

Série AlpFUTUR

Biodiversité précieuse dans les herbages des alpages envahis par les broussailles

Bärbel Koch et Sarah Schmid

Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, 8046 Zurich, Suisse

Renseignements: Bärbel Koch, e-mail: baerbel.koch@agroscope.admin.ch, tél. +41 44 377 74 73



Figure 1 | Surface broussailleuse avec du rhododendron ferrugineux (*Rhododendron ferrugineum*) sur l'alpage Pian Doss, près du village de San Bernardino GR. (Photo ART)

Introduction

Des siècles d'exploitation agricole ont marqué le paysage alpin en Europe et contribué à la mise en place de zones d'estivage à la biodiversité prééminente (Bätzing 2003). Les pâturages alpestres abritent trois fois plus d'espèces que la forêt qu'ils remplacent (Zoller et Bischof 1980). Mais aujourd'hui, de nombreux pâturages d'estivage ne sont plus rentables et ne sont plus exploités. A l'opposé, les terrains plats, bien situés à proximité du bâtiment d'alpage, sont exploités de manière plus intensive (Baur *et al.* 2007; Mack *et al.* 2008). Lorsque la pression exercée par les pâtures sur les surfaces à vocation forestière diminue, au bout de quelques années, la forêt reprend le dessus. Plus de 60 % des surfaces agricoles

laissées à l'abandon en Suisse se situent dans les zones d'estivage (Baur *et al.* 2006). La présente étude analyse l'impact exercé par l'avancée de la forêt sur la diversité et la composition des espèces végétales dans deux pâturages alpestres subalpins (Pian Doss et Tälli) des deux côtés du col du San Bernardino (GR). Il s'agissait d'étudier la diversité végétale dans les surfaces d'herbacées et de graminées encore exemptes de broussailles, avec une couverture variable d'arbustes nains dans les environs. La diversité des espèces dans ces surfaces a fait l'objet d'une évaluation qualitative à partir des espèces cibles et caractéristiques des objectifs environnementaux pour l'agriculture (BAFU & BLW 2008) et des espèces indicatrices attestant de la qualité écologique de la région d'estivage (Lüscher et Walter 2009).

Matériel et méthodes

Régions étudiées

L'alpage Pian Doss se situe au sud-est du village de San Bernardino à une altitude de 1731 m. L'alpage Tälli, lui, est au nord du col du San Bernardino à une altitude de 1926 m (fig. 2). Sur chacun des deux alpages, on a sélectionné une surface d'environ 5 ha qui n'est plus pâturée et qui se caractérise par une progression des arbustes nains. Les deux surfaces avaient une exposition et une déclivité semblables. Les surfaces étudiées de l'alpage Tälli se situent dans un paysage de tourbières, celles de l'alpage Pian Doss au pied d'un cône d'éboulis asséché.

Cartographie de la végétation

Sur les deux alpages, quinze surfaces circulaires d'un rayon de 5 m ont été sélectionnées, avec un pourcentage différent d'occupation par les arbustes nains (de 20 à 80 %). Le niveau de progression de la forêt a été représenté pour chaque cercle (fig. 3). Les schémas ont ensuite été traités avec le programme ArcGIS 9.3.1 pour calculer le taux de couverture par les arbustes nains (ESRI 2009).

Dans la partie ouverte recouverte d'herbacées et de graminées de chaque surface circulaire, cinq zones de 0,5 m² ont été définies au hasard, nommées ici «surfaces herbagères». Sur ce type de surface, la couverture par les différentes espèces végétales a été relevée selon la méthode de Braun-Blanquet et convertie en pourcentages. Pour chaque surface herbagère, on a donc calculé: 1) le nombre d'espèces et la couverture par toutes les espèces végétales, 2) le nombre et la couverture par les espèces cibles et caractéristique des objectifs environnementaux pour l'agriculture (espèces OEA) selon l'OFEV >

Résumé L'exploitation alpestre a une longue tradition en Europe. Les pâturages façonnent le paysage agricole et affichent une grande biodiversité. Pourtant, de plus en plus de pâturages alpestres sont abandonnés et envahis par les broussailles. Avec eux disparaît également la diversité des espèces végétales et animales qu'ils abritaient. Cette étude avait pour but, dans le cadre du projet intégré AlpFUTUR, de montrer l'influence des arbustes nains avoisinants sur les espèces de graminées et d'herbacées qui méritent d'être préservées dans les surfaces encore exemptes de broussailles. Deux surfaces alpestres abandonnées, situées sur deux alpages des deux côtés du col du San Bernardino (l'alpage Pian Doss et l'alpage Tälli) ont fait l'objet de l'étude. Tandis que le nombre total des espèces végétales et celui des espèces de qualité dépendaient uniquement du site, ce dernier ainsi que le degré d'envahissement par les broussailles exerçaient une influence sur la composition des espèces des surfaces herbagères situées à proximité. Les résultats montrent que de petites aires non envahies par les broussailles au milieu des arbustes nains abritent elles aussi de nombreuses et précieuses espèces herbagères.



Figure 2 | Sites étudiés des deux côtés du col de San Bernardino: alpage Tälli (à gauche) et alpage Pian Doss (à droite). (Photos: Sarah Schmid)

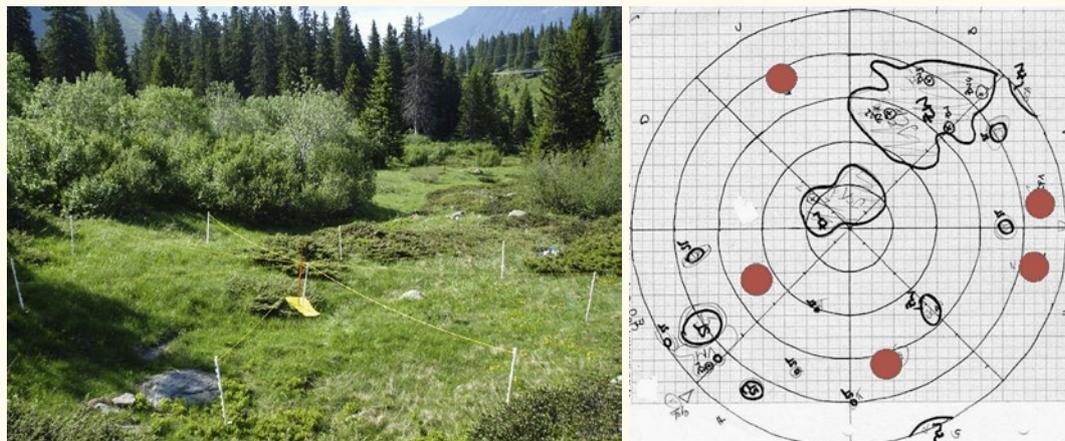


Figure 3 | Les surfaces étudiées en forme de cercle ont été subdivisées en huit secteurs sur la parcelle, afin de mieux estimer la couverture par les arbustes nains. A gauche: exemple d'une surface parsemée de piquets; à droite: représentation schématique d'une surface d'étude avec cinq surfaces herbagères sélectionnées au hasard (cercles rouges), dans lesquelles les relevés de végétation ont été effectués. (Photo et schéma: Sarah Schmid)

et l'OFAG (2008) et 3) le nombre d'espèces et la couverture par les espèces indicatrices attestant de la qualité des estivages (espèces IE) selon Lüscher et Walter (2009).

Analyses statistiques

L'effet de la couverture par les arbustes nains et celui du site sur la moyenne de toutes les espèces de plantes, ainsi que des espèces OEA et des espèces IE présentes dans les cinq surfaces herbagères ont été analysés à l'aide de modèles linéaires généralisés. L'influence de la couverture par les arbustes nains et celle du site sur la composition végétale de toutes les espèces, des espèces OEA et des espèces IE ont été calculées par analyse de redondance (RDA). Cette méthode consistait à calculer le pourcentage de couverture moyen des espèces par cercle dans les cinq surfaces herbagères. Toutes les évaluations statistiques ont été effectuées avec le programme R (R Core Team 2012).

Résultats et discussion

Sur l'alpage Pian Doss, 94 espèces végétales ont été dénombrées, dont 34 espèces OEA et 30 espèces IE. Sur l'alpage Tälli, 63 espèces ont été observées au total, dont

23 espèces OEA et 27 espèces IE (tabl. 1). Le nombre inférieur d'espèces de l'alpage Tälli s'explique probablement par les conditions plus humides et plus acides du site lui-même par rapport au site plutôt sec de l'alpage Pian Doss. Ces observations concordent avec les résultats obtenus par Müller (2002), qui a mis en évidence un rapport positif entre le nombre d'espèces au mètre carré et le pH sur les alpages glaronnais.

Nombre d'espèces végétales

L'influence du site était significative pour les trois moyennes du nombre d'espèces (valeur $P < 0,05$). Avec une augmentation de la couverture par les arbustes nains, le nombre moyen d'espèces ne variait cependant pas de manière significative (fig. 4), que ce soit pour toutes les espèces ($P = 0,81$), pour les espèces OEA ($P = 0,69$) ou pour les espèces IE ($P = 0,06$). Ces résultats se différencient d'études qui avaient révélé une baisse du nombre d'espèces avec la progression de la couverture boisée (Anthelme *et al.* 2001; Freléchoux *et al.* 2007). Ces études n'avaient pas pris en compte la diminution de la surface herbagère avec une augmentation du taux de couverture. Par conséquent, il n'est pas possible de distinguer l'effet de surface (plus les arbustes nains couvrent

Tableau 1 | Nombre de toutes les espèces végétales, nombre des espèces cibles et caractéristiques définies dans les objectifs environnementaux pour l'agriculture (espèces OEA) et nombre des espèces indicatrices de la qualité des régions d'estivage (espèces IE) pour l'alpage Pian Doss ($n = 15$) et l'alpage Tälli ($n = 15$). SE = erreur type

Nombre d'espèces	Alpage Pian Doss			Alpage Tälli		
	Min-Max	Moyenne \pm SE	Total	Min-Max	Moyenne \pm SE	Total
Toutes les espèces	25–49	37,5 \pm 1,9	94	18–33	25,3 \pm 1,7	63
Espèces OEA	6–17	12,7 \pm 0,7	34	3–12	6,4 \pm 0,6	23
Espèces IE	8–18	12,5 \pm 0,7	30	5–15	9,5 \pm 0,9	27

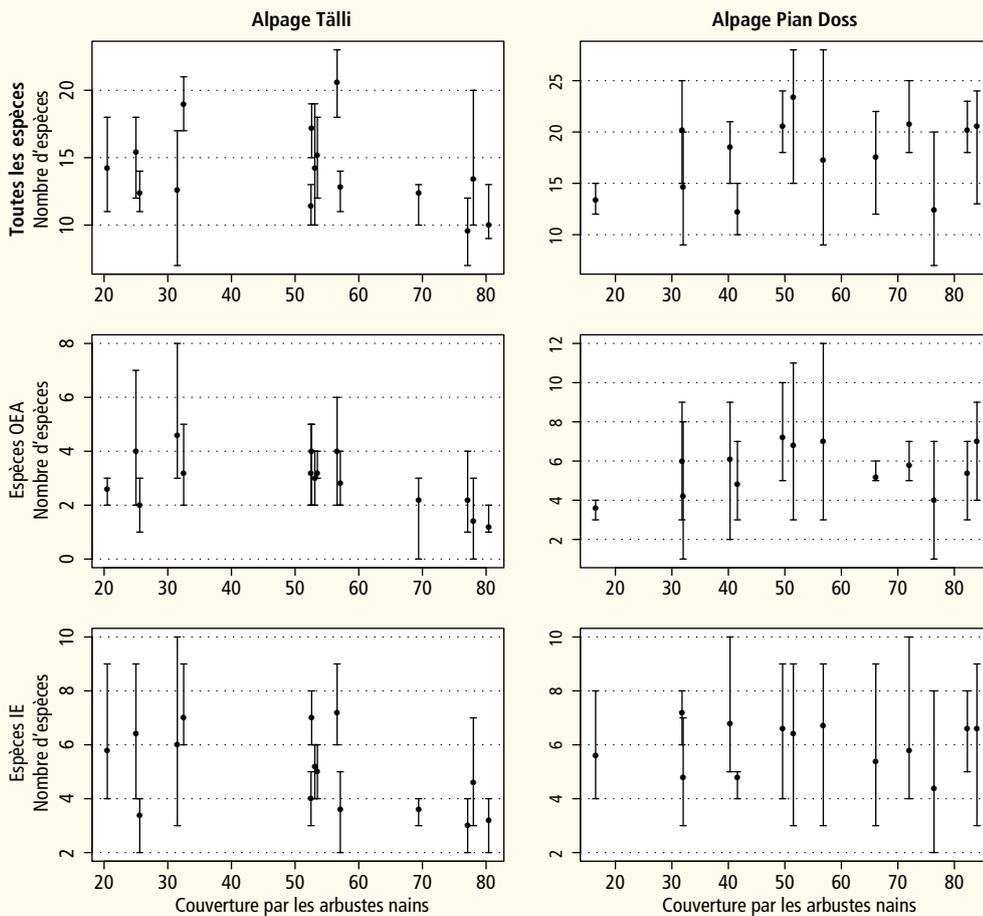


Figure 4 | Moyennes (\pm erreurs types) des cinq surfaces herbagères par cercle: 1) nombre de toutes les espèces végétales (en haut); 2) nombre des espèces OEA (au centre) et 3) nombre d'espèces IE (en bas) en fonction de la couverture par les arbustes nains dans les cercles.

de surface, moins les espèces herbagères trouvent de place pour s'établir) et l'effet de la progression de la forêt qui a conduit à la baisse du nombre d'espèces. On ne peut pas exclure que la baisse du nombre d'espèces végétales mentionnée dans les études citées soit due à la taille des surfaces et non à la progression de la forêt proprement dite, car dans la présente étude, le nombre d'espèces ne continue pas à diminuer même avec un pourcentage élevé de broussailles (50–80 %).

Composition des espèces végétales

Sur l'alpage Tälli, les espèces dominantes étaient les aielles et les myrtilles des marais (*Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*), et sur l'alpage Pian Doss le genévrier nain (*Juniperus communis ssp. alpina*) et le rhododendron ferrugineux (*Rhododendron ferrugineum*). Autant la couverture par les arbustes nains que le site avaient une influence significative sur la composition des espèces des surfaces herbagères (toutes les espèces, les espèces OEA

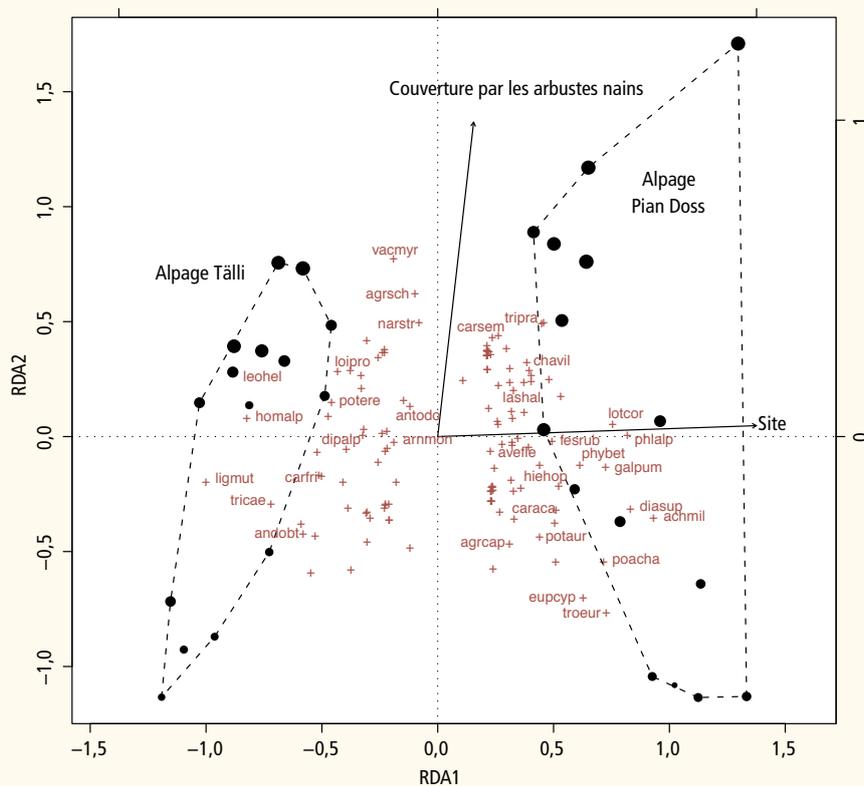
Tableau 2 | Décomposition de la variance dans la composition de toutes les espèces végétales, des espèces OEA et des espèces IE, obtenue par analyse de redondance

	Toutes les plantes		Espèces OEA		Espèces IE	
	df ¹	%SC ²	df ¹	%SC ²	df ¹	%SC ²
Site	1	11,1***	1	8,8***	1	10,5***
Couverture par les arbustes nains	1	4,6**	1	4,4*	1	5,7**
Résidu	27	84,3	27	86,6	27	83,8

¹Marges de liberté.

²SC = somme des carrés; pourcentage de variance expliquée dans les données d'abondance; signifiante par rapport à 999 tests de permutation Monte Carlo: * P < 0,05,

P < 0,01 et *P < 0,001.



Espèces végétales: *Achillea millefolium* (achmil), *Agrostis capillaris* (agrcap), *Agrostis schraderiana* (agrsch), *Androsace obtusifolia* (andobt), *Anthoxanthum odoratum* (antodo), *Arnica montana* (arnmon), *Avenella flexuosa* (avefle), *Carex frigida* (carfri), *Carex sempervirens* (carsem), *Carlina acaulis* (caraca), *Chaerophyllum villarsii* (chavil), *Dianthus superbus* (diasup), *Diphysastrum alpinum* (dipalp), *Euphorbia cyparissias* (eupcyp), *Festuca rubra* (fesrub), *Galium pumilum* (galpul), *Hieracium hoppeanum* (hiehop), *Homogyne alpina* (homalp), *Laserpitium halleri* (lashal), *Leontodon helveticus* (leohel), *Ligusticum mutellina* (ligmut), *Loiseleuria procumbens* (loipro), *Lotus corniculatus* (lotcor), *Nardus stricta* (narstr), *Phleum alpinum* (phlalp), *Phyteuma betonicifolium* (phybet), *Poa chaixii* (poacha), *Potentilla aurea* (potaaur), *Potentilla erecta* (potere), *Trichophorum caespitosum* (tricae), *Trifolium pratense* (tripra), *Trollius europaeus* (troeur), *Vaccinium myrtillus* (vacmyr).

Figure 5 | Graphique (établi par analyse de redondance RDA), qui montre la composition de toutes les espèces végétales avec un taux de couverture de $\geq 10\%$ pour les alpages Tälli (n = 15) et Pian Doss (n = 15). La taille des points correspond à la couverture par les arbustes nains dans chaque cercle.

et les espèces IE; tabl. 2). Les modèles expliquent 15,7 % de la variance dans la composition de toutes les espèces végétales, 13,2 % de celle des espèces OEA et 16,2 % de celle des espèces IE. La figure 5 illustre ces résultats.

Conclusions

Le pourcentage de surface occupée par les arbustes nains avait une influence significative sur la composition des espèces, mais pas sur le nombre d'espèces au total, ni sur celui des espèces attestant la qualité du milieu. Cela signifie que la composition des espèces varie, mais que leur nombre reste constant. Lorsque des espèces disparaissent, elles sont remplacées par d'autres: sur l'alpage Pian Doss par exemple, l'euphorbe petit-cyprès (*Euphorbia cyparissias*) se développait plutôt avec un faible pourcentage de broussailles et le trèfle violet (*Trifolium pratense*) plutôt avec un fort pourcentage. Tant que les graminées et les herbacées ont suffisamment de place pour pousser, la taille de la surface ouverte semble jouer un rôle secondaire. Pour réussir à retransformer des surfaces totalement envahies par les broussailles en des pâturages d'une grande diversité végétale, les surfaces

herbagères sont très importantes car elles constituent des réservoirs de semences (Barbaro *et al.* 2001). Même de petites surfaces ouvertes environnées d'arbustes nains peuvent remplir cette fonction. Par conséquent, les surfaces herbagères ouvertes sont précieuses pour le maintien de la biodiversité des alpages, aussi petites soient-elles. ■

Remerciements

L'étude fait partie du sous-projet 5 «Qualité de la biodiversité» d'AlpFUTUR. Elle a pu être réalisée grâce au soutien financier d'Armasuisse, de l'Office fédéral de l'environnement, de la Fondation Sophie et Karl Binding, de Nicola AG et du canton des Grisons.



Riassunto

Preziosa biodiversità nelle superfici di prato di pascoli alpini invasi da cespugli
L'alpicoltura vanta una lunga tradizione in Europa. I pascoli d'estivazione caratterizzano il paesaggio coltivato e presentano un'elevata biodiversità. Eppure, un numero sempre più alto di pascoli alpini viene abbandonato e invaso da cespugli. Con ciò sparisce anche la diversità di piante e animali che li contraddistinguono. Il presente studio ha lo scopo di illustrare, nel quadro del progetto congiunto AlpFUTUR, l'effetto degli arbusti sulle piante erbacee e graminacee degne di preservazione che crescono sulle superfici non ancora invase dai cespugli. Due pendii non più pascolati appartenenti a 2 alpi su versanti opposti del Passo del San Bernardino, Alp Pian Doss e Tällialp, sono stati esaminati. Mentre per il numero totale di piante come anche quello delle piante indicatrici di qualità è stato trovato soltanto un effetto dell'ubicazione, sia l'ubicazione che il grado di copertura dei cespugli hanno mostrato un effetto sulla composizione vegetale delle superfici di prato. I risultati indicano che anche piccole superfici di prato circondate da cespugli possono ospitare molte specie tipiche delle praterie.

Bibliographie

- Anthelme F., Grossi J., Brun J. & Didier L., 2001. Consequences of green alder expansion on vegetation changes and arthropod communities removal in the northern French Alps. *Forest Ecology and Management* **145**, 57–65.
- Barbaro L., Dutoit T. & Cozic P., 2001. A six-year experimental restoration of biodiversity by shrub-clearing and grazing in calcareous grasslands of the French Prealps. *Biodiversity and Conservation* **10**, 119–135.
- Bätzing W., 2003. Die Alpen – Geschichte und Zukunft einer europäischen Kulturlandschaft. C. H. Beck, Munich.
- Baur P., Müller P. & Herzog F., 2007. Alpweiden im Wandel. *Agrarforschung* **14** (6), 254–259.
- Baur P., Bebi P., Gellrich M. & Rutherford G., 2006. WaSAlp – Waldausdehnung im Schweizer Alpenraum. Eine quantitative Analyse naturräumlicher und sozio-ökonomischer Ursachen unter besonderer Berücksichtigung des Agrarstrukturwandels. Schlussbericht. Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf, Schweiz. pp. 64. Accès: www.wsl.ch/projects/WaSAlp.
- ESRI, 2009. Arc-Info Software Version 9.3.1 software program produced by the authors at the ESRI, Redlands, CA, USA.
- Freléchoux F., Meisser M. & Gillet F., 2007. Succession secondaire et perte de diversité végétale après réduction du broutage dans un pâturage boisé des Alpes centrales suisses. *Botanica Helvetica* **117**, 37–56.

Summary

Valuable biodiversity in grassland areas of encroached alpine pastures
Europe has a long tradition of alpine grazing. Alpine pastures shape the cultivated landscape supporting a high biodiversity. However, more and more alpine pastures are abandoned and affected by shrub encroachment, leading to the disappearance of plant and animal biodiversity. As part of the «AlpFUTUR» collaborative project, the aim of this study was to highlight the influence of dwarf shrubs on valuable herb and grass species occurring in open grassland areas surrounded by dwarf shrubs. On two alps on both sides of the San Bernardino Pass, Alp Pian Doss and Tällialp, two abandoned slopes were investigated. Whereas the number of all plants as well as quality plant species were affected by site only, both site and degree of shrub encroachment in the vicinity of the grassland areas had a significant effect on species composition. The results show that even small open areas surrounded by dwarf shrubs harbour many valuable grassland species.

Key words: AlpFUTUR, alpine agriculture, land abandonment, plant diversity, shrub encroachment.

- Lüscher G. & Walter T., 2009. Indikatoren für Ökoqualität im Sömmerungsgebiet. *Agrarforschung* **16** (5), 145–151.
- Mack G., Walter T. & Flury C., 2008. Entwicklung der Alpe in der Schweiz: Ökonomische und ökologische Auswirkungen. In: Yearbook of Socioeconomics in Agriculture 2008, 259–300.
- Müller P., 2002. Einfluss von Standort und Nutzung auf die Alpweidvegetation und ihre Bedeutung für die nachhaltige Alpnutzung, Ph.D. Thesis, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich.
- OFEV & OFAG, 2008. Objectifs environnementaux pour l'agriculture. A partir de bases légales existantes. In: Connaissance de l'environnement, Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne.
- R Core Team, 2012. R: A language and environment for statistical computing software program produced by the authors at the R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, Accès: <http://www.R-project.org/>.
- Zoller H. & Bischof N., 1980. Stufen der Kulturintensität und ihr Einfluss auf Artenzahl und Artengefüge der Vegetation. *Phytocoenologia* **7**, 35–51.