 à 2003, le rendement a baissé de 39 % à Poma ( $P < 0,01$ ) alors qu'il n'y a pas eu de changement significatif à Pree.

## Discussion

La variabilité interannuelle du rendement (fig. 4) reflète en premier lieu la variabilité des conditions météorologiques. Le rendement augmente dans les années humides (1988, 1999, 2000, 2001) et diminue dans les années sèches (1991, 1997, 1998, 2003). Le point minimal



Figure 2 | Relevé de végétation avec la méthode des points à Poma en octobre 2007.



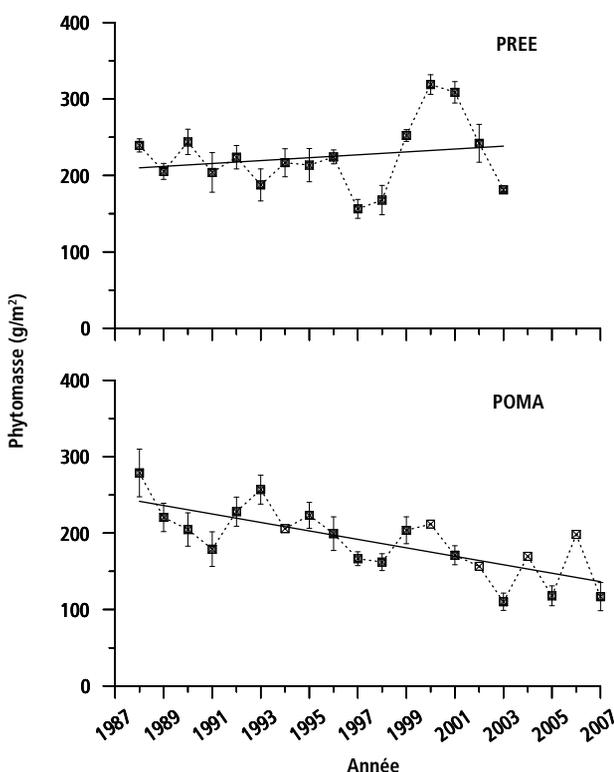
**Figure 3** | Somme des fréquences absolues de toutes les espèces et des espaces libres de végétation (en haut), ainsi que fréquences relatives du brachypode penné, des autres graminées, cypéracées et herbes sur la surface expérimentale de Poma (456 points) et dans le témoin non fertilisé de la prairie sèche de Pree (900 points). Les nombres d'espèces sont indiqués à droite.

de l'évolution des fréquences totales ainsi que le point maximal de l'évolution des espaces découverts reflètent la réduction de la densité de la végétation survenue après la sécheresse estivale de 1991. Cet événement coïncide avec le début des changements de composition botanique de la végétation de Poma. Des études de longue durée dans la vallée de Blenio ont révélé que des périodes de sécheresse estivale peuvent induire des changements de végétation persistants dans les prairies sèches, qui s'expliquent par la modification du succès de germination et d'établissement des espèces (Stampfli et Zeiter 2004, 2008). L'été sec de 1991 n'a cependant pas eu d'effet négatif durable sur la productivité de Pree. Cette prairie a répondu aux années plus humides par une augmentation de rendement plus prononcée que la végétation de Poma.

Nous interprétons la baisse du rendement comme une conséquence du prélèvement des nutriments par le fauchage annuel pour les espèces sensibles. Pendant la période de friche, les assimilats étaient stockés dans les organes souterrains des espèces dominantes et leur servaient de réserves. La comparaison avec la prairie sèche non fertilisée voisine de Pree montre que, dans des conditions climatiques données, une diminution de pro-

ductivité n'est pas inévitable tant que des espèces adaptées aux conditions des prairies sèches sont présentes.

La diminution du rendement et de la valeur nutritive de la prairie de Poma est une conséquence de la diminution du brachypode mais également de l'exclusion précédente des espèces tolérantes à la fauche, ainsi que du manque d'occasions pour ces espèces de se rétablir. Les chances de recolonisation par les semences étaient certes réduites dans cet essai par la clôture et donc l'exclusion des chèvres et des vaches. Mais, même ainsi, le faible succès de recolonisation spontanée est surprenant, vu qu'une source de semences était présente à 50–100 m seulement. Après trois décades d'abandon, une étude du stock semencier dans une surface voisine à Poma a révélé peu d'espèces typiques des prés et une densité de semences relativement faible (Holzer 2000; Stampfli et Zeiter, données non publiées). Des espèces de prairies sèches ont été semées régulièrement en automne 1998 et 1999 dans une autre surface expérimentale de Poma (48000 semences sur 10,8 m<sup>2</sup>). Après trois ans, la productivité n'a que peu augmenté, mais neuf des 22 espèces semées ont atteint la floraison (Zeiter et al. 2006). Des semences de brome dressé (*Bromus erectus*), une espèce fréquente dans les prairies sèches, ont été prélevées sur trois sites pour cet essai. Les plantes d'origine locale à Poma se sont mieux établies que les plantes des deux



**Figure 4** | Variabilité interannuelle de la biomasse à Pree (1988-2003, tendance non significative) et à Poma (1988-2007, tendance linéaire,  $P < 0,001$ ).

prairies sèches plus éloignées (Zeiter et Stampfli 2008). L'importance de la diversité en espèces pour le fonctionnement d'un écosystème est devenue plus évidente après 20 ans dans cette étude. Comme le nombre d'espèces et la taille des populations bien adaptées aux prairies étaient insuffisants, le rendement et la valeur nutritive sont tombés au-dessous du niveau d'une prairie sèche fauchée.

## Conclusions

- La disparition d'espèces d'une prairie sèche causée par l'abandon de l'exploitation pendant 20 ans n'a pas pu être compensée en 20 ans par une reprise de l'entretien et a conduit à une forte baisse du rendement.
- Malgré la proximité de populations convenables, la recolonisation spontanée des espèces de prairies s'effectue beaucoup plus lentement que leur élimination après l'abandon de l'exploitation.
- Pour assurer une production végétale durable, un des nombreux services rendus par les prairies exploitées extensivement en zone de montagne, un entretien soigneux des prairies devrait absolument être assuré, même pendant des périodes difficiles du point de vue économique.
- En évitant que les populations locales soient complètement éliminées, on maintient la possibilité de rétablir des prairies extensives productives par un ensemencement d'origine locale.

## Bibliographie

- Antognoli C., Lörtscher M., Guggisberg F., Häfelfinger S. & Stampfli A., 1995. Tessiner Magerwiesen im Wandel. *Schriftenreihe Umwelt* **246**, 134 p.
- Briemle G. & Ellenberg H., 1994. Zur Mahdverträglichkeit von Grünlandpflanzen. Möglichkeiten der praktischen Anwendung von Zeigerwerten. *Natur und Landschaft* **69**, 139–147.
- Grace J. B., Anderson T. M., Smith M. D., et al. 2007. Does species diversity limit productivity in natural grassland communities? *Ecology Letters* **10**, 680–689.
- Hedinger C. & Eggenberg S., 2008. Inventaire des prairies et pâturages secs. Première étape de la sauvegarde d'un patrimoine national. *Prairies et pâturages secs, Hotspot* **18**, 4-5. Forum Biodiversité Suisse, Berne.
- Holzer B., 2000. Untersuchungen zur Langlebigkeit von Diasporen im Boden: Ein Aspekt bei der Beurteilung der Restaurierungschancen artenreicher Wiesen aus Graslandbrachen. Diplomarbeit Universität Bern.
- Lepš J., 2005. Diversity and ecosystem function. In: *Vegetation Ecology* (Ed. E. van der Maarel), Blackwell Publishing, Malden, 199–237.
- Stampfli A., 1991. Accurate determination of vegetational change in meadows by successive point quadrat analysis. *Vegetatio* **96**, 185–194.
- Stampfli A., 1993. Veränderungen in Tessiner Magerwiesen: Experimentelle Untersuchungen auf Dauerflächen. Dissertation Universität Bern.

## Encadré 1 | Histoire de l'exploitation des domaines de Pree et Poma

Au début du 20<sup>e</sup> siècle, les sites de Pree et Poma étaient subdivisés en plusieurs parcelles et servaient à la production de foin des familles du hameau de Cragno. Les parcelles riches en espèces de Pree ont été acquises dans les années 1930 par la famille Gianolli, qui a continué à y produire du foin. Les prairies de Poma étaient également très riches en espèces à cette époque. D'après des informations de Giacomo et Dina Gianolli, la famille Cereghetti a entretenu les prairies très soigneusement jusqu'à la fin des années 1950 pour l'affouragement des vaches dans les étables de Poma pendant l'hiver. Lorsque les Cereghetti ont quitté leur exploitation en 1957, les Gianolli ont utilisé les prés de Poma jusqu'en 1968 comme pâturage pour leurs vaches. Après le décès du père de Giacomo Gianolli, le site de Poma a été complètement abandonné. Angelo Gropetti a acquis l'Alpe Pree en 1989 et a poursuivi l'entretien des prairies sèches exposées au sud (fauche en juillet, pâture en automne). Pour accroître la surface de son exploitation, il a acquis Poma en 1996, déboisé la surface et l'utilise maintenant comme prairie et pâturage.

- Stampfli A. & Zeiter M., 1999. Plant species decline due to abandonment of meadows cannot easily be reversed by mowing. A case study from the southern Alps. *Journal of Vegetation Science* **10**, 151–164.
- Stampfli A. & Zeiter M., 2001. Species responses to climatic variation and land-use change in grasslands of southern Switzerland. In: *Biomonitoring: General and applied aspects on regional and global scales* (Ed. C.A. Burga & A. Kratochwil). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 107–124.
- Stampfli A. & Zeiter M., 2004. Plant regeneration directs changes in grassland composition after extreme drought: a 13-year study in southern Switzerland. *Journal of Ecology* **92**, 568–576.
- Stampfli A. & Zeiter M., 2008. Mechanisms of structural change derived from patterns of seedling emergence and mortality in a semi-natural grassland. *Journal of Vegetation Science* **18**, 563–574.
- Zeiter M., Stampfli A. & Newbery D.M., 2006. Recruitment limitation constrains local species richness and productivity in dry grassland. *Ecology* **87**, 942–951.
- Zeiter M. & Stampfli A., 2008. Long-term assessment of seed-provenance effect on the establishment of the perennial grass *Bromus erectus*. *Journal of Vegetation Science* **18**, 821–830.

**Riassunto****La scomparsa delle specie riduce la produzione di foraggio**

Questo studio analizza le relazioni tra la scomparsa di specie, il funzionamento di un ecosistema prativo, e la produzione di foraggio. Il sito di ricerca si trova sul Monte Generoso nel cantone Ticino. Si tratta di due prati secchi non fertilizzati, situati ai luoghi chiamati Pree e Poma. Entrambi i prati, ancora attorno al 1950, costituivano la base per la produzione foraggiera di due aziende agricole lattiere familiari. Mentre il prato di Pree è tuttora falciato regolarmente, quello di Poma si è trasformato, a seguito dell'interruzione della gestione agricola tra il 1968 e il 1987, in un mosaico formato da bosco di betulle, cespugli di nocciolo e una cotica erbosa dominata da paléo comune (*Brachypodium pinnatum*). A causa dell'abbandono sono scomparse numerose specie vegetali tipiche dei prati falciati e pure le specie con maggior rendimento agricolo. Dal 1988 abbiamo ripreso a falciare regolarmente una superficie di circa 200 m<sup>2</sup> e osservato la composizione delle specie e la resa. Sull'arco di 20 anni la predominanza del paléo è progressivamente diminuita, ma le specie scomparse dalla cotica non hanno ricolonizzato la superficie lavorata. Di conseguenza, la produzione vegetale è diminuita del 45%. La resa attuale è nettamente inferiore a quella del prato secco di Pree ricco di specie. La diversità delle specie assicura quindi la produzione di foraggio dei prati gestiti in modo estensivo.

**Summary****Species loss has negative consequences in fodder production**

In this study, the link between species loss, the functioning of a grassland ecosystem and the production of fodder is investigated. The study area is located on the slope of Monte Generoso in Ticino and consists of two adjacent meadows at Pree and Poma. In 1950 two smallholder dairy farms were still based on these meadows, one farm on each meadow. Whereas mowing has been carried out regularly in Pree until today, the meadows of Poma changed after a period of interrupted mowing (1968-1987) into a mosaic of birch woodland, hazel shrubs and fallow grassland dominated by tor grass (*Brachypodium pinnatum*). Many specialist species of meadows, including the most valuable fodder plants, were lost. Since 1988 an area without woody plants of c. 200 m<sup>2</sup> has been regularly mowed and species composition and phytomass monitored. The initially unbroken dominance of tor grass decreased over 20 years while the displaced species hardly reestablished themselves. The standing crop was reduced by 45% during the same period and is now below the level of the standing crop in the species-rich, unfertilized dry meadow at Pree. Thus, species richness ensures the production of fodder that can be gained from unimproved grassland.

**Key words:** abandonment, community stability, dispersal limitation, dry meadows, grassland restoration.