

Série AlpFUTUR

Simulation du reboisement en 2021 et diversité des espèces dans la région d'estivage

Beatrice Schüpbach, Thomas Walter, Gabriela Hofer et Felix Herzog

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

Renseignements: Beatrice Schüpbach, e-mail: beatrice.schuepbach@agroscope.admin.ch, tél. +41 377 73 28



Figure 1 | Reboisement dans le Val Cama. (Photo ART)

Introduction

Le changement structurel dans l'agriculture de montagne au cours des dernières décennies a entraîné l'abandon des terrains agricoles et permet à la forêt de gagner du terrain. En Suisse, entre 1880 et 2000, la surface occupée par la forêt a augmenté de 21 % ou de 1940 km² (Ginzler *et al.* 2011). Le retour des terres en friche et le reboisement sont des phénomènes qui concernent l'ensemble des Alpes. Une analyse de l'évolution du paysage dans les Alpes au cours des 150 dernières années montre toutefois d'importantes différences entre les Etats qui forment l'arc alpin en ce qui concerne le pourcentage des terres en friche. La part des terres en friche représente 20 et 70 % des surfaces utilisées par l'agriculture (Tasser 2007; Zimmermann *et al.* 2010). Dans de nombreux cas, laisser les terres en friche

conduit à l'avancée de la forêt avec toutes les conséquences négatives que cela implique: acidification des sols et diminution de la diversité des espèces (Tasser et Tappeiner 2007). Sur la base de scénarios, on a simulé à petite échelle l'évolution du paysage dans la vallée de Stubai (Tappeiner *et al.* 2006) et dans la région de Davos (Gret-Regamey *et al.* 2008) à l'avenir. Rutherford *et al.* (2008) ont établi des modèles représentant les changements probables de l'utilisation des terres dans les Alpes suisses. La probabilité de reboisement en est un des aspects.

Le sous-projet d'AlpFUTUR «Biodiversité et paysage» repose sur ce modèle qui se réfère à l'ensemble de la Suisse et simule le reboisement potentiel dans le Jura et les Alpes jusqu'en 2021. Le présent article étudie les répercussions possibles de ce reboisement sur les espèces cibles et caractéristiques de l'agriculture.

Bases de données et méthodes

Unités de référence

La présence d'espèces OEA tout comme l'avancée de la forêt sont des phénomènes qui se manifestent de manière très hétérogène dans l'espace alpin. Par conséquent, il est nécessaire de délimiter des unités de référence. Les auteurs du projet «Opérationnalisation des objectifs environnementaux pour l'agriculture» (Walter *et al.* 2013) ont délimité des subrégions sur la base de types de paysages, de niveaux d'altitude, de conditions climatiques et de la présence potentielle des espèces. Ces subrégions ont servi à évaluer l'importance des espèces dans la région d'estivage. La délimitation des subrégions est illustrée dans la figure 2. L'évaluation du reboisement simulé a montré que cette délimitation ne reflétait pas l'hétérogénéité du phénomène. Le problème était notamment posé par les subrégions constituées de plusieurs polygones séparés spatialement, ce qui dans certains cas faussait la moyenne de reboisement de la subrégion. C'est pourquoi les subrégions ont été séparées en polygones qui ont ensuite été utilisés comme unités de référence. Pour interpréter les résultats de reboisement, les polygones des subrégions qui étaient voisins et qui présentaient une tendance de reboisement similaire ont été regroupés dans un deuxième temps (Schüb bach *et al.* 2012). La figure 3 montre comment sont délimités les polygones des subrégions après le

Résumé

Dans le cadre du projet intégré AlpFUTUR, nous avons étudié l'influence du reboisement sur la diversité des espèces dans la région d'estivage. Une évaluation des espèces cibles et caractéristiques des objectifs environnementaux pour l'agriculture (espèces OEA) dans la région d'estivage montre que toutes les régions du Jura et des Alpes sont aussi importantes les unes que les autres pour la préservation des espèces OEA. Le reboisement a été simulé jusqu'en 2021 à partir d'un modèle représentant les probabilités de changement du mode d'utilisation des terres. Dans les «Alpes centrales septentrionales», au Tessin et dans certaines parties des Grisons, le pourcentage de reboisement va jusqu'à 50 %. Pour le maintien des espèces OEA, il est capital de déterminer au niveau local quelles sont les surfaces riches en espèces qui risquent d'être laissées à l'abandon et sont menacées par le reboisement afin de garantir que ces surfaces restent ouvertes par un concept d'exploitation adapté. Dans le Jura et dans les «Alpes septentrionales occidentales», la simulation indique un pourcentage de reboisement ne dépassant pas 1 à 5 %. Il s'agit ici de garantir une exploitation extensive sur les surfaces de haute diversité biologique, car l'intensification représente une menace pour les espèces OEA au même titre que la cessation d'exploitation et le reboisement.

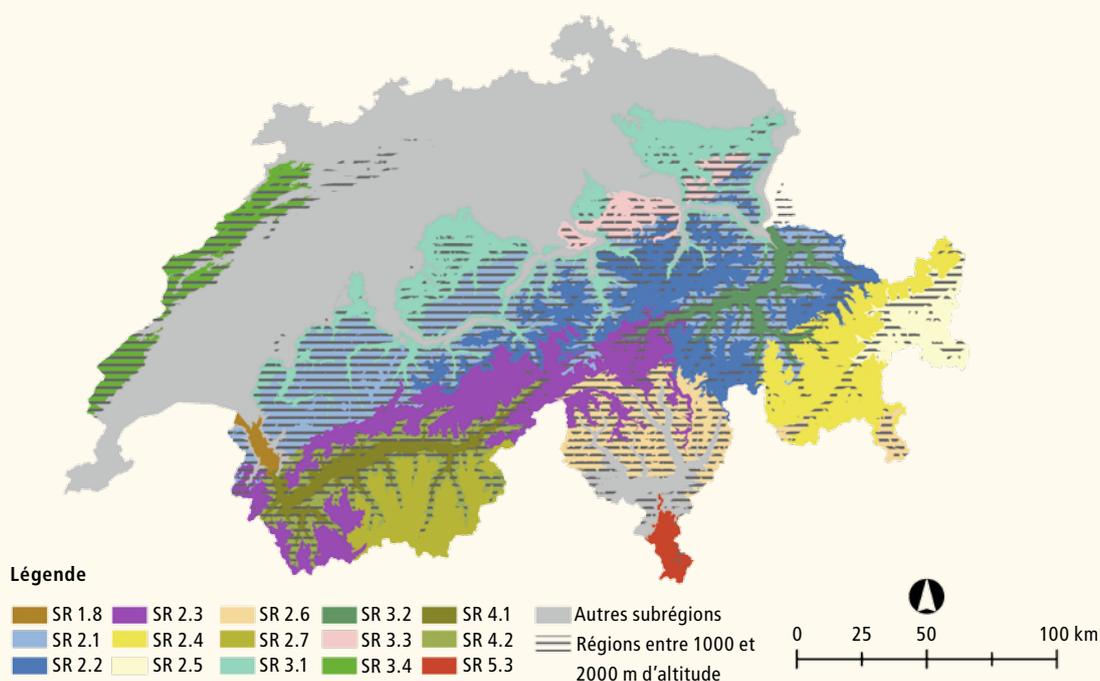


Figure 2 | Délimitation des unités de référence pour l'évaluation des espèces OEA: subrégions originales. La numérotation des subrégions (SR) correspond à celle du tableau 2.

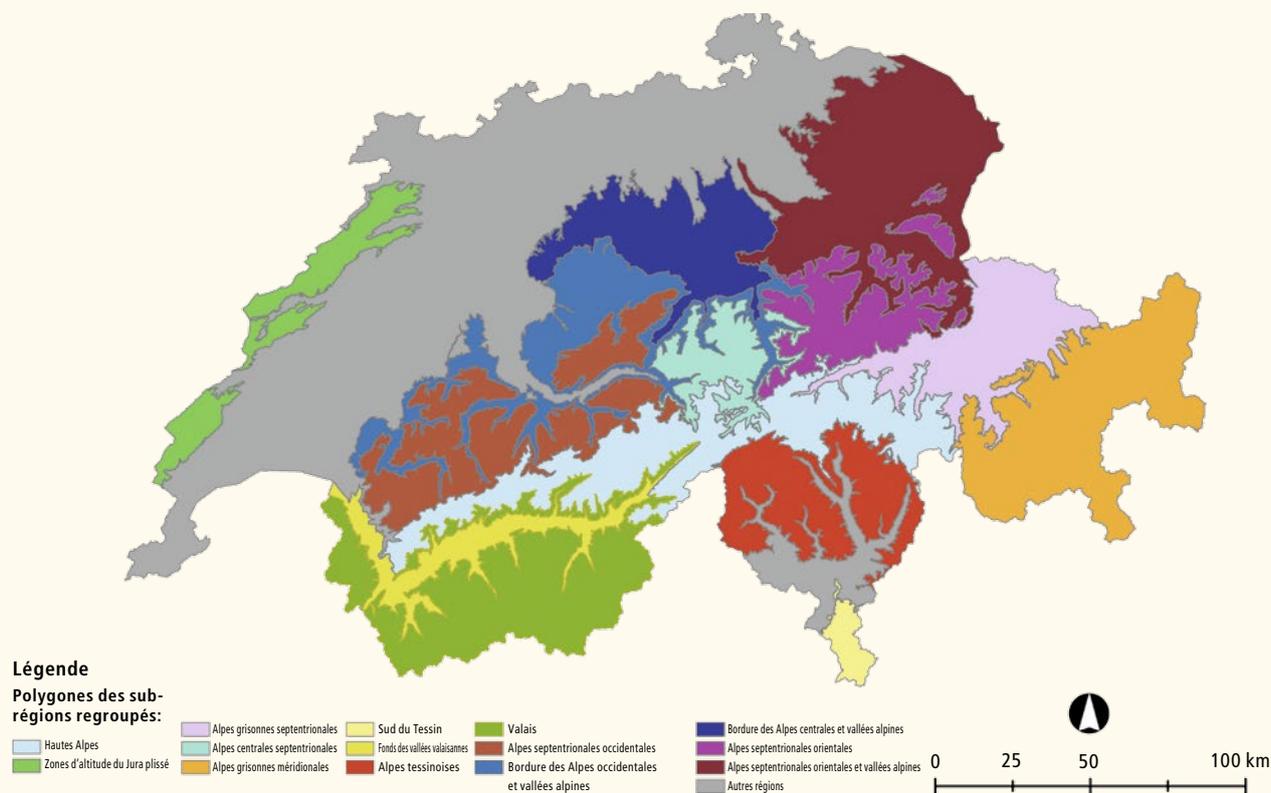


Figure 3 | Délimitation des unités de référence pour l'évaluation du reboisement: polygones de subrégions regroupés. La désignation des polygones regroupés correspond à celles des figures 4 et 5.

regroupement. Dans la suite de l'article, nous parlerons de «polygones regroupés». Afin d'évaluer l'impact du reboisement sur les espèces OEA, les régions de distribution potentielles simulées des espèces OEA devraient en fait être superposées au reboisement de manière à évaluer quel pourcentage des espèces potentiellement présentes dans les subrégions sont touchées par le reboisement. La simulation de l'aire de distribution potentielle des espèces OEA ne permet pas de le faire (Schüpbach *et al.* 2012), car elle se base uniquement sur des relevés effectués après 1990. Les régions pour lesquelles on ne dispose pas de données ou pas assez pour cette période seraient sous-estimées.

Espèces cibles et caractéristiques pour l'agriculture

Pour l'opérationnalisation des «objectifs environnementaux pour l'agriculture» (OFEV et OFAG 2008; Walter *et al.* 2013), l'aire de distribution de quinze groupes d'espèces a été simulée. Les besoins écologiques et la responsabilité de la subrégion envers chaque espèce ont été enregistrés dans une base de données. La «responsabilité de la subrégion» pour une espèce OEA signifie que l'aire de distribution potentielle de l'espèce OEA représente plus de 10 % de la subrégion ou que l'aire de distribution potentielle dans la subrégion est supérieure à

5 % de l'aire de distribution potentielle à l'échelle nationale. (Walter *et al.* 2013). Sur les quinze groupes d'espèces, la présente étude prend en compte les six groupes présentant la plus haute diversité biologique dans la région d'estivage: les plantes vasculaires, les lichens, les mousses, les champignons, les papillons et les sauterelles (Schüpbach *et al.* 2012; Walter *et al.* 2013).

La base de données a permis de sélectionner toutes les espèces ayant une distribution montagnarde et subalpine (potentiel total) ainsi que le nombre d'espèces avec distribution montagnarde et subalpine, envers lesquelles la région a une responsabilité particulière. La restriction à la zone montagnarde et subalpine a permis de s'assurer que les espèces OEA prises en compte soient présentes dans la région d'estivage. Ces évaluations ont permis de savoir si les subrégions étaient toutes aussi importantes les unes que les autres en termes de potentiel total et de responsabilité dans la région d'estivage ou s'il y avait de grandes différences entre les régions.

Simulation du reboisement

Le projet WaSAlp (Baur 2004) a établi un modèle détaillé des changements probables d'utilisation des terres (intensification ou extensification). Il se base sur les changements observés entre la statistique de la superfi-

Tableau 1 | Taux de variation des différentes catégories d'utilisation des terres entre les statistiques de la superficie 1979/85 et 1992/97 utilisées comme base pour la simulation du reboisement.

| Changement en: | «Broussailles» [%] | «Forêt ouverte» [%] | «Forêt fermée» [%] |
|----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| Utilisation initiale | | | |
| Prairie intensive | 0,11 | 0,25 | 0,13 |
| Prairie extensive | 1,60 | 0,63 | 0,27 |
| Broussailles | | 3,9 | 8,70 |
| Forêt ouverte | | | 7,60 |

cie 1979/85 et celle de 1992/97 ainsi que sur les données relatives aux propriétés du sol, au climat, au relief et aux distances par rapport aux routes et aux agglomérations (Rutherford *et al.* 2008). La présente étude a repris les éléments qui décrivent l'avancée de la forêt (changement de l'utilisation des terres de «prairie extensive» ou «intensive» à «broussailles», «forêt ouverte» ou «forêt fermée») et les a compilés pour obtenir un jeu de données. Pour chacune des catégories de reboisement «broussailles», «forêt ouverte» ou «forêt fermée»), ce jeu de données identifie les cases du quadrillage présentant la plus grande probabilité de changement d'exploitation des terres selon le modèle initial de Rutherford *et al.* (2008). Ces cases ont été extraites selon les taux de variation des différentes catégories d'utilisation des terres (tabl. 1). Le jeu de données obtenu décrit la probabilité de reboisement jusqu'en 2009. La qualité de ces données a été contrôlée à l'aide des données de la statistique de la superficie 2004/09 disponibles jusqu'en automne 2012.

Par la suite, compte tenu des doubles taux de variation (tabl. 1), un modèle de reboisement a été établi pour l'année 2021. Ce modèle a permis de calculer la part de reboisement dans les polygones de la région d'estivage (entre 1000 et 2000 m d'altitude) ainsi qu'une série chronologique du développement des surfaces d'estivage. Pour ce faire, le reboisement simulé a été superposé aux polygones des subrégions décrits plus haut et au modèle numérique de terrain (DHM²⁵ ©Direction fédérale des mensurations cadastrales, DV002207.1). Ensuite, le pourcentage de reboisement de chaque polygone a été calculé.

Résultats

Espèces cibles et caractéristiques pour l'agriculture

Le tableau 2 indique qu'un grand nombre de subrégions présente une part considérable de zones d'estivage; en outre, celles-ci constituent toutes un milieu naturel pour de nombreuses espèces OEA (potentiel total compris entre 642 et 1028 espèces). Les subrégions concernées

ont une responsabilité particulière envers près de la moitié de ces espèces (244 à 672 espèces). La répartition de la taille des subrégions, du pourcentage de région d'estivage qu'elles représentent et du nombre d'espèces qu'elles abritent montre qu'il est difficile de classer les régions par ordre de priorité en fonction des espèces. Les grandes subrégions ne contiennent pas forcément plus d'espèces que les petites subrégions. Un potentiel total supérieur à celui d'une autre subrégion ne signifie pas obligatoirement que le nombre d'espèces envers lesquelles la subrégion a une responsabilité particulière est lui aussi plus élevé et inversement. Toutes les régions sont aussi importantes les unes que les autres pour la préservation des espèces OEA.

Si l'on considère que les espèces OEA sont réparties de manière plus ou moins homogène entre les subrégions qui les abritent, le pourcentage de reboisement est un indicateur direct du danger que représente l'avancée de la forêt pour les espèces OEA. Toutefois, il existe aussi de nombreuses espèces OEA dont la distribution est ponctuelle. Le chapitre suivant décrit la distribution du reboisement et son impact sur les espèces OEA.

Simulation du reboisement

Les évaluations du reboisement simulé avec la statistique de la superficie 2004/09 ont montré que le reboisement selon le modèle (taux de variation originaux) à une altitude comprise entre 1000 et 2000 m, c'est-à-dire à l'altitude à laquelle la forêt risque de gagner du terrain dans les estives, avait tendance à être surestimé. C'est surtout le cas de la surface occupée par les «broussailles» dans le modèle (Schüpbach *et al.* 2012).

La figure 4 indique les pourcentages de reboisement selon le modèle jusqu'en 2021 (taux de variation doubles) dans les «polygones regroupés». Le «reboisement total» (en haut à gauche) est dominé par la «forêt fermée» (en haut à droite). Cette dernière est présente dans l'ensemble de l'espace alpin et également dans le Jura. Toutefois, les pourcentages sont généralement plus élevés dans la partie méridionale et orientale des Alpes que dans la partie septentrionale occidentale ou

Tableau 2 | Subrégions dans les zones de haute altitude des Alpes et du Jura avec leur potentiel total d'espèces cibles et caractéristiques pour l'agriculture (OEA), leur responsabilité envers ces espèces ainsi que la part représentée par région d'estivage dans la surface totale de la subrégion. Groupes d'espèces pris en compte: plantes vasculaires, lichens, mousses, champignons, papillons diurnes, sauterelles. Les noms et les numéros des subrégions correspondent à ceux de Walter *et al.* (2013).

| Grande région OEA | Subrégion OEA (SR) | Potentiel région montagne ou sub-alpine [nombre d'espèces] | Nombre d'espèces envers lesquelles la région (montagne ou subalpine) a une responsabilité particulière | Surface totale de la région [km ²] | Pourcentage de région d'estivage selon le plan des zones agricoles [%] |
|--|--|--|--|--|--|
| Plateau, basse altitude du Jura, plaines du versant nord des Alpes | Chablais (SR 1.8) | 763 | 394 | 142 | 1 |
| Alpes | Paysages de montagne du versant nord des Alpes (zones des Klippes) et zones de moyenne altitude du nord des Alpes (SR 2.1) | 980 | 491 | 4121 | 80 |
| Alpes | Zones de haute altitude du nord des Alpes, Faulhorn, Titlis, Clariden, Kärpf, Tödi, Pizol, Alpes grisonnes médianes (SR 2.2) | 770 | 304 | 3167 | 96 |
| Alpes | Zones de haute altitude des Alpes centrales, ouest et nord des Alpes valaisannes (SR 2.3) | 962 | 350 | 3328 | 97 |
| Alpes | Zones de haute altitude des Alpes engadinoises (SR 2.4) | 642 | 268 | 2119 | 93 |
| Alpes | Basse-Engadine, Val Müstair (SR 2.5) | 694 | 424 | 928 | 84 |
| Alpes | Bergell, Val Poschiavo, zones de moyenne altitude des Alpes tessinoises (SR 2.6) | 863 | 405 | 1826 | 74 |
| Alpes | Sud-est des Alpes valaisannes (SR 2.7) | 761 | 244 | 1265 | 99 |
| Haute altitude du Jura, basse altitude des Alpes | Région des collines molassiques, vallées du nord des Alpes (SR 3.1) | 974 | 399 | 3806 | 13 |
| Haute altitude du Jura, basse altitude des Alpes | Fonds des vallées du Rhin antérieur et postérieur et de la Landquart (SR 3.2) | 813 | 445 | 811 | 13 |
| Haute altitude du Jura, basse altitude des Alpes | Région de montagne molassique, Rigi, lac de Sihl, Speer, Hochalp (SR 3.3) | 659 | 271 | 682 | 48 |
| Haute altitude du Jura, basse altitude des Alpes | Zones de haute altitude du Jura plissé (SR 3.4) | 811 | 468 | 1127 | 44 |
| Basse altitude du Valais | Fonds des vallées valaisannes (SR 4.1) | 1022 | 672 | 843 | 4 |
| Basse altitude du Valais | Versants des vallées valaisannes (SR 4.2) | 1028 | 589 | 1230 | 61 |
| Alpes | Sud du Tessin (SR 5.3) | 674 | 459 | 268 | 1 |

dans le Jura. C'est dans les «Alpes centrales septentrionales», dans les «Alpes tessinoises», en Haute-Engadine, dans le Bergell, le Val Poschiavo et dans certaines parties des «Alpes grisonnes septentrionales» («polygones regroupés»; fig. 3) que le reboisement est le plus marqué; dans un cas extrême, il touche plus de 50 % de la superficie (il faut cependant signaler que c'est le cas d'un petit polygone). La répartition en «broussailles», «forêt ouverte» et «forêt fermée» donne des informations supplémentaires pour la protection des espèces.

Tandis que la «forêt fermée» ne constitue pas un milieu naturel adapté aux espèces OEA typiques des herbages ouverts, ce n'est pas forcément le cas des «broussailles» et de la «forêt ouverte». Deux études montrent que la diversité des espèces peut même être plus élevée avec un pourcentage moyen de broussailles que sans broussailles du tout (Koch *et al.* 2012; Walter *et al.* 2007). Cela signifie toutefois que la progression des broussailles doit être contrôlée. Selon le modèle, les broussailles se développent notamment dans les «Alpes centrales sep-

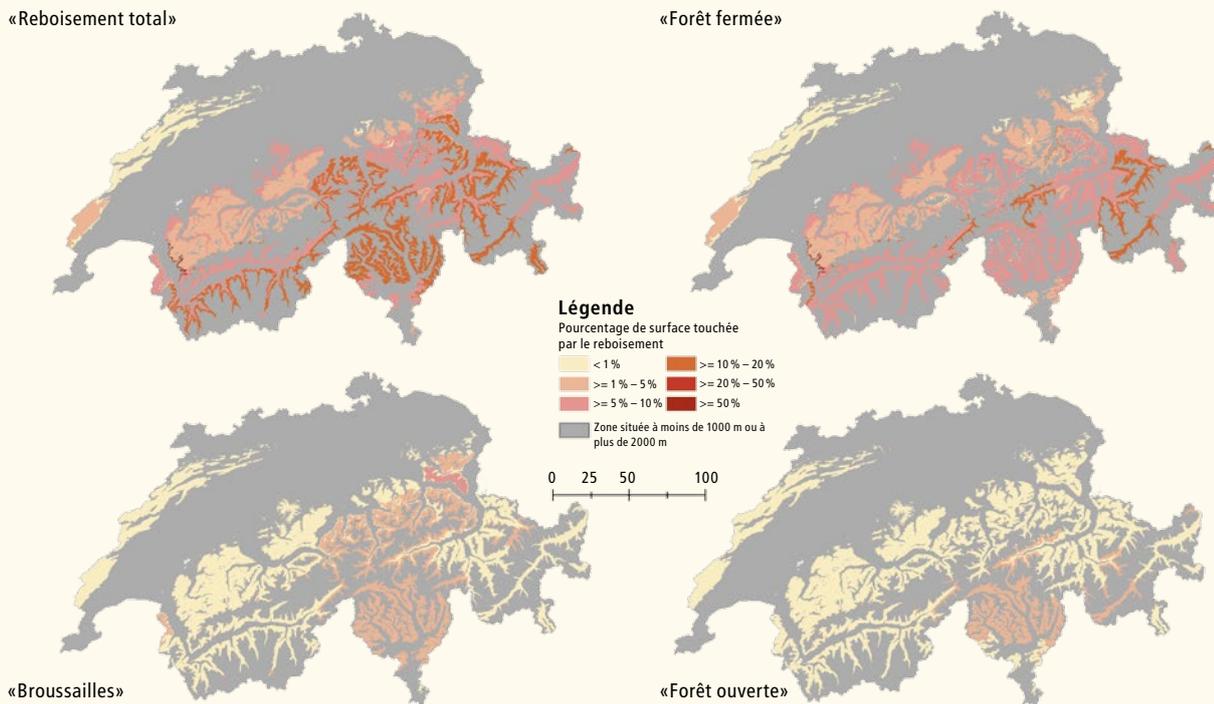


Figure 4 | Pourcentages de reboisement total, de «forêt fermée», de «broussailles» et de «forêt ouverte» dans la surface des polygones située entre 1000 et 2000 m d'altitude.

tentrionales», dans les «Alpes tessinoises» et dans certaines parties des «Alpes grisonnes septentrionales», avec des pourcentages compris entre 1 et 5 %, pouvant atteindre 10 % dans les cas extrêmes. La «forêt ouverte» se concentre sur les «Alpes tessinoises», le Bergell et la Haute-Engadine, ainsi que sur certains secteurs des «Alpes grisonnes septentrionales» (pourcentages allant de 1 à 5 %). Là aussi, un développement contrôlé de la «forêt ouverte» peut peut-être permettre de préserver une part des espèces OEA.

La figure 5 montre l'évolution des pâturages d'estivage entre 1979/85 et 2004/09 ainsi que les pronostics pour 2021 exprimés en pourcentages de la surface des pâturages d'estivage selon la statistique de la superficie 1979/85. Les résultats classés par «polygones regroupés» (fig. 3) donnent de nouveau un tableau géographiquement très hétérogène. Dans certains cas, le pourcentage par rapport à la surface de 1979/85 diminue en continu, comme prévu. Dans d'autres cas («Zones d'altitude du Jura plissé», «Bordure des Alpes centrales et vallées alpines» ou «Bordure des Alpes occidentales et vallées alpines») il augmente à nouveau entre 1992/97 et 2004/09. Dans les «Alpes septentrionales occidentales», les «Alpes grisonnes septentrionales», dans le «Sud du Tessin», les «Alpes tessinoises» et les «Fonds des vallées valaisannes», le pourcentage observé dans la statistique de la superficie par rapport à la surface de 1979/85 est

déjà inférieur au pourcentage pronostiqué pour 2021. Ici, le modèle a sous-estimé l'avancée de la forêt au détriment des pâturages d'estivage.

Discussion

Le choix des unités de référence est déterminant pour traiter la question. Le reboisement est un phénomène hétérogène. Par conséquent, l'unité de référence utilisée pour son évaluation ne doit pas être trop grande et ne devrait pas non plus s'étendre sur plusieurs polygones, séparés dans l'espace. Les unités de référence des espèces OEA en revanche doivent refléter la distribution et les besoins écologiques des espèces. Enfin, la délimitation à la zone d'altitude comprise entre 1000 et 2000 m représente une autre restriction. La dernière évaluation de l'Office fédéral de la statistique montre que la progression la plus importante de la forêt entre 1992/97 et 2004/09 s'est produite à une altitude comprise entre 2200 et 2400 m (OFS 2012). Cela explique aussi pourquoi dans certaines régions, les surfaces d'estivage étaient déjà plus touchées par le reboisement en 2004/09 que ne le prévoyait le modèle.

Conclusions

Les résultats montrent que la forêt va gagner du terrain d'ici en 2021, dans le Jura comme dans l'ensemble de

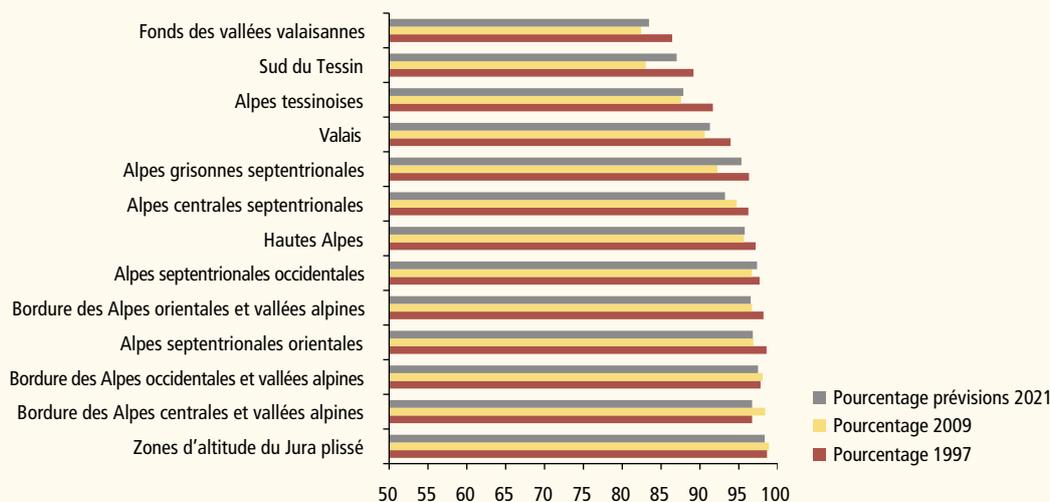


Figure 5 | Evolution de la surface des pâturages d'estivage en 1992/97 et 2004/09 selon les statistiques de la superficie, et prévisions pour 2021 selon le reboisement simulé exprimé en pourcentage de la surface 1979/85. Polygones regroupés; la surface de 1979/85 correspond à 100 %.

l'espace alpin. Cependant, les différences régionales sont importantes: le modèle prévoit que les pourcentages les plus élevés de reboisement soient atteints dans les «Alpes centrales septentrionales», au «Tessin» et dans certaines parties du canton des Grisons (Bergell, Haute-Engadine, Val Poschiavo et secteur au Nord des Grisons).

Bien que les données disponibles n'aient pas permis de superposer la distribution des espèces et le reboisement et d'établir des bilans, les résultats obtenus ont tout de même permis de tirer deux conclusions quant aux espèces cibles et caractéristiques pour l'agriculture: d'une part, les espèces cibles et caractéristiques pour l'agriculture sont présentes en grand nombre dans toutes les régions, de sorte que toutes les régions sont importantes pour le maintien des espèces OEA et la réalisation des objectifs environnementaux. D'autre part, l'avancée de la forêt ne pose pas un problème de la même acuité dans toutes les régions. Là où le modèle prévoit un pourcentage de reboisement élevé (Tessin, «Alpes septentrionales centrales», Grisons), il est recommandé de surveiller davantage le maintien des surfaces ouvertes. Le reboisement de toute la surface ne conduit pas seulement à la disparition des terres cultivées, mais aussi à la perte de la diversité des espèces et des paysages. C'est pourquoi il faut l'éviter (Tasser et Tappeiner 2007). Dans ces régions, il s'agit donc d'identifier les surfaces à haute diversité biologique très touchées par l'abandon et le reboisement. Un concept d'utilisation adapté doit être appliqué à ces surfaces.

Par contre, dans les régions moins touchées par le reboisement («Alpes septentrionales occidentales» et «Jura»), le maintien d'une exploitation extensive notam-

ment dans les surfaces à haute diversité biologique est prioritaire, tandis que le maintien des terres ouvertes joue un rôle plutôt secondaire. L'intensification a un impact tout aussi négatif sur le nombre des espèces OEA que le fait de laisser les terres à l'abandon. Walter *et al.* (2013) ont montré qu'outre la région de plaine et celle des collines, les zones de montagne I et II n'atteignaient pas non plus le pourcentage cible recommandé de surfaces à haute diversité biologique.

Si l'on veut conserver encore suffisamment de surfaces de qualité OEA dans les zones de montagne III et IV et dans la région d'estivage, des efforts doivent être faits en conséquence. Il est tout aussi important de freiner l'intensification graduelle que le retour incontrôlé des terres en friche. La politique agricole va mettre en place des mesures incitatives permettant d'annoncer également des surfaces de promotion de la biodiversité dans les régions d'estivage. L'avenir dira si ces mesures contribueront à remplir les objectifs environnementaux pour l'agriculture. ■



Remerciements
L'étude fait partie du sous-projet 5 «Paysage» d'AlpFUTUR et a bénéficié du soutien financier d'Armasuisse Immobilien, de la fondation Sophie et Karl Binding, de la société Ricola AG et du canton des Grisons.

Riassunto

Delineati l'avanzamento del bosco nel 2021 e la biodiversità nella regione d'estivazione

Nell'ambito del progetto collettivo AlpFUTUR è stato analizzato l'influsso dell'avanzamento del bosco sulla biodiversità nella regione d'estivazione. Una valutazione delle specie bersaglio e faro degli obiettivi ambientali nell'agricoltura (specie degli OAA) per la regione d'estivazione mostra che tutte le regioni del Giura e dell'arco alpino sono importanti per il mantenimento delle specie degli OAA. Sulla base di un modello probabilistico di modifiche dell'utilizzo dei terreni è stato delineato l'avanzamento del bosco fino al 2021. Nelle «Alpi centro-settentrionali», in Ticino e in parte dei Grigioni la quota dell'avanzamento del bosco arriva fino al 50 per cento. Per la salvaguardia delle specie degli OAA è fondamentale che a livello locale siano individuate le superfici ricche di specie minacciate dalla cessazione della gestione e dall'avanzamento del bosco e sia garantita la loro preservazione con un piano di utilizzazione adeguato. Nel Giura e nelle «Alpi nord-occidentali» la quota dell'avanzamento del bosco stimata si aggira soltanto tra l'1 e il 5 per cento. Si tratta pertanto di garantire un'utilizzazione estensiva sulle superfici ricche di specie, in quanto l'intensificazione minaccia le specie degli OAA allo stesso modo della cessazione della gestione e dell'avanzamento del bosco.

Bibliographie

- Baur P., 2004. Die Landwirtschaft geht – der Wald kommt. *Montagna* 4, 12–14.
- Ginzler C., Brändli U.B. & Hägeli M., 2011. Waldflächenentwicklung der letzten 120 Jahre in der Schweiz. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 162 (9), 377–343.
- Gret-Regamey A., Bebi P., Bishop I. D. & Schmid W. A., 2008. Linking GIS-based models to value ecosystem services in an Alpine region. *Journal of Environmental Management* 89 (3), 197–208.
- Koch B., Giovanettina S., Schmid S., Bischof S. & Hofer G., 2012. Qualitätsindikatoren für die Biodiversität im Sömmerungsgebiet. Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zurich.
- OFEV et OFAG 2008. Objectives environnementaux pour l'agriculture. Office fédérale de l'environnement et office fédérale de l'agriculture. Berne.
- OFS, 2012. La progression des forêts dans les Alpes. Dans: Actualités OFS, espace et environnement, utilisation du territoire et paysage.
- Rutherford G. N., Bebi P., Edwards P. J. & Zimmermann N. E., 2008. Assessing land-use statistics to model land cover change in a mountainous landscape in the European Alps. *Ecological Modelling* 212 (3–4), 460–471.
- Schüpbach B., Hofer G. & Walter T., 2012. Schlussbericht aus dem AlpFUTUR-Teilprojekt 5 «Qualität», Teil Landschaft (revidierte Version vom 30. 5. 2013). Accès: <http://www.alpfutur.ch/qualitaet.php?l=1>.

Summary

Modelled forest regrowth in 2021 and biodiversity in alpine summer pastures

The influence of forest regrowth on biodiversity in alpine summer pastures was investigated as part of the joint research project AlpFUTUR. An evaluation of the target and indicator species of the agriculture-related environmental objectives (AEO species) for the alpine summer pastures shows that all regions of the Jura and the Alps are of equal importance for the conservation of AEO species. Forest regrowth up to 2021 was estimated on the basis of a model describing probabilities of land-use change. In the «North-Central Alps», the Tessin and parts of Graubünden, the percentage of forest regrowth can be as high as 50 %. For the conservation of AEO species, it is crucial for the species-rich meadows and pastures threatened by abandonment and forest regrowth to be identified locally, and for a locally adapted land-use concept to ensure that they remain under agricultural management. In the Jura mountains and in the «Northwestern Alps», the percentage of modelled forest regrowth is only between 1 and 5 %. Here, it is important to ensure extensive (i.e. low-input) land use on species-rich land, since intensification threatens the AEO species as much as abandonment and forest regrowth.

Key words: forest re-growth, impact on species, Swiss Alps, summer pastures, Swiss land-use statistics, modeling.

- Tappeiner U., Tasser E., Leitinger G. & Tappeiner G., 2006. Landnutzung in den Alpen: historische Entwicklung und zukünftige Szenarien. In: Die Alpen im Jahr 2020 (Ed. R. Psenner and R. Lackner). Innsbruck university press, Innsbruck.
- Tasser E., 2007. Vom Wandel der Bergbäuerlichen Kulturlandschaft. In: Bergwelt im Wandel (Ed. F. W. Merlin, S. Hellebart und M. Machatschek). Kärntner Landesarchiv (éd.), Klagenfurt, 48–59.
- Tasser E. & Tappeiner U., 2007. Wenn der Bauer mäht ... Ökologische Folgen von Landnutzungsänderungen. Ländlicher Raum Online Fachzeitschrift des Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 1-13.
- Walter T., Grünig A., Schüpbach B. & Schmid W., 2007. Indicators to predict quality of low intensity grazing areas in Switzerland. *Grassland Science in Europe* 12, 259–262.
- Walter T., Eggenberg S., Gonseth Y., Fivaz F., Hedinger C., Hofer G., Klieber-Kühne A., Richner N., Schneider K., Szerencsits E. & Wolf S., 2013. Operationalisierung der Umweltziele Landwirtschaft; Bereich Ziel- und Leitarten, Lebensräume (OPAL). *ART-Schriftenreihe* 18.
- Zimmermann P., Tasser E., Leitinger G. & Tappeiner U., 2010. Effects of land-use and land-cover pattern on landscape-scale biodiversity in the European Alps. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 139 (1–2), 13–22.