

## Série AlpFUTUR

# Intensité de pâture et services écosystémiques dans les alpages

Manuel K. Schneider<sup>1</sup>, Hermel Homburger<sup>1,2</sup>, Michael Scherer-Lorenzen<sup>2</sup> et Andreas Lüscher<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, 8046 Zurich, Suisse

<sup>2</sup>Université de Freiburg, faculté de biologie, géobotanique, 79104 Freiburg, Allemagne

Renseignements: Manuel Schneider, e-mail: manuel.schneider@agroscope.admin.ch, tél. +41 44 377 75 98



Figure 1 | Vache avec récepteur GPS dans un alpage de Basse-Engadine. (Photo: Sandra Hilfiker)

## Introduction

L'extension des ressources fourragères de l'exploitation, l'amélioration de la santé des animaux et l'économie de travail durant l'été demeurent les principales raisons de l'estivage en Suisse (Fischer *et al.* 2012). De plus, les pâturages alpestres fournissent des services importants pour la société comme des denrées alimentaires de qualité, un

espace de détente et un paysage esthétique, services qui sont essentiellement liés au pâturage des animaux. En lien avec le développement des paiements directs, on peut se demander en quoi la baisse attendue de la charge en bétail (Flury *et al.* 2012) modifiera l'intensité de pâture et, par conséquent, les services écosystémiques offerts par les pâturages alpestres. Tandis qu'une relation évidente a été observée entre l'intensité d'exploitation

et les services écosystémiques comme le rendement fourrager et la biodiversité pour la surface agricole utile en région de montagne (p. ex. Kampmann *et al.* 2008, Peter et Lüscher 2009), cette relation est bien moins connue pour les alpages.

Dans les régions d'estivage, le problème est de quantifier l'intensité de pâture, nécessaire pour pouvoir étudier ces interactions. En général, les parcelles d'une exploitation d'alpage sont en effet très grandes et le terrain très hétérogène sur le plan de la topographie comme celui de la végétation. Tant que les animaux peuvent choisir librement, ils privilégient certaines surfaces pour se nourrir et séjourner dans les limites de la superficie disponible.

Dans le cadre du projet intégré AlpFutur ([www.alp-futur.ch](http://www.alp-futur.ch)), l'intensité de pâture a été relevée à petite échelle sur deux alpages à l'aide du GPS. Nous nous sommes tout particulièrement intéressés aux forces qui déterminent le schéma de l'intensité de pâture dans l'espace ainsi qu'aux relations avec les services écosystémiques, production fourragère et diversité en espèces. Une attention particulière a été accordée à la gestion du pâturage, sachant qu'elle constitue le principal outil d'intervention de l'exploitant.

## Matériel et méthode

Les études ont été effectuées dans deux exploitations d'estivage, sur l'alpage Jänzimmatt dans le canton d'Obwald (1600 m) et sur l'alpage Sura en Basse-Engadine (2120 m), tous deux avec vaches laitières. La surface de pâture étudiée représentait 26 ha à Jänzimmatt et 125 ha à Sura. La surface de pâture de l'alpage Jänzimmatt a été subdivisée en plusieurs petites pâtures de rotation à l'aide de clôtures fixes et mobiles. Les animaux passaient la nuit à l'étable. L'alpage Sura dispose d'une pâture diurne étendue qui reste inchangée tout au long de la période d'estivage et de quelques petits pâturages nocturnes. A Jänzimmatt, la partie inférieure du pâturage orientée au sud-ouest est plantée de sapins espacés; près du chalet d'alpage et dans la partie nord, on trouve quelques pâturages humides où poussent des cypéracées. Les pâturages de Sura sont parsemés de genévriers et d'autres arbustes nains. Enfin, la zone de pâturage est coupée par une faille aux pentes abruptes.

L'intensité de pâture a été relevée de deux façons: d'une part, on a demandé aux exploitants quelle était la charge en bétail et la durée d'occupation par parcelle, d'autre part, deux à trois vaches du troupeau ont été équipées de récepteurs GPS (Qstarz Ltd., Taipei, Taiwan) placés dans leurs colliers (fig. 1). Les récepteurs indiquaient la position des animaux pendant toute la durée

## Résumé

Dans la région d'estivage, l'intensité de pâture est l'un des principaux facteurs dont dispose l'exploitant pour influencer sur la végétation et les services écosystémiques. Elle est cependant difficile à quantifier sur les pâturages alpestres vastes et hétérogènes. C'est pourquoi, l'intensité de pâture à petite échelle a été mesurée sur deux alpages de vaches laitières dans le canton d'Obwald et en Basse-Engadine, à l'aide du GPS. Les deux alpages choisis se distinguent par les conditions environnementales et par la gestion du pâturage. Dans les deux cas, l'intensité de pâture à petite échelle dépend largement des conditions naturelles, comme la déclivité du terrain, la qualité du fourrage et la distance par rapport à l'étable et aux points d'eau. Un effet de la gestion du pâturage sur l'intensité de pâture à petite échelle n'a pu être constaté que sur l'alpage qui pratique une rotation fréquente des parcelles. Sur cet alpage, l'intensité de pâture est également en corrélation négative avec la diversité en espèces végétales. En revanche, dans l'alpage avec de grandes parcelles et beaucoup de libre parcours, les services écosystémiques sont largement déterminés par les conditions environnementales et l'entretien des pâturages. C'est donc la preuve qu'il faut une gestion assidue de la pâture pour influencer les services écosystémiques des alpages avec l'intensité de pâture.



**Figure 2** | Placette mise en défens avec grille de 1 m<sup>2</sup> interdisant la pâture pour mesurer la croissance de la végétation sur l'alpage Sura. (Photo: Claudia Hoffmann)

de l'estivage 2011 à intervalles de 20 secondes. Le comportement des vaches équipées de GPS a été observé par sondage et chaque modification relative aux déplacements, au comportement d'alimentation et au repos a été notée. Un système de classement a permis d'attribuer les points de position aux différentes catégories de comportements: déplacement, alimentation et repos (Homburger *et al.* 2012). Le nombre de points enregistrés dans la catégorie alimentation de chaque maille d'un quadrillage de 25 m x 25 m a servi à mesurer l'intensité de pâture et a été comparé à cinq facteurs d'influence possibles: (1) la déclivité du terrain, (2) la distance par rapport au bâtiment principal de l'alpage, (3) la distance par rapport au point d'eau le plus proche, (4) la densité d'occupation de la parcelle telle que décrite par l'exploitant et (5) la qualité du fourrage. Pour cette dernière, la surface d'alpage a été cartographiée par type de milieux naturels selon Delarze & Gonseth (2008) et reclassée en deux catégories de qualité fourragère (similaires pour les deux alpages): (A) végétation dominée par les graminées de bonne qualité fourragère et (B) végétation dominée par les laiches et les bosquets de faible valeur fourragère. L'influence de tous ces facteurs sur le schéma de pâture a été testée à l'aide de régressions spatiales. La méthode d'approximation intégrée de Laplace (INLA) a permis une estimation efficace des

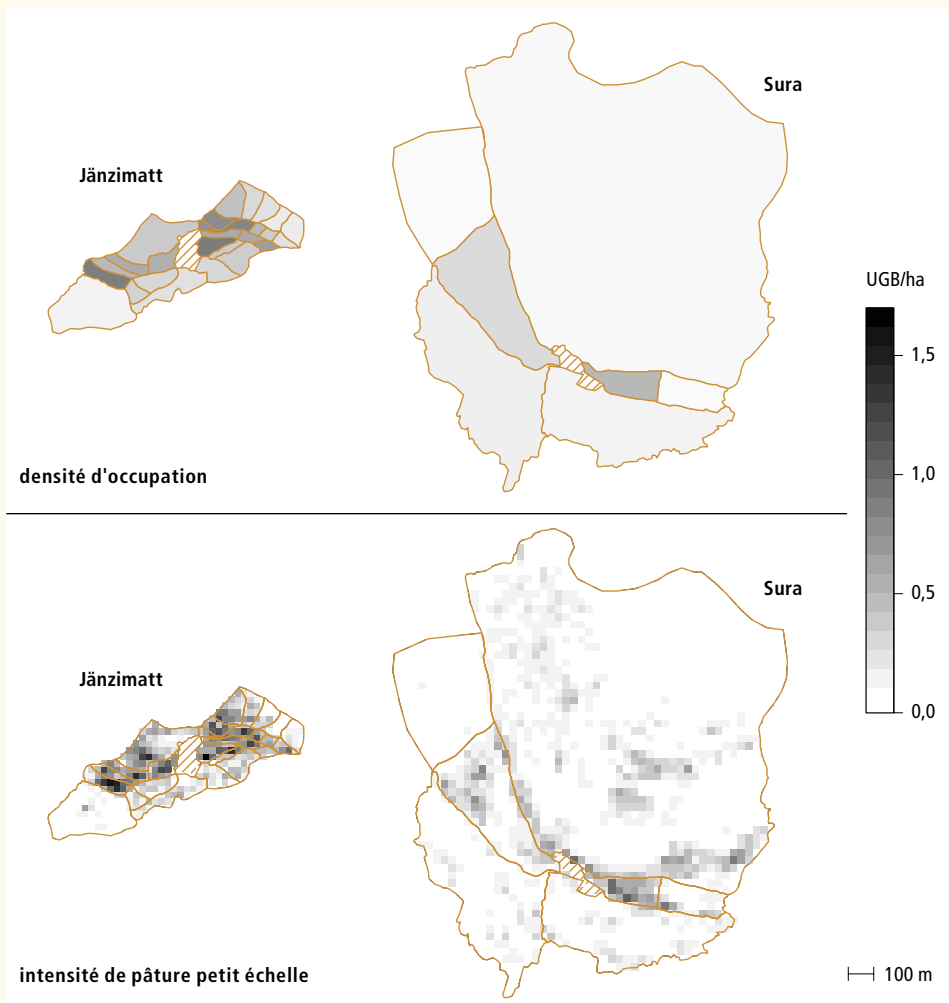
paramètres du modèle pour les grandes séries de données, prenant en compte la dépendance spatiale des données entre elles (Rue *et al.* 2009).

Pour mettre en évidence le lien entre intensité de pâture, production fourragère et diversité en espèces, onze surfaces de 25 m<sup>2</sup> ont été sélectionnées sur chaque alpage, classées selon la déclivité et la distance par rapport au chalet d'alpage. Afin de mesurer la production fourragère, une grille de 1 m<sup>2</sup> interdisant la pâture a été placée au centre de chaque surface à l'étude (fig. 2). La biomasse se développant sous cette grille a été relevée au milieu de la saison d'estivage et après la désalpe. De plus, la diversité des espèces de plantes vasculaires a également été enregistrée dans chaque surface de 25 m<sup>2</sup>.

## Résultats et discussion

### La charge en bétail par parcelle ne suffit pas à déterminer l'intensité de pâture

L'intensité de pâture à petite échelle déterminée à l'aide du GPS diffère considérablement de la densité d'occupation moyenne indiquée par l'exploitant, notamment dans l'alpage Sura avec ses parcelles qui comptent parfois plusieurs hectares (fig. 3). Dans l'alpage Jänzimat, du fait des nombreuses parcelles, les informations fournies par l'exploitant sur la densité d'occupation par par-



**Figure 3** | Densité d'occupation (UGB/ha) dans les deux alpages étudiés, Jänzimatt (à gauche) et Sura (à droite), calculée à partir des informations fournies par l'exploitant sur l'occupation des parcelles (en haut) et intensité de pâture petite échelle (UGB/ha), calculée à partir des positions relevées par GPS (en bas). Les lignes oranges délimitent les parcelles. Les zones hachurées en orange sont fermées par des clôtures et ne sont pas pâturées par les vaches laitières

celle correspondent relativement bien à l'intensité de pâture calculée à l'aide du GPS. Toutefois, il existe aussi certaines zones dans cet alpage pour lesquelles les indications d'occupation sont insuffisantes.

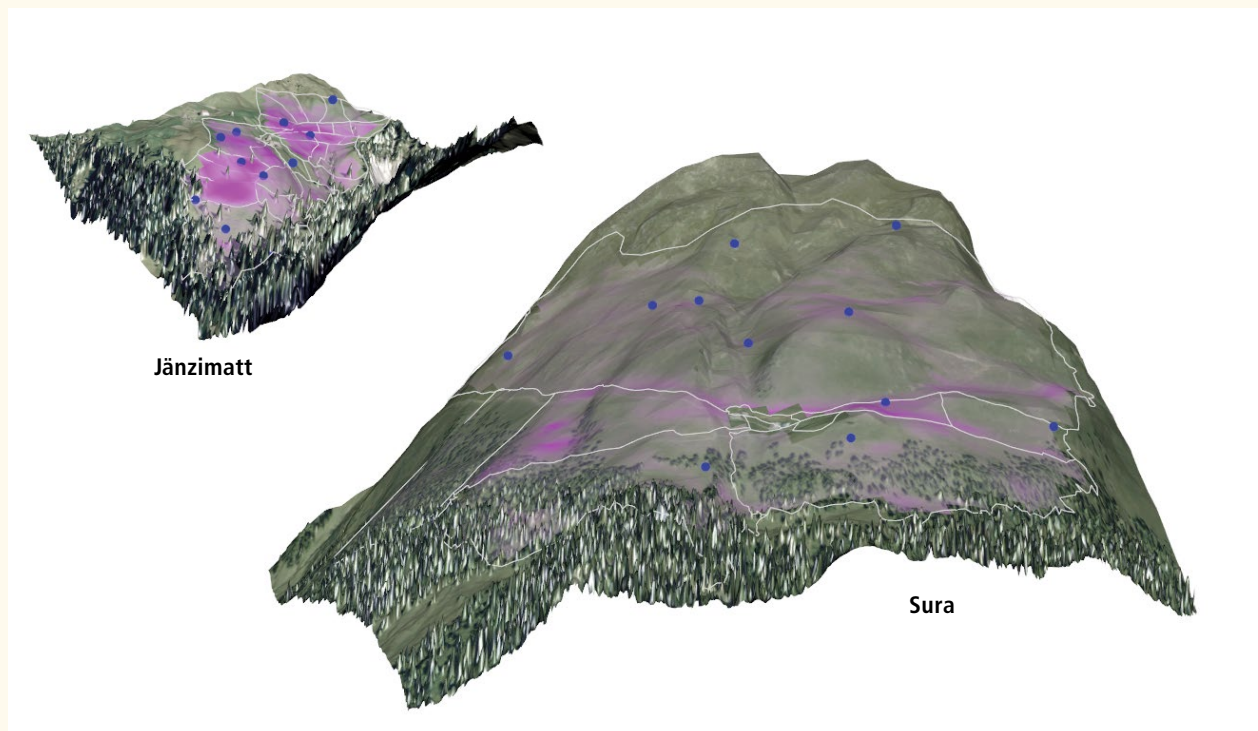
A Jänzimatt, de grandes portions de l'alpage sont pâturées avec la même intensité (fig. 3). A l'alpage Sura par contre, on observe quelques petites zones exploitées de manière intensive dans les pâtures nocturnes. Sur le reste de la surface, les zones à peine utilisées alternent avec les zones plus fortement utilisées.

#### Différents facteurs déterminent l'intensité de pâture à petite échelle

La représentation des deux alpages en trois dimensions (fig. 4) indique nettement l'influence des paramètres de l'environnement sur la répartition de l'intensité de

pâture. Sur l'alpage Jänzimatt, les surfaces en pente en dessous et au-dessus du centre de l'alpage sont les plus intensivement pâturées. Seuls les pâturages plats, relativement humides à proximité de l'étable et les surfaces humides et très pentues en périphérie ne sont pratiquement pas pâturées. Dans l'alpage Sura, on constate de manière très nette que l'intensité de pâture est largement déterminée par la déclivité du terrain. Ici, toutes les surfaces planes sont fortement pâturées pour autant qu'elles ne soient pas trop éloignées de l'étable.

Le modèle de régression spatial confirme les observations à l'œil nu concernant les facteurs d'influence de l'intensité de pâture (fig. 5). Sur les deux alpages, la déclivité exerce une influence négative sur l'intensité de pâture. Cependant, cette influence ne se différencie de manière significative de zéro que dans l'alpage Sura, tan-



**Figure 4** | Intensité de pâture dans les alpages Jänzimatt (en haut) et Sura (en bas) calculées à partir des positions GPS. Les lignes blanches marquent les parcelles, les points bleus indiquent les surfaces étudiées pour les services écosystémiques. La différence de taille des deux images ne représentent que de manière approximative les différences réelles de la taille des surfaces. (Sources des données: swissimage@swisstopo, dom@swisstopo)

dis qu'elle est minimale dans l'alpage Jänzimatt. Dans les deux cas, l'intensité de pâture est significativement plus élevée sur les surfaces où le fourrage est de bonne qualité que sur les surfaces dominées par les arbustes nains et les laïches. La végétation de meilleure qualité était nettement plus fréquente sur l'alpage Jänzimatt, avec une proportion de 85% par rapport à l'ensemble de la surface, que sur l'alpage Sura où la proportion était de 30%.

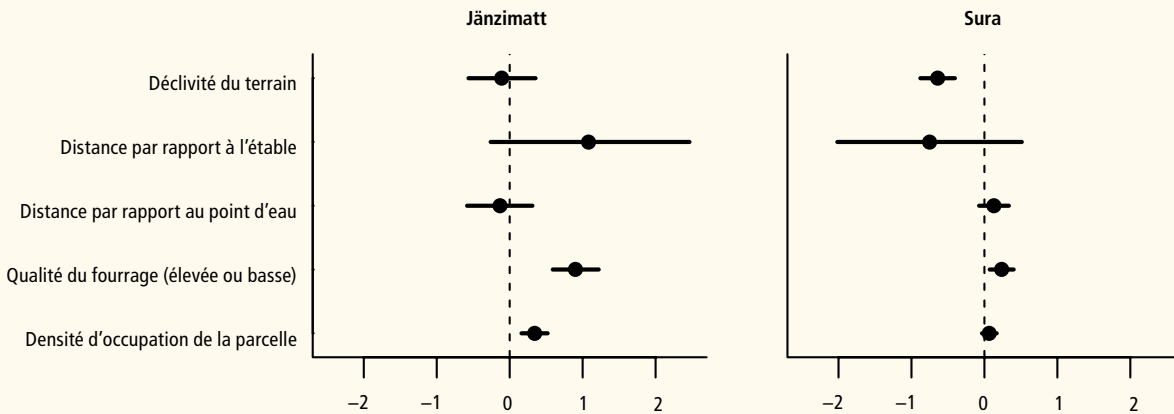
Les deux distances étudiées ont des effets variables dans les deux alpages. A Jänzimatt, l'intensité de pâture augmente plus on s'éloigne de l'étable et diminue plus on s'éloigne des points d'eau. Cela s'explique par le fait que les zones à proximité de l'étable sont à peine pâturées. Sur l'alpage Sura au contraire, l'intensité de pâture est limitée par la distance par rapport à l'étable, tandis que la distance par rapport aux points d'eau exerce un petit effet positif.

Il est particulièrement intéressant de constater qu'on peut observer, dans les alpages étudiés, une influence de la gestion de pâture – c'est-à-dire un effet de la densité d'occupation moyenne par parcelle – sur l'intensité de pâture à petite échelle. A Jänzimatt, la régression spatiale indique un effet limité, mais significativement

positif, de l'occupation des parcelles sur l'intensité de pâture. Sur l'alpage Sura par contre, aucune influence n'est visible. Cela signifie que la répartition de l'intensité de pâture à Jänzimatt est également déterminée par l'exploitant grâce à la rotation fréquente des parcelles, tandis qu'à Sura, elle dépend essentiellement de la topographie. Il faut ajouter qu'à Jänzimatt, la gestion du pâturage débouche aussi sur un coefficient de charge plus élevé qu'à Sura.

#### Relations entre intensité de pâture et services écosystémiques typiques des alpages

Sur les deux alpages, l'intensité de pâture entretient des rapports différents avec les services écosystémiques étudiés (fig. 6). Sur l'alpage Sura, le rapport est évident entre la production fourragère et l'intensité de pâture: les surfaces qui offrent beaucoup de fourrage sont souvent visitées par les animaux (Spearman's  $\rho = 0,67$ ,  $P < 0,05$ ). Ce rapport existe également à l'alpage Jänzimatt, mais de manière moins marquée (Spearman's  $\rho = 0,56$ ,  $P < 0,1$ ). La différence peut venir en partie du fait que les sorties au pâturage sont plus libres à Sura, ce qui permet aux vaches de privilégier les surfaces où la nourriture est abondante.

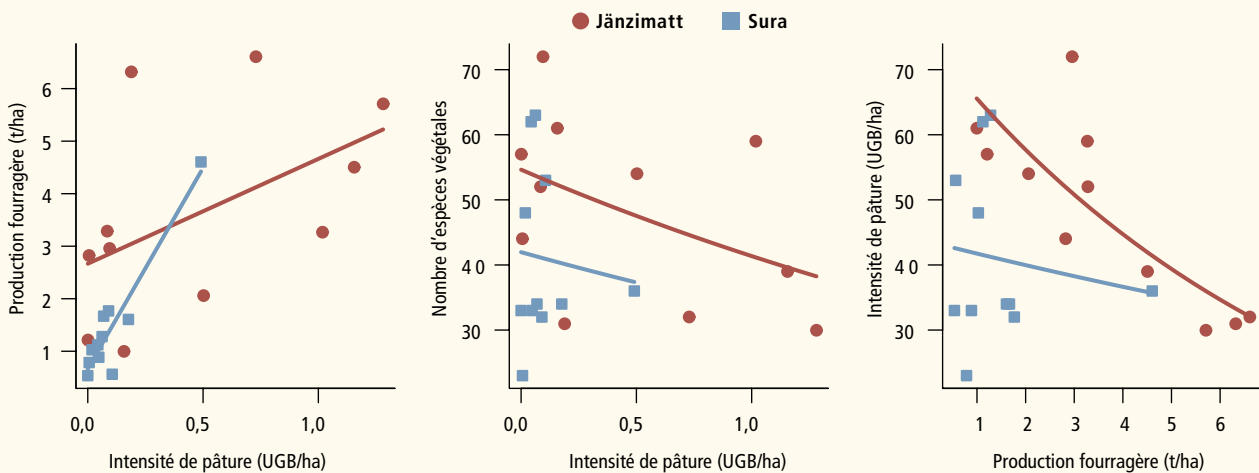


**Figure 5** | Facteurs influençant l'intensité de pâture à petite échelle sur les deux alpages Jänzimatt et Sura. Les valeurs affichées sont les moyennes des coefficients des variables standardisées d'une régression spatiale avec intervalle de confiance de 95 %. Les coefficients sont significativement différents de zéro, lorsque leur intervalle de confiance ne chevauche pas la barre zéro. Les distances ont été préalablement transformées logarithmiquement.

La relation entre le nombre d'espèces végétales et l'intensité de pâture n'est pas très marquée dans les deux alpages. A Jänzimatt, il y a généralement moins d'espèces végétales sur les surfaces fortement pâturées, tandis qu'à Sura, on ne constate qu'un rapport faible entre les deux. Les modèles observés sont inattendus à première vue, mais peuvent s'expliquer par le fait qu'en région d'estivage, le bétail apprécie particulièrement certains types de végétation (p. ex. pâturages à pâturin des Alpes ou pelouses à séslerie), qui présentent une diversité d'espèces extrêmement élevée (Dietl 1998). Au contraire, certains types de végétation évités par les vaches (p. ex. landes à arbustes nains, pelouses à nard

raide) ne sont pas nécessairement riches en espèces (Schneider *et al.* 2011).

Comparativement, la production de fourrage est un facteur nettement meilleur pour expliquer le nombre d'espèces végétales que l'intensité de pâture sur l'alpage Jänzimatt (Spearman's  $\rho = -0,76$ ,  $P < 0,01$ ). Jänzimatt correspond ainsi à toute une série d'autres alpages qui présentent une relation négative et unimodale entre productivité et diversité végétale (Schneider *et al.* 2011). Sur l'alpage Sura, on n'observe pas non plus de lien entre la production en fourrage et la diversité végétale, car le nombre d'espèces varie considérablement à productivité égale.



**Figure 6** | Rapports entre production fourragère, nombre d'espèces végétales et intensité de pâture sur les deux alpages Jänzimatt (ronds rouges) et Sura (carrés bleus).

## Conclusions

En région d'estivage, l'intensité de pâture à petite échelle est nettement plus influencée par la topographie, les conditions d'accès et la qualité du fourrage que par le taux moyen d'occupation des parcelles, réglé par l'exploitant. Il faut une gestion de la pâture très stricte dans le sens d'une rotation fréquente des parcelles pour que l'on puisse observer un effet de l'intervention de l'exploitant sur la distribution spatiale de l'intensité de pâture. L'effet de la qualité du fourrage sur l'intensité de pâture à petite échelle montre que cette dernière peut aussi être influencée par l'entretien des pâturages.

L'impact marqué des conditions naturelles sur l'intensité de pâture à petite échelle laisse supposer que dans les pâturages alpestres, la production en fourrage et la diversité en espèces dépendent elles aussi essentiellement de facteurs naturels et ne peuvent être influencés que par une gestion stricte des pâturages et leur entretien. Les deux alpages étudiés le montrent bien: sur l'alpage Jänzimmatt, où la gestion du pâturage est stricte, on observe un rapport entre l'intensité de pâture et les services écosystémiques, production en fourrage et nombre d'espèces; sur l'alpage Sura avec ses grandes parcelles et ses parcours plus libres, ces services écosystémiques sont en revanche essentiellement déterminées par les conditions du milieu naturel. ■

### Remerciements

Le sous-projet 2 d'AlpFUTUR, intensité d'exploitation, a été financé par la Fondation Sur-la-Croix et le canton des Grisons. Nous remercions les exploitants d'alpage de leur précieuse collaboration.



### Bibliographie

- Delarze R. & Gonseth I., 2008. Lebensräume der Schweiz. Verlag Ott, Thun. 424 p.
- Dietl W., 1998. Wichtige Pflanzenbestände und Pflanzenarten der Alpen. *Agrarforschung* 5 (6), I–VIII.
- Flury C., Zimmermann A., Mack G. & Möhring A., 2012. Auswirkungen der Agrarpolitik 2014–2017 auf die Berglandwirtschaft: Bericht Forschungsprogramm AgriMontana, Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zurich. 16 p.
- Fischer M., von Felten S., & Lauber S., 2012. Surface fourragère dans l'exploitation agricole de base – Paramètre clé de la demande d'estivage. *Recherche Agronomique Suisse* 3 (4), 194–201.
- Homburger H., Schneider M. K., Hilfiker S., Scherer-Lorenzen M. & Lüscher A., 2012. Measuring grazing intensity in heterogeneous pastures using GPS-tracking. *Grassland Sci. in Europe* 17, 213–215.
- Kampmann D., Herzog F., Jeanneret P., Konold W., Peter M., Walter T., Wildi O. & Lüscher A., 2008. Mountain grassland biodiversity: Impact of site conditions versus management type. *J. Nat. Conserv.* 16, 12–25.
- Peter M. & Lüscher A., 2009. Magerwiesen der Alpen: Floristische Veränderung in 25 Jahren. *Agrarforschung* 16 (3), 76–81.
- Rue H., Martino S. & Chopin N., 2009. Approximate Bayesian inference for latent Gaussian models by using integrated nested Laplace approximations. *J. Royal Stat. Soc. B* 71, 319–392.
- Schneider M. K., Homburger H., Scherer-Lorenzen M. & Lüscher A., 2011. Survey of the biodiversity-productivity relationship in Swiss summer pastures. *Grassland Sci. in Europe* 16, 487–489.

**Riassunto****Intensità di pascolo e prestazioni ecosistemiche nella regione alpestre**

Nella regione d'estivazione l'intensità di pascolo rappresenta uno dei principali elementi a disposizione del gestore per esercitare un'influenza su vegetazione e prestazioni ecosistemiche. Essa, però, è difficilmente quantificabile sui pascoli alpestri estesi ed eterogenei. Abbiamo pertanto cercato di misurare l'intensità di pascolo su piccola scala su due alpeggi con mucche da latte nel Canton Obwalden e in Bassa Engadina con l'aiuto di GPS. I due alpeggi si distinguono per le condizioni ambientali e la gestione del pascolo. In entrambi i casi l'intensità di pascolo su piccola scala è fortemente determinata dalle caratteristiche naturali del luogo, come la pendenza del terreno, la qualità del foraggio e la distanza dalla stalla e dalle fonti d'acqua. Un effetto della gestione sull'intensità del pascolo su piccola scala è visibile soltanto sull'alpeggio che pratica il pascolo a rotazione con spostamenti frequenti. Qui è anche riconoscibile una correlazione negativa tra intensità di pascolo e diversità floristica. Sull'alpeggio con parcelle estese e pascolo più libero, le prestazioni ecosistemiche sono invece ampiamente determinate dalle condizioni ambientali e dalla manutenzione del pascolo. Ciò mostra la necessità di una gestione del pascolo assidua allo scopo di condizionare le prestazioni ecosistemiche degli alpeggi attraverso l'intensità di pascolo.

**Summary****Grazing intensity and ecosystem services in the alpine region**

In the alpine summer-grazing area, grazing intensity is one of the most important management variables controlling vegetation and ecosystem services. In spite of this, grazing intensity is difficult to quantify on large, heterogeneous alpine pastures. For this reason, local grazing intensity on two alpine summer dairy farms in the canton of Obwalden and in the Lower Engadine, Switzerland, were quantified by means of GPS tracking. The two farms differed in terms of environmental conditions and grazing management. Local grazing intensity on both farms was strongly determined by natural conditions such as slope of the terrain, forage quality, and distance to sheds and water sources. An effect of grazing management on local grazing intensity was only detectable on the farm where strict rotational grazing is practised. On this farm, a negative correlation was also found between grazing intensity and plant species richness. By contrast, ecosystem services on the summer-grazing farm with large pasture plots and free-range grazing were largely determined by environmental conditions and pasture management. This shows that strict grazing management is necessary in order to control the provision of ecosystem services on summer-grazing pastures via grazing intensity.

**Key words:** grazing, subalpine pastures, GPS, INLA, ecosystem services.