



Etat de la biodiversité en Suisse en 2014

Une analyse scientifique



Les photos du présent rapport montrent des exemples du capital naturel subsistant en Suisse. Seules quelques-unes proviennent du Plateau suisse, soumis à une exploitation intensive, et où les plus grandes pertes de biodiversité ont été enregistrées au cours des cent dernières années.

Etat de la biodiversité en Suisse en 2014

sc | nat

Science and Policy
Platform of the Swiss Academy of Sciences
Swiss Biodiversity Forum



Universität
Zürich UZH

Institut de biologie évolutive et des sciences de l'environnement
Institut de botanique systématique

eawag
aquatic research



vogelwarte.ch



Institut de botanique
Institut pour la protection de la nature, du paysage et de l'environnement

UNI
FR

UNIVERSITÉ DE FRIBOURG
UNIVERSITÄT FREIBURG



Unil
UNIL | Université de Lausanne
Département d'écologie et évolution
Institut des dynamiques de la surface terrestre (IDYST)

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra
Département fédéral de l'économie, de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope



hep i a
Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève

unine
UNIVERSITÉ DE NEUCHÂTEL
Institut de biologie

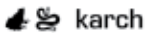
m séum
genève



FiBL
EXCELLENCE FOR SUSTAINABILITY



SWISSLICHENS
SWISSFUNGI



Association des musées et collections de sciences naturelles de Suisse et du Liechtenstein

ibz

HSR
HOCHSCHULE FÜR TECHNIK
RAPPERSWIL
FHO Fachhochschule Ostschweiz
Institut pour le paysage et les espaces libres

Impressum

Auteurs

Markus Fischer^{1,2}, Florian Altermatt^{3,4}, Raphaël Arlet-taz^{5,6,13}, Béla Bartha⁷, Bruno Baur⁸, Ariel Bergamini⁹, Louis-Félix Bersier¹⁰, Simon Birrer^{6,13}, Veronika Brau-nisch⁵, Peter Dollinger¹¹, Stefan Eggenberg^{12,13}, Yves Gonseth^{13,14}, Antoine Guisan^{15,16}, Jodok Guntern¹, Heinz Gutscher¹, Felix Herzog¹⁷, Jean-Yves Humbert⁵, Mar-kus Jenny^{6,13}, Gregor Klaus¹, Christian Körner¹⁸, Hubert Krättli^{13,19}, Meinrad Küchler⁹, Thibault Lachat⁹, Catherine Lambelet-Haueter²⁰, Yves Leuzinger²¹, Peter Linder²², Edward A.D. Mitchell²³, Pascal Moeschler^{13,24,25}, Gilberto Pasinelli^{6,13}, Daniela Pauli¹, Lukas Pfiffner²⁶, Christophe Praz²³, Christian Rixen²⁷, Alex Rübel²⁸, Urs Schaffner²⁹, Christoph Scheidegger⁹, Hans Schmid^{6,13}, Norbert Schnyder^{13,22,30}, Beatrice Senn-Irlet^{9,13,31}, Jürg Stöcklin¹⁸, Silvia Stofer^{9,13,32}, Thomas Walter¹⁷, Silvia Zumbach^{13,33}

- ¹ Forum Biodiversité Suisse, SCNAT, Berne
- ² Institut des sciences des plantes et Jardin botanique, Université de Berne
- ³ Institut de biologie évolutive et des sciences de l'en-vironnement, Université de Zurich
- ⁴ Eawag: l'Institut de recherche de l'ETH dans le do-maine de l'eau
- ⁵ Institut d'écologie et d'évolution, Université de Berne
- ⁶ Station ornithologique suisse de Sempach
- ⁷ ProSpecieRara
- ⁸ Institut pour la protection de la nature, du paysage et de l'environnement, Université de Bâle
- ⁹ Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL
- ¹⁰ Département de biologie, unité écologie et évoluti-on, Université de Fribourg
- ¹¹ zooschweiz – association des jardins zoologiques suisses à vocation scientifique
- ¹² Info Flora – Centre national de données et d'infor-

mations sur la flore de Suisse

- ¹³ Info Species – Réseau suisse d'informations faunis-tiques, floristiques et cryptogamiques
- ¹⁴ CSCF – Info Fauna – Centre Suisse de Cartographie de la Faune
- ¹⁵ Département d'écologie et évolution (DEE), Univer-sité de Lausanne
- ¹⁶ Institut des dynamiques de la surface terrestre (IDYST), Université de Lausanne
- ¹⁷ Agroscope – Centre de compétence de la Con-fédération pour la recherche agricole
- ¹⁸ Institut de botanique, Université de Bâle
- ¹⁹ Centre de coordination pour l'étude et la protection des chauves-souris, Suisse
- ²⁰ Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève
- ²¹ hepia – Haute école du paysage, d'ingénierie et d'ar-chitecture de Genève
- ²² Inst. de botanique systématique, Université de Zurich
- ²³ Institut de biologie, Université de Neuchâtel
- ²⁴ Muséum d'histoire naturelle de la Ville de Genève
- ²⁵ Centre de coordination ouest pour l'étude et la pro-tection des chauves-souris
- ²⁶ FiBL – Institut de recherche de l'agriculture biolo-gique
- ²⁷ WSL Institut pour l'étude de la neige et des avalan-ches SLF, Davos
- ²⁸ Zoo Zurich, Zurich
- ²⁹ CABI Switzerland
- ³⁰ NISM – Centre de données sur les mousses de Suisse
- ³¹ SwissFungi – Centre national de données et d'infor-mations sur les champignons suisses
- ³² SwissLichens – Centre national de données et d'in-formation sur les lichens suisses
- ³³ karch – Centre de Coordination pour la Protection des Amphibiens et des Reptiles de Suisse

Informations sur les institutions éditrices: voir p. 89-90

Avec les suggestions de

Alfred Brülisauer, David Jenny, Christian Preiswerk, Jean-Pierre Sorg, Ekkehard Stürmer, Maria von Ballmoos

Conception et rédaction

Gregor Klaus et Daniela Pauli

Citation

Fischer M. et al. (2015): Etat de la biodiversité en Suisse en 2014. Ed.: Forum Biodiversité Suisse et al., Berne.

Production

Traduction de l'allemand: Henri-Daniel Wibaut, Lausanne
Layout: Esther Schreier, Bâle
Couverture: Ilaria Curti, Bâle
Impression: Print Media Works, Schopfheim (D)
Reliure: Walter Industriebuchbinderei, Heitersheim (D)
Papier: Bilderdruck Allegro, 150 et 300g/qm², 100% PEFC

Photos

Liste des photographes: voir p. 91-92

Acquisition et contact

Forum Biodiversité Suisse
Centre de compétence scientifique pour la biodiversité en Suisse
Académie des sciences naturelles (SCNAT)
Laupenstrasse 7, CH-3008 Berne
biodiversity@scnat.ch
www.biodiversity.ch

Cette publication existe aussi en allemand.
ISBN 978-3-033-04984-0

Edition française:
ISBN 978-3-033-04985-7

Sommaire

7 **L'essentiel en bref**

9 **Sauvegarder la biodiversité = garantir les bases de notre vie**

11 **La voix de la recherche**

13 **Etat de la biodiversité**

13 **Diversité spécifique en Suisse**

15 **Milieus en Suisse**

67 **Responsabilité mondiale de la Suisse**

69 **Causes de la crise actuelle de la biodiversité en Suisse**

73 **Appel aux responsables politiques, économiques et sociaux**

77 **Bibliographie**

89 **Editeurs**

91 **Photos**

16 **Milieus aquatiques**

24 **Marais**

32 **Milieus agricoles**

42 **Forêt**

50 **Milieus alpins et subalpins**

58 **Espace urbain**



La science en émoi

Le présent rapport fournit une vue d'ensemble scientifique de l'état de la biodiversité en Suisse. Il montre que les efforts accomplis au cours des dernières décennies ont certes été efficaces, sans pouvoir toutefois faire face à la persistance ou même à l'accroissement des menaces. Le recul de milieux précieux et d'espèces prioritaires a pu certes parfois être ralenti, voire enrayé, mais l'appauvrissement de la biodiversité persiste et s'aggrave même dans quelques secteurs. Les experts en sont donc arrivés à la conclusion qu'il est urgent d'agir si notre pays entend sauvegarder à long terme son capital naturel.

Le capital naturel est le fondement de notre existence. Son déclin menace de réduire notre qualité de vie et celle des générations à venir. En effet, des écosystèmes intacts rendent de nombreux services dont la société dans son ensemble bénéficie. Ces prestations ne sont plus garanties si la biodiversité se dégrade. Que penseront les générations futures en lisant cet ouvrage dans 50 ans? Que la science a certes souligné la gravité de la crise, mais que rien n'a été entrepris pour y remédier?

Le maintien de la tendance négative montre que la diversité biologique ne peut être sauvegardée ni encouragée à coup de mesures isolées. Il faut au contraire un changement radical de comportement de même qu'une approche globale et coordonnée de la part de la politique, de l'économie et de la société. Maintenant.

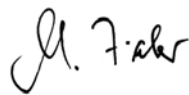
Il ne s'agit pas seulement de sauvegarder le capital naturel subsistant, mais de l'enrichir à nouveau pour qu'il soit utile aux générations futures. La valorisation des écosystèmes et la promotion des services écosystémiques qui en découlent sont une mission qui incombe à tous les niveaux de l'Etat et de la société civile, à tous les secteurs d'activité et à l'ensemble de la population. Et elles ne peuvent pas se faire gratuitement.

L'argent nécessaire sera bien investi : il ne s'agit de rien d'autre que de notre base existentielle. Et plus le temps passe, plus le coût sera élevé.

Les faits présentés ici révèlent que l'état de la biodiversité en Suisse est critique et que le creux de la vague n'est pas encore atteint. Mais les raisons d'espérer ne manquent pas non plus: ce rapport présente des exemples locaux et régionaux de sauvegarde et de promotion de la biodiversité concluants dans tous les secteurs. Des solutions existent dans presque tous les cas: des stratégies gagnant-gagnant, dont l'économie, la société et l'écologie tirent bénéfice.

Le savoir relatif à l'état de la biodiversité et aux mesures qui s'imposent est disponible; ce qui fait encore défaut, c'est la volonté politique de se préoccuper sans tarder de la sauvegarde de notre base existentielle.

Prof. Dr Markus Fischer
Président du Forum Biodiversité Suisse

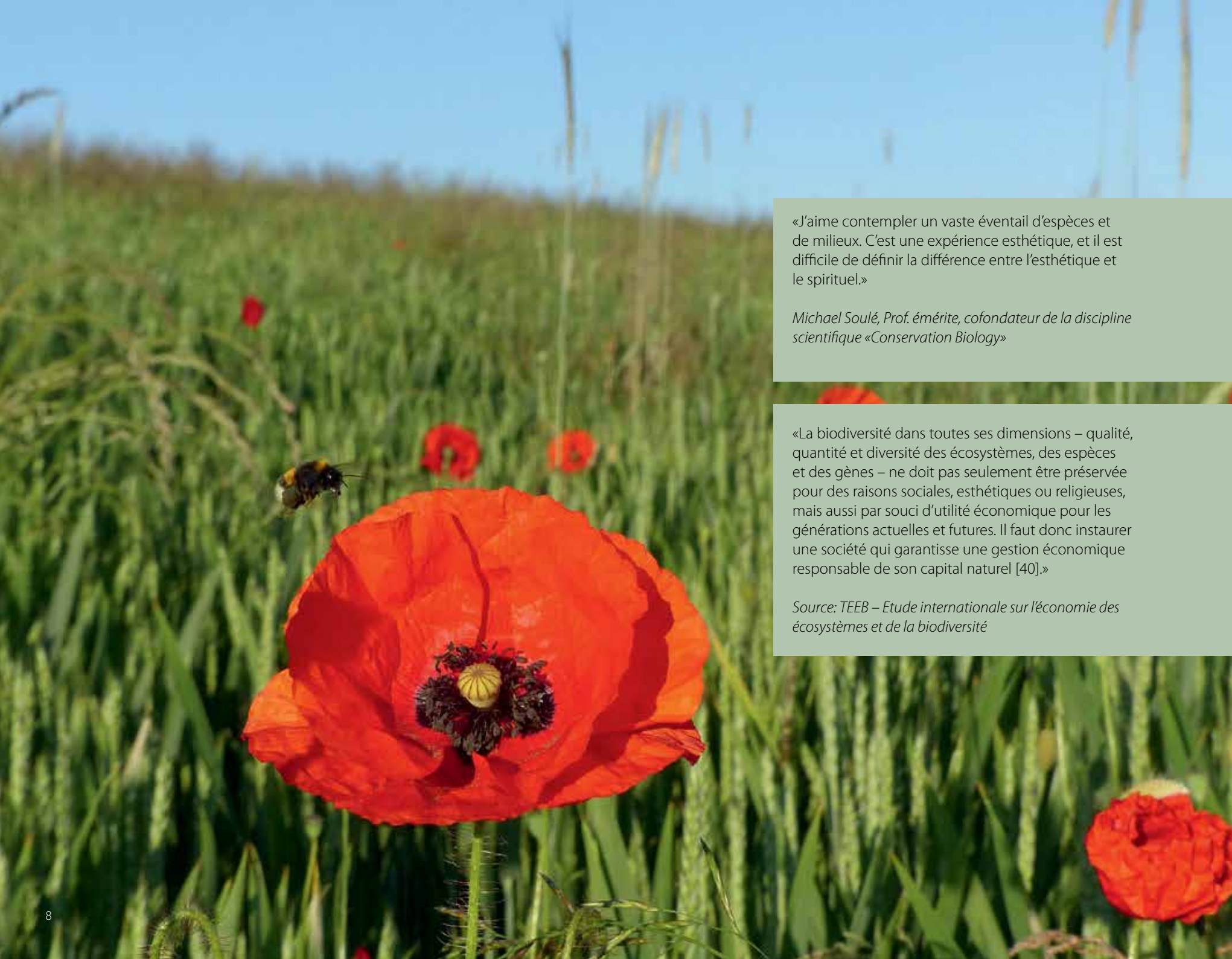




L'essentiel en bref

Le présent rapport donne une vue d'ensemble de l'état de la biodiversité en Suisse en 2014. Les principaux instituts et organismes scientifiques de Suisse qui explorent le thème de la biodiversité ont fait part de leurs données et de leur savoir, qui aboutissent aux conclusions suivantes:

- ▶ En raison de sa topographie, de ses gradients altitudinaux élevés et de sa situation au cœur de l'Europe, la Suisse offre une grande richesse en biodiversité. Au cours des cent dernières années, elle a toutefois subi un appauvrissement massif de sa biodiversité. La part de surfaces intactes et proches de la nature a atteint un niveau inquiétant sur le Plateau et dans les vallées de montagne. Les populations de nombreuses espèces ont atteint un très bas niveau, de sorte que leur survie à long terme n'est pas assurée.
- ▶ Les mesures adoptées jusqu'à présent pour sauvegarder et promouvoir la biodiversité en Suisse ont enregistré quelques succès, toutefois encore nettement insuffisants. Faute d'efforts supplémentaires massifs, les pertes continueront à l'échelle nationale. Elles affectent aujourd'hui en particulier les régions de basse altitude facilement accessibles. L'évolution dans ces régions rappelle les pertes subies sur le Plateau depuis le milieu du XXe siècle.
- ▶ Les écosystèmes assurent la fourniture (efficace et peu coûteuse) de produits et de services dont profite l'ensemble de la société. Pourtant, de nombreux milieux sont déjà dégradés dans une telle mesure que leur aptitude à fournir des services utiles est gravement compromise (stockage du carbone ou fonction récréative, p. ex.). C'est d'autant plus inquiétant que les changements prévisibles du climat nécessiteront de faire face à davantage d'épisodes extrêmes.
- ▶ Les experts estiment qu'un doublement de la surface actuelle de nombreux milieux serait nécessaire en Suisse pour préserver à long terme la biodiversité et les services écosystémiques.
- ▶ Non seulement une infrastructure écologique en bon état de fonctionnement et composée de zones de protection et de connexion s'avère nécessaire; une utilisation des surfaces «compatible» avec la biodiversité dans tous les secteurs concernés ainsi qu'une promotion des espèces prioritaires, tributaires de mesures supplémentaires, se révèlent également déterminantes. Seules des mesures suffisantes et adéquates permettent d'accroître la qualité écologique de tous les milieux et de favoriser ainsi leurs services écosystémiques.
- ▶ La sauvegarde et la promotion de la biodiversité impliquent l'ensemble de la société. Agriculture, sylviculture, énergie, transports, aménagement du territoire, chasse et pêche, construction hydraulique, urbanisme, tourisme, recherche et formation de même que le secteur privé jouent tous un rôle déterminant. A cet égard, la sauvegarde et la promotion de la biodiversité peuvent parfaitement s'intégrer, dans bien des cas, dans des utilisations existantes.
- ▶ La nécessité d'agir est reconnue et les mesures efficaces sont identifiées. La balle est maintenant dans le camp de la classe politique et de la société. Ils sont tenus de prendre les bonnes décisions et d'assurer ainsi aussi le bien-être des générations futures.



«J'aime contempler un vaste éventail d'espèces et de milieux. C'est une expérience esthétique, et il est difficile de définir la différence entre l'esthétique et le spirituel.»

Michael Soulé, Prof. émérite, cofondateur de la discipline scientifique «Conservation Biology»

«La biodiversité dans toutes ses dimensions – qualité, quantité et diversité des écosystèmes, des espèces et des gènes – ne doit pas seulement être préservée pour des raisons sociales, esthétiques ou religieuses, mais aussi par souci d'utilité économique pour les générations actuelles et futures. Il faut donc instaurer une société qui garantisse une gestion économique responsable de son capital naturel [40].»

Source: TEEB – Etude internationale sur l'économie des écosystèmes et de la biodiversité

Sauvegarder la biodiversité = assurer les fondements de notre vie

La biodiversité comprend la diversité de la vie sur notre planète. Elle englobe la richesse en espèces animales, végétales, fongiques et les microorganismes, la diversité intra-spécifique (variation génétique), la diversité écosystémique de même que la diversité des interactions à l'intérieur de ces niveaux et entre eux. Les chiffres qui suivent donnent une idée de l'étendue du capital naturel de la Suisse et des menaces qui pèsent sur lui.

- ▶ Hormis l'être humain, il est attesté que 45 000 espèces vivent en Suisse, parmi lesquelles une centaine d'espèces dont l'aire de distribution se situe intégralement ou en grande partie en Suisse [1]. La diversité des organismes vivant dans le sol est encore largement méconnue [2–3].
- ▶ La Suisse compte 235 différents types de milieux. Elle doit notamment cette richesse à ses grandes variations altitudinales, sa diversité géologique et ses terres cultivées, riches d'une longue tradition [4].
- ▶ La banque de gènes de la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil contient actuellement près de 12 000 variétés de plantes cultivées, notamment des semences de céréales, de légumes et de plantes fourragères [5].

Il y a de multiples raisons écologiques, éthiques, esthétiques, socio-psychologiques et économiques justifiant la protection et la promotion de la biodiversité. Ne serait-ce que par respect pour son évolution plurimillénaire, la biodiversité actuelle mérite d'être protégée, indépendamment de l'utilité que l'homme peut en tirer [6]. La genèse et la diversité de la vie sur Terre méritent notre respect et notre gratitude.

En même temps, la biodiversité est la base de notre bien-être [7]. Pour rendre tangible la variété des pres-

tations de la nature, la science a développé le concept de service écosystémique [8]. Il permet de révéler les conséquences de décisions de consommation et d'investissement et d'illustrer leurs répercussions sur le bien-être [9]. Les chercheurs ont apporté la preuve plausible que notre prospérité n'est pas garantie par une biodiversité pauvre, car les écosystèmes ne peuvent fournir certains services plus que dans une mesure limitée [10–11]. Des exemples de services vitaux sont:

Approvisionnement

- ▶ approvisionnement en nourriture et fourrage [12]
- ▶ pollinisation des plantes cultivées [13]
- ▶ régulation biologique des ravageurs [14]
- ▶ fourniture de médicaments [15–16]
- ▶ facteur d'implantation [17–20]
- ▶ innovations techniques [21]

Régulation

- ▶ protection contre l'érosion [22]
- ▶ élimination des toxiques et traitement de l'eau potable [23–25]
- ▶ régulation du climat [26]
- ▶ protection contre les crues [27–29]
- ▶ protection contre les agents pathogènes [30–32]
- ▶ protection contre le bruit et la pollution de l'air [33]

Prestations culturelles

- ▶ détente [34–35]
- ▶ bien-être général [36]

Prestations fondamentales

- ▶ formation du sol, maintien des cycles des éléments nutritifs [37] et du cycle hydrologique global, production d'oxygène

Un principe général s'applique: en tant que moteur des services écosystémiques [38], la biodiversité a rendu au cours des milliards d'années passées cette planète habitable pour l'être humain. Les services écosystémiques sont efficaces et gratuits (p.ex. la protection contre les crues grâce à des sols intacts et des cours d'eaux dotés d'un espace suffisant).

Il n'est possible de monétariser l'utilité de la biodiversité que dans de rares cas; certains services comme la transformation d'énergie solaire en biomasse (= nourriture) ou la régulation du climat mondial sont vitaux et donc infiniment précieux. Il est aussi impossible de quantifier la perte qu'éprouveraient les générations futures, si leur pays d'origine n'offrait plus un cadre de vie agréable, ou si toute une génération d'enfants ne pouvait plus découvrir et apprécier les prairies fleuries dans son environnement [39].

La sauvegarde de la biodiversité est aussi un pacte avec l'avenir. Il s'agit d'un engagement moral de la génération actuelle pour léguer aux futurs habitants de la planète un lieu qui soit viable et offre toutes les options possibles.



La voix de la recherche

Les acquis présentés ici se fondent sur des études scientifiques concernant l'évolution et l'état de la biodiversité en Suisse. Durant les années 2010, 2011 et 2013, des synthèses ont déjà été publiées à ce sujet (cf. encadré). Le présent rapport reprend les faits les plus importants et les étaye à l'aide d'autres études et de chiffres actualisés. En Suisse, les données manquent pour certains facteurs d'influence. Dans certains cas, des études publiées à l'étranger ont donc été citées.



► Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900

A l'occasion de l'Année internationale de la biodiversité en 2010, de nombreux chercheurs ont réuni des données sur l'état de la biodiversité en Suisse. La publication «Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900» se fonde sur de vastes données ainsi que sur une multitude d'études scientifiques, auxquelles s'ajoutent les estimations d'experts pour divers milieux et groupes d'organismes.

Publication: Lachat T., Pauli D., Gonseth Y., Klaus G., Scheidegger C., Vittoz P., Walter T. (2011): *Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900. Avons-nous touché le fond?* Collection Bristol; Haupt Verlag, Berne, Stuttgart, Vienne.

► Synthèse des listes rouges, situation en 2010

Les listes rouges répertorient les espèces animales, végétales et fongiques disparues ou menacées. Depuis 1991, elles sont formellement ancrées dans l'ordonnance sur la protection de la nature et du paysage. Les relevés et évaluations statistiques sont effectués en Suisse par des scientifiques confirmés pour le compte de la Confédération sur la base de critères définis à l'échelle internationale.

Publication: Cordillot F., Klaus G. (2011): *Espèces menacées en Suisse. Synthèse des listes rouges, état 2010. Etat de l'environnement 1120.* Office fédéral de l'environnement, Berne.

► Surface requise pour la conservation de la biodiversité et des services écosystémiques en Suisse

Le Forum Biodiversité Suisse de la SCNAT a évalué la surface requise, d'un point de vue scientifique, pour pouvoir préserver la biodiversité et les services écosystémiques en Suisse. La surface obtenue ne correspond pas au besoin en zones protégées, mais en surface où la sauvegarde et la promotion de la biodiversité devraient avoir priorité pour qu'elle puisse être préservée à long terme.

Publication: Guntern J., Lachat T., Pauli D., Fischer M. (2013): *Surface requise pour la conservation de la biodiversité et des services écosystémiques en Suisse.* Forum Biodiversité Suisse, de l'Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT), Berne.



Etat de la biodiversité

Diversité spécifique

Pour l'établissement des listes rouges, la menace qui pèse sur les espèces est évaluée sur la base de critères clairement définis et applicables à l'échelle internationale. Ils se fondent sur une combinaison de facteurs qui déterminent en grande partie la probabilité d'extinction. Une importance considérable revient à la surface colonisée, à la taille et au degré d'isolement des populations ainsi qu'à l'évolution des effectifs. Plus la surface colonisée est réduite et fragmentée, et plus les effectifs décroissent rapidement, plus le degré de risque est élevé. Les listes rouges n'illustrent donc pas seulement un état temporaire, mais aussi l'évolution de la diversité spécifique au cours des 10 à 20 dernières années. La synthèse de toutes les listes rouges aboutit à un bilan préoccupant [41]:

- ▶ Plus d'un tiers des espèces végétales, animales et fongiques ont été jugées menacées (catégories de menace «éteint en Suisse», «au bord de l'extinction», «en danger» et «vulnérable»).
- ▶ 10% des espèces sont considérées comme «potentiellement menacées» et nécessitent également une attention particulière, car elles risquent de se retrouver à l'avenir dans une catégorie supérieure. Une bonne partie d'entre elles étaient autrefois réparties dans le monde entier.
- ▶ 255 espèces sont éteintes en Suisse. Pour de nombreux vertébrés, l'année de la dernière observation est connue (2006, p. ex., pour une couvée de pie-grièche à tête rousse).

La diversité spécifique en Suisse connaît l'évolution suivante:

- ▶ Pour de nombreuses espèces indigènes, le nombre d'individus diminue dans les différentes populations. La densité décroît [42].
- ▶ Bon nombre de populations sont donc menacées. Si ses effectifs chutent en-deçà d'une valeur minimale donnée, une population diminuera plus rapidement, car les divers facteurs se renforcent mutuellement («vortex d'extinction» [43]). La diversité génétique décline sensiblement et le risque de consanguinité s'accroît par conséquent [44].
- ▶ Les études révèlent que la survie à long terme d'une population requiert plusieurs milliers d'individus [45]. Un nombre croissant de populations (surtout d'espèces de la liste rouge) sont toutefois aujourd'hui nettement plus petites.
- ▶ Des populations disparaissent; des espèces s'éteignent dans des régions entières [46].
- ▶ L'aire de distribution de certaines espèces s'effrite en petits résidus isolés [47]. Un échange naturel entre les individus n'est plus garanti dans un paysage fortement fragmenté.
- ▶ Des espèces sont au bord de l'extinction en Suisse. L'extinction d'espèces peut être rapide ou s'effectuer avec un long décalage dans le temps [48].
- ▶ Les changements souvent insidieux masquent le besoin immense d'intervenir maintenant.
- ▶ Les efforts entrepris jusqu'à présent pour protéger la biodiversité ne suffisent pas, loin s'en faut, pour sauvegarder la diversité spécifique de la Suisse.

La nouvelle Liste rouge des papillons diurnes [49] et la révision actuelle de la Liste rouge des plantes vasculaires [50] révèlent que le déclin des espèces se poursuit à un rythme effréné: plus d'un tiers des sites d'observation de plantes vasculaires, sur lesquels des espèces rares ou menacées étaient présentes il y a 10 ou 30 ans, sont aujourd'hui déserts. Plus une espèce était considérée comme menacée sur la liste rouge de 2002, plus les pertes aujourd'hui constatées sont lourdes: ainsi, les espèces de plantes de la catégorie critique «au bord de l'extinction» sont absentes aujourd'hui sur 50% des sites d'observation d'autrefois et sur 25% pour les espèces non menacées. Les causes ne sont pas nouvelles: la qualité et la quantité des écosystèmes ne cessent de décroître.



Les milieux en Suisse

Des experts ont élaboré une Liste rouge des milieux menacés [51]. Près de la moitié de tous les types de milieux de Suisse sont menacés.

La part des types menacés dans les grands habitats varie fortement (entre parenthèses, nombre des types de milieux évalués sur une base de données suffisante):

Eaux stagnantes	100%	(8)
Eaux courantes	50%	(18)
Rives et zones humides	85%	(20)
Glaciers, rochers, éboulis, moraines	29%	(14)
Prés et pâturages	43%	(30)
Lisières, megaphorbiaies, broussailles	12%	(25)
Forêts	41%	(29)
Végétation pionnière et plantes adventices	61%	(18)
Total	47%	(162)

De nombreux milieux ont subi de lourdes pertes de territoire et de qualité au cours des dernières décennies. Pourtant, les espèces ont besoin de milieux intacts pour survivre.

La sauvegarde des milieux proches de la nature restants doit avoir la priorité absolue. Beaucoup de milieux ne peuvent être revitalisés que moyennant un coût élevé après leur destruction ou l'intensification voire la modification de leur exploitation. Cela s'applique notamment aux marais et aux forêts proches de la nature ainsi qu'aux écosystèmes alpins et subalpins [52].

Les six chapitres suivants présentent l'état des différents milieux et de leur diversité spécifique sur la base d'études menées à l'échelle nationale.

Milieux aquatiques

Les milieux aquatiques naturels sont complexes et dynamiques. Chaque tronçon de rivière ou de ruisseau, en plaine ou dans les vallées, constitue une mosaïque d'éléments paysagers: sections rapides, bancs de graviers, anses sablonneuses et paisibles, rives érodées et bras morts. Cet espace aquatique est bordé de forêts alluviales et de prairies humides dotées de multiples mares dans les secteurs inondables ou la zone de fluctuation de la nappe phréatique. Tous ces milieux sont étroitement imbriqués les uns dans les autres et constituent un écosystème complexe. L'hétérogénéité se reflète dans la diversité des espèces: 10% des espèces animales indigènes sont tributaires de ces milieux; 84% de toutes les espèces indigènes peuvent être présentes dans les zones alluviales [53]. Bon nombre d'organismes ont besoin du côtoiement étroit de milieux variés; ils changent d'espace en fonction de la saison ou de la phase de leur vie.

À l'écart des cours d'eau, il y avait aussi autrefois une multitude d'eaux dormantes de taille variable sur les sols morainiques de la Suisse, argileux et riches en cuvettes. De plus, jusqu'au XIXe siècle, les milieux aquatiques ont joué un rôle capital dans la vie de tous les jours et fait l'objet d'une promotion active: points de puisage pour les pompiers, étangs de pêche, biefs de moulin et prairies irriguées apportaient vie et humidité au paysage [54].

Pour la population, les rivières, les ruisseaux, lacs et les étangs comptent parmi les éléments les plus importants d'un paysage jugé attrayant. Selon une enquête, les milieux aquatiques proches de la nature sont considérés comme particulièrement esthétiques et la transformation de cours d'eau canalisés est vivement cautionnée [55]. Les eaux jouent également un rôle déterminant dans le tourisme. Suisse Tourisme a reconnu la valeur de ces milieux et diffusé une publicité explicite à cet égard («la Suisse, une histoire d'eau») [56].

Principaux services écosystémiques

- ▶ Dégradation de polluants
- ▶ Epuration des eaux souterraines et traitement de l'eau potable
- ▶ Espace de détente et facteur d'identité
- ▶ Tourisme
- ▶ Protection contre les crues
- ▶ Régulation du charriage
- ▶ Inspiration et esthétique
- ▶ Poissons et crustacés, sources de nourriture



Pour près d'un tiers des sites de reproduction de batraciens d'importance nationale, la situation ne correspond pas à l'objectif visé.

Causes du déclin de la biodiversité dans les milieux aquatiques

La Suisse est le château d'eau de l'Europe: Rhin, Rhône, Inn et Tessin y trouvent leur source. Il y a environ 200 ans, l'homme commença cependant à réduire systématiquement et à uniformiser le réseau dense et finement ramifié des rivières et des ruisseaux. La plupart des tronçons de cours d'eau devinrent des rigoles d'écoulement sans rapport avec les terres limitrophes; et beaucoup de ruisseaux disparurent dans le sol. Les lacs furent abaissés et les berges consolidées. La production d'énergie transforma les cours d'eau en une succession de lacs de retenue, laissant des lits asséchés en montagne. Le fonctionnement par écluses des centrales hydrauliques provoque chaque jour des crues artificielles qui ont une répercussion négative sur l'hydroécologie.

Bien que la concentration en nutriments dans les lacs se soit notablement améliorée depuis quelques années grâce aux stations d'épuration et à l'interdiction d'utiliser des détergents riches en phosphates, leur eutrophisation a généré des pertes irréversibles en espèces [57]. De plus, la qualité de l'eau et les écosystèmes aquatiques sont à nouveau menacés par les apports de produits phytosanitaires et d'autres micropollutions (dont l'incidence n'a pas encore été élucidée) [58–59].

Le drainage à grande échelle du paysage à l'aide de fossés et de conduites a entraîné la disparition de milliers de petits plans d'eau sur l'ensemble du territoire [60]. Les petits plans d'eau et les microstructures aquatiques offrent des conditions de vie spécifique aux amphibiens ainsi qu'à une flore et une faune caractéristiques et riches en espèces [61]. De même, la majeure partie des étangs utilisés autrefois ont été éliminés. Globalement, il faut reconnaître qu'aucun autre habitat n'a autant souffert de l'activité humaine que les milieux aquatiques [62].

Causes

Éclusées

Eaux résiduelles insuffisantes

Mise sous terre des cours d'eau

Drainage dans les terres cultivées, les forêts et les zones bâties

Aplanissement du sol et comblement des zones humides et des étangs

Abandon des étangs

Apport de nutriments

Apport de micropollutions telles que substances endocriniennes, pesticides et substances pharmaceutiques

Utilisation des zones alluviales par la sylviculture

Perturbation de la faune sauvage par des activités de loisirs intenses

Espèces invasives exogènes (néobiontes)

Perturbation du régime hydrique dans les zones alluviales restantes

Absence de connexion entre l'eau et le sol

Raccourcissement, rétrécissement et uniformisation des rivières et des ruisseaux

Espace aquatique insuffisant (largeur du lit et zones riveraines)

Absence de continuité écologique (barrières)

Abaissement du niveau des lacs

Régulation du niveau des lacs

Aménagement des berges

Perturbation du charriage, envasement du fond

Pauvreté des structures (courant uniforme, absence de bois mort, p. ex.)

Faits et chiffres concernant l'état des milieux aquatiques

A l'échelle nationale

Surface

Depuis 1850, 70% des zones alluviales ont été détruites [63].

Sur le Plateau suisse, 14% de la longueur des cours d'eau a été mise sous terre [64].

Plus de 50% des berges de la plupart des lacs de Suisse ont été aménagées et les zones de transition, écologiquement précieuses, entre les milieux aquatiques et terrestres ont disparu [65].

Les sources, riches en espèces spécialisées, ont subi de lourdes pertes. Sur toutes les sources répertoriées en 1884, seules 1,2% jaillissent encore en surface sur le Plateau suisse (4,8% dans le Jura) [66].

Protection des zones alluviales

L'état écologique des zones alluviales d'importance nationale aujourd'hui protégées ne satisfait pas aux exigences légales [67].

Protection des sites de reproduction des amphibiens

Malgré la création des sites de reproduction des amphibiens d'importance nationale et les succès obtenus par des programmes de protection ciblés, les effectifs des espèces rares et en particulier des espèces pionnières demeurent en nette régression. Sur environ un tiers des sites de reproduction d'importance nationale, l'état ne correspond pas aux objectifs. Sur 61% des sites peuplés d'espèces pionnières, l'offre en milieux aquatiques est considérée comme insuffisante [68].

Energie hydraulique

Les grandes centrales fluviales font obstacle aux couloirs de migration des espèces de poissons qui évoluent entre la mer et les eaux intérieures. Tous les migrants de longues distances ont aujourd'hui disparu (saumon, truite de mer, alose, alose feinte, esturgeon d'Europe, esturgeon de l'Adriatique, lamproie de rivière) [69].

De l'eau est prélevée dans de nombreux cours d'eau pour produire de l'électricité. 2700 kilomètres d'eau courante sont concernés, répartis sur environ 1300 secteurs d'eau résiduelle. 375 secteurs d'eau résiduelle (28%) n'en ont que très peu ou pas du tout. Pour 645 tronçons (49%), les indications de volume d'eau font défaut. Il est à supposer qu'une part considérable de ces secteurs n'ont effectivement que peu ou pas d'eau résiduelle [70].

Bon nombre des grandes centrales fluviales provoquent de fortes fluctuations d'écoulement dans les eaux situées en aval [71, 72].

Qualité de l'eau

La surfertilisation des lacs suisses a réduit de près de 40% le nombre des espèces de feras indigènes entre 1950 et 1990 [73].

Les substances endocriniennes, pesticides et substances pharmaceutiques ayant une incidence négative sur les organismes aquatiques ont généré de nouveaux problèmes [74].

Certains pesticides agricoles peuvent réduire la diversité spécifique [75–77] à l'échelle régionale et compromettre la fourniture de services écosystémiques [78].

Certains produits phytosanitaires portent un grave préjudice aux organismes aquatiques [79, 80].

Des expériences ont montré que les pesticides pouvaient avoir un effet mortel sur les têtards et les jeunes amphibiens. Dans des conditions expérimentales, plus de 96% des têtards et plus de 68% des jeunes amphibiens périssaient [81].

Fragmentation

Environ 101 000 obstacles artificiels d'une hauteur supérieure à 50 cm divisent les cours d'eau en d'innombrables tronçons [82]. La longueur moyenne librement franchissable d'un ruisseau ou d'une rivière ne dépasse pas 650 mètres. Les cours d'eau suisses figurent donc sans doute parmi les systèmes aquatiques les plus fragmentés du monde [83].

Diversité spécifique

Plus de 60% des plantes aquatiques sont menacées – la proportion de loin la plus élevée parmi tous les groupes écologiques de plantes [84]. 17% des characées de Suisse, un des groupes d'espèces les plus importants du point de vue écologique, ont disparu [85].

A l'échelle régionale et locale

Ruisseaux et rivières

Dans le Grand Marais, la longueur des ruisseaux et des rivières a diminué d'environ 1000 km à moins de 500 km entre 1870 et 1990 [86].

La longueur totale du lit du Rhône entre Brigue et le lac Léman s'est réduite de 45% à partir de 1850 [87].

Lacs

Seulement 3% des rives du lac Léman sont encore dans un état naturel [88]. Les espèces qui prospèrent sur des rives naturelles se sont donc raréfiées. Par exemple, sur les 22 sites d'observation de la littorale à une fleur (*Littorella uniflora*) connus au début des années 1950 [89], il n'en reste plus qu'un seul aujourd'hui.

Diversité spécifique

20 espèces piscicoles vivaient dans le Rhin grison vers 1850. Elles ne sont plus que 11 aujourd'hui. Et dans le Rhône, leur nombre s'est abaissé de 19 à 5 [91].

Dans les zones alluviales de la Thur, le nombre des espèces de papillons diurnes a chuté de 82 à 53 entre 1918/1930 et 1994 suite à la baisse de la qualité de l'habitat. En même temps, la fréquence des espèces subsistantes s'est réduite d'un facteur de 5 à 10 [92].

Dans le canton de Berne, la moitié des populations de crapaud accoucheur ont disparu entre 1977 et 2002 [93]. Seules 10 sur 200 populations possèdent plus de 20 mâles chanteurs. De nouvelles baisses ont été enregistrées entre 2002 et 2012. Et des pertes encore plus lourdes ont affecté le sonneur à ventre jaune et le crapaud calamite.

Espèces invasives

Dans les grandes rivières et les lacs en particulier, les espèces invasives ont évincé la quasi-totalité de la faune indigène. Dans le Rhin, à la hauteur de Bâle, les espèces indigènes représentent moins de 5% de tous les individus; les 95% restants sont dominés par quelques néozoaires [94].

Des mesures efficaces dans les milieux aquatiques

Revitalisations

Au cours des dernières années, divers tronçons de cours d'eau ont été revitalisés et des ruisseaux remis au jour [95].

Les suivis de projets de revitalisation en Europe centrale montrent que les projets limités à l'échelon local n'ont entraîné qu'une légère augmentation de l'éventail des espèces et une densité de poissons un peu plus élevée [96]. En revanche, les revitalisations de plus grande envergure et mieux interconnectées s'avèrent plus efficaces [97].

La planification actuelle des revitalisations de cours d'eau en Suisse va dans la bonne direction. Cependant, il arrive souvent que l'espace aquatique créé ne convienne pas à de nombreuses espèces, qui ne disposent d'aucune zone de refuge en cas de crue [98]. Dans l'idéal, les tronçons revitalisés ne sont éloignés que de quelques centaines de mètres de tronçons proches de la nature ou riches en diversité spécifique. [99].

Qualité de l'eau

La qualité de l'eau s'est nettement accrue au cours des 30 dernières années, surtout grâce à la construction de stations d'épuration et à l'interdiction d'utiliser des détergents riches en phosphates [100]. La diversité du plancton végétal et animal dans le lac de Zurich a de nouveau augmenté. Dans les années 1970, il ne présentait plus qu'environ 40 espèces de phytoplancton et 7 de zooplancton; en 2008, on y dénombrait plus de 100 espèces végétales et 15 espèces animales [101].

Continuité écologique

Dans le canal intérieur du Liechtenstein, les secteurs proches de l'embouchure ont été colonisés, en l'espace de quatre ans, par 10 espèces piscicoles migrant depuis le Rhin alpin après la suppression d'une barrière. Le nombre des espèces piscicoles s'est accru de 6 à 16 après la mise en réseau [102].

Création de nouveaux habitats

Grâce à la création et à l'entretien de sites de reproduction, la grenouille de Lataste, menacée à l'échelle européenne, a recolonisé plusieurs sites au Tessin [103].



**Surface requise
pour la sauvegarde de la biodiversité
et des services écosystémiques**

Il faut notablement accroître la part des tronçons de cours d'eau naturels ou proches de la nature sur l'ensemble du réseau, ainsi que la qualité et la densité des sources non captées, pour pouvoir sauvegarder leur biodiversité. Les experts estiment par ailleurs qu'au moins un triplement de la surface actuelle des zones alluviales en plaine est nécessaire pour conserver à long terme la biodiversité de ces milieux. Concernant les lacs, les experts jugent nécessaire, en fonction de la région, un doublement jusqu'à un quadruplement des surfaces de zones d'eau peu profonde dotées de végétation et de roselières lacustres [104].

Marais


Les marais sont des milieux particuliers. L'eau y est le facteur prédominant. Seules les espèces végétales spécialisées peuvent coloniser ces sols saturés d'eau, où l'air et l'oxygène sont des denrées rares et où le cycle en éléments nutritifs est réduit. Les restes de végétaux morts ne sont souvent décomposés que partiellement et s'accumulent dans le sol sous forme de tourbe. Dans des conditions naturelles, la tourbe ne se dégrade pratiquement pas. Il en résulte que les marais emmagasinent beaucoup de carbone et contribuent ainsi à la réduction de CO₂ dans l'atmosphère.

Si l'eau est dormante ou ne s'écoule que faiblement, des bas-marais peuvent se former: sur des bras morts et au bord de lacs qui s'ensavent, sur les sites présentant un niveau de nappe phréatique élevé, sur des couches d'argile imperméables ainsi qu'à proximité de sources [105].

Les hauts-marais peuvent se former sur des sites humides bénéficiant de précipitations suffisantes et de températures modérées. L'accroissement annuel de la tourbe ne s'élève en moyenne qu'à 1 mm. La strate végétale vivante est constamment poussée vers le haut et perd le contact avec la nappe phréatique à un moment ou à un autre. L'apport de nutriments s'effectue alors uniquement via les eaux de pluie et l'air. Les hauts-marais figurent donc parmi les milieux les plus pauvres en nutriments de Suisse. Les bas-marais, en revanche, sont maintenus humides par l'eau souterraine, l'eau de pente ou des inondations temporaires. Une partie des bas-marais actuels sont toutefois des biotopes de culture, qui ont vu le jour sur des surfaces défrichées et non drainées.

Principaux services écosystémiques

- ▶ Régulation du climat/stockage du carbone
- ▶ Protection contre les crues
- ▶ Espace de détente
- ▶ Inspiration
- ▶ Tourisme
- ▶ Archivage de l'histoire naturelle et culturelle

An aerial photograph of a rural landscape. The foreground shows a mix of green and yellowish-brown fields, interspersed with clusters of trees. A small road or path is visible in the lower-left corner. In the middle ground, there are more fields and a dense forest. In the background, a small town or village is visible, surrounded by more fields and forests. The overall scene depicts a typical agricultural and natural landscape.

**100% des hauts-marais
et 84% des bas-marais sont
exposés à des apports
excessifs d'azote atmosphé-
rique.**

Causes du déclin de la biodiversité dans les marais

Longtemps, l'extraction de tourbe et les drainages destinés à conquérir des terres pour l'exploitation agricole et sylvicole furent les causes principales de la disparition des marais. La plupart des marais de Suisse furent détruits jusqu'au milieu du XXe siècle. Un nombre non négligeable de marais disparurent dans les inondations liées à des lacs de retenue (Sihlsee, p. ex.).

Au fil des remaniements parcellaires, de nombreux marais disparurent jusque dans les années 1980. Le taux de disparition dans le canton de Zurich était même nettement plus élevé entre 1950 et 2000 (74%) qu'entre 1900 et 1950 [106]. Dans la commune de Wintersingen (BL), 41% de la végétation humide fut éliminée dans les années 1980 dans le cadre d'un vaste remaniement parcellaire [107].

Bien que les sites marécageux d'une beauté particulière et d'importance nationale soient, depuis 1987, sous la protection de la Constitution fédérale, les pertes quantitatives et qualitatives persistent. La plupart des fossés de drainage situés dans les marais subsistants ou leurs bassins versants sont toujours intacts et perturbent le régime hydrique des zones humides: à l'échelon local, de nouveaux fossés de drainage (illégaux) sont aussi aménagés [108]. Les marais s'assèchent donc lentement. Les marais à faible variation hydrologique présentent déjà des changements notables au niveau de la végétation [109]. Des espèces végétales de sites plus secs se propagent dans les habitats perturbés et modifient la végétation typique des marais.

Les problèmes viennent des apports d'azote, qui s'infiltrent latéralement depuis les cultures agricoles intensives ou proviennent de l'élevage et des processus de combustion via l'atmosphère. Ce dépôt d'azote met les marais en danger à moyen et à long terme.

Environ 55% des bas-marais d'importance nationale subsistants font l'objet d'une exploitation agricole extensive, sans laquelle bon nombre d'entre eux seraient envahis par les buissons et la forêt. Pourtant, l'exploitation souvent inadaptée au site ainsi que l'assèchement persistant résultant des drainages ou de l'abaissement du niveau d'eau des lacs et de la nappe phréatique entraînent une réduction de la surface des marais ou portent préjudice à leur qualité.

Causes

Manque de canalisation des visiteurs

Infiltration latérale de l'azote depuis les cultures voisines

Absence de zones-tampon trophiques

Assèchement à grande échelle (autrefois) et conversion en terres cultivées

Apport d'azote par les arrivées d'eau

Apport d'azote par voie atmosphérique

Eutrophisation par minéralisation de la tourbe

Extraction de tourbe (autrefois)

Exploitation inadaptée au site

Déprise et embroussaillage / recolonisation forestière

Drainage persistant (fossés non éliminés en zones protégées)

Absence de zones-tampon hydrologiques

Faits et chiffres concernant l'état des marais

A l'échelle nationale

Surface

Entre 1900 et 2010, les marais ont subi une perte de surface de 82% [110].

Durant l'entre-deux-guerres, plus de 2,5 millions de tonnes de tourbe ont été extraites et brûlées, ce qui correspond à une surface de haut-marais d'environ 1000 hectares [111].

La destruction et la mise en culture des marais en Suisse ont libéré des quantités considérables de dioxyde de carbone, qui contribuent au changement climatique [112].

Comme bon nombre des marais subsistants sont fortement perturbés et ne peuvent plus croître, ils ne fixent pratiquement plus de dioxyde de carbone.

Protection des marais

Depuis l'adoption de l'initiative de Rothenthurm en 1987, les marais d'une beauté particulière et d'importance nationale sont sous la protection de la Constitution fédérale. Selon la législation, tous les biotopes d'importance nationale, comme les marais par exemple, doivent être en principe dotés de zones-tampon écologiquement suffisantes. À l'échelle nationale, il manque cependant 70% des zones-tampon nécessaires autour des bas-marais d'importance nationale; 50% en ce qui concerne les hauts-marais [113].

Qualité de l'habitat

En dépit de leur protection, la qualité des marais subsistants ne cesse de se dégrader [114]. Dans le cadre du suivi de la protection des marais, il a été constaté que plus d'un quart des surfaces s'étaient notablement asséchées entre les périodes de contrôle 1997/2001 et 2002/06, que l'apport en nutriments s'était sensiblement accru dans un quart d'entre elles, que les plantes ligneuses étaient plus fréquentes dans près d'un tiers des marais et que la teneur du sol en humus avait diminué dans environ un cinquième d'entre eux.

En raison de ces pertes de qualité, la surface des hauts-marais s'est réduite de 10% durant la même période [115].

Apports en azote

L'apport en azote provenant du trafic routier (oxyde d'azote) et de l'agriculture (ammoniac) via l'atmosphère provoque la disparition d'espèces menacées dans les marais protégés. [116].

100% des hauts-marais et 84% des bas-marais sont exposés à des apports excessifs d'azote atmosphérique [117].

Fragmentation

La fragmentation des marais exerce une influence négative sur la diversité génétique d'espèces écologiquement importantes pour les marais [118].

Un quart des principaux sites de repos pour les espèces d'oiseaux limicoles ont moins de 10 ha. Les oiseaux qui s'y reposent sont souvent exposés aux perturbations. En raison des pertes de surface, certaines espèces d'oiseaux typiques des zones humides ne peuvent plus trouver en Suisse, si ce n'est pour des couples isolés, l'espace dont ils ont besoin [119].

La bécassine et le courlis cendré ont aujourd'hui abandonné les derniers sites de nidification régulièrement occupés.

Les fragments de roselières qui subsistent dans les zones humides sont souvent trop petits pour accueillir des oiseaux nicheurs tels que le bruant des roseaux [120].

Diversité spécifique

Plus de 40% des espèces végétales des zones humides sont considérées comme menacées [121].

De nombreuses populations de bryophytes ont subi un net recul de leurs effectifs, surtout dans les zones humides. [122].

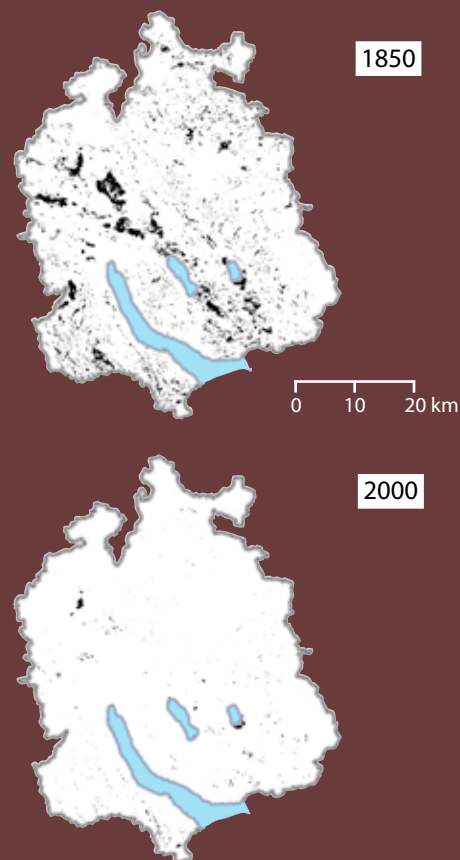
A l'échelle régionale et locale

Surface

Durant la seule année de guerre 1943, plus de 55 000 tonnes de tourbe ont été extraites dans le canton d'Argovie [123].

Entre 1850 et 2000, les marais du canton de Zurich ont évolué de la façon suivante: la proportion de marais par rapport à la surface du canton a baissé de 8,3% à 0,7%; le nombre d'objets marécageux a baissé de 4341 à 708; la taille moyenne des objets a diminué de 3,2 à 1,7 hectare.

La surface des marais de Suisse qui ne sont pas d'importance nationale est estimée à environ 100 km². Selon les experts, l'évolution de ces marais est encore plus déplorable que celle des marais d'importance nationale [125].



La surface des milieux humides du canton de Zurich a diminué fortement entre 1850 et 2000. Les surfaces restantes sont souvent petites et isolées [124].

Des mesures efficaces dans les marais

Régénération

Les bases pour l'élaboration et la réalisation de projets de régénérations dans les marais sont disponibles. Des études ont montré que les hauts-marais perturbés qui avaient bénéficié de mesures de régénération redevenaient plus humides et présentaient une part croissante de sphaignes [127].

Pratiquement tous les hauts-marais de Suisse consistent en tourbières dégénérées, parcourues de fossés et de coupes. Au lieu de fixer le dioxyde de carbone, ils libèrent du gaz à effet de serre. La régénération de ce milieu ne contribuera pas seulement à sauvegarder un écosystème fascinant, mais aussi à protéger le climat... et ce à moindre frais [128].



**Surface requise
pour la sauvegarde de la biodiversité
et des services écosystémiques**

La qualité et la surface des marais sont actuellement insuffisantes pour préserver leur biodiversité et les services écosystémiques qu'ils fournissent. Les experts estiment qu'il faudrait accroître la surface actuelle des hauts-marais d'environ 190% et celle des bas-marais de quelque 170% pour y parvenir [129].

Milieux agricoles

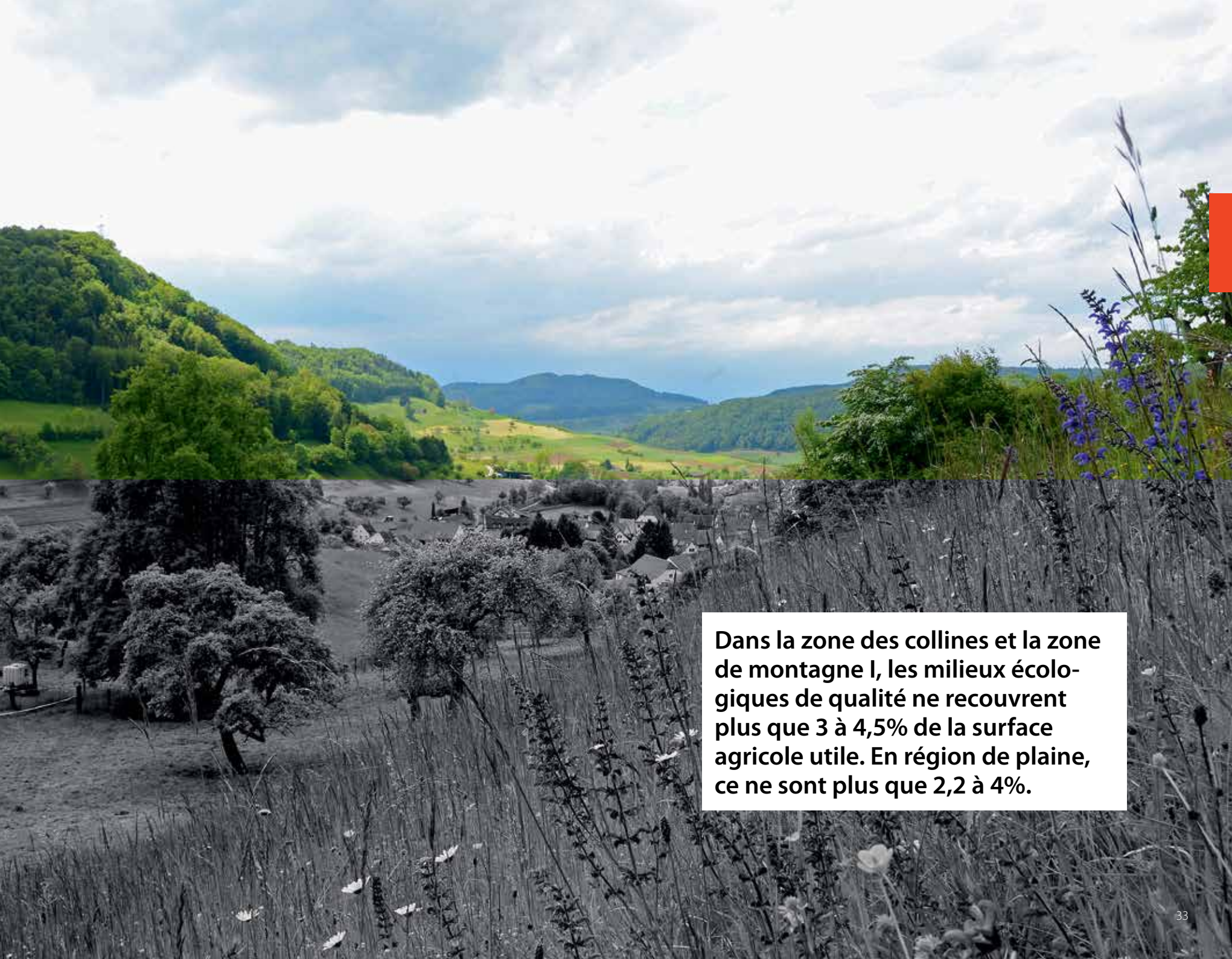
Les phases de défrichement, surtout au début du Moyen Âge, ont réduit le revêtement forestier de la Suisse et laissé libre cours à un paysage agricole diversifié. Des centaines d'espèces ont migré vers ce nouveau milieu.

L'homme a créé une multitude de nouveaux habitats, qui se sont intégrés dans la mosaïque du paysage: champs, prairies, pâturages, lisières, haies, vignobles, bosquets et vergers. Bon nombre de ces nouveaux habitats sont extrêmement riches en espèces: une prairie sèche du Jura, par exemple, peut présenter 34 espèces végétales sur une surface de 20×20 cm [130].

Parallèlement au développement de ces riches biocénoses, l'élevage d'animaux de rente et la culture de plantes utiles ont suscité l'avènement d'une multitude de races et de variétés locales [131].

Principaux services écosystémiques

- ▶ Nourriture et fourrage
- ▶ Ressources génétiques
- ▶ Pollinisation naturelle et régulation des ravageurs
- ▶ Sol fertile (formation de sol et d'humus)
- ▶ Stockage de CO₂
- ▶ Cycle d'éléments nutritifs
- ▶ Zones de détente
- ▶ Tourisme
- ▶ Patrimoine culturel



Dans la zone des collines et la zone de montagne I, les milieux écologiques de qualité ne recouvrent plus que 3 à 4,5% de la surface agricole utile. En région de plaine, ce ne sont plus que 2,2 à 4%.

Causes du déclin de la biodiversité en milieux agricoles

Sur les terres agricoles, l'appauvrissement de la biodiversité est principalement imputable à l'agriculture intensive et à l'édification de constructions sur les surfaces agricoles. La mécanisation croissante du travail, les remaniements parcellaires, l'extension des parcelles et l'emploi intensif de fertilisants et de produits phytosanitaires n'ont cessé d'accroître l'intensité de l'exploitation du sol [132–134].

Cette évolution s'est accompagnée d'une uniformisation globale des conditions écologiques: drainage des zones humides, fertilisation des sites pauvres en nutriments, irrigation des sites secs. Les sites «spécifiques» n'existent plus aujourd'hui que sur de petites surfaces résiduelles. Les espèces qui y sont adaptées se sont raréfiées ou ont disparu à l'échelle locale ou régionale. La richesse en espèces a décliné et la composition spécifique d'habitats autrefois différents s'est nivelée.

Dans les régions de montagne, un autre problème s'y ajoute: tandis que les vallées et les secteurs plats font l'objet d'une exploitation de plus en plus intensive, l'agriculture se retire des surfaces raides ou difficilement exploitables ou accessibles, ce qui favorise le reboisement des sols situés au-dessous de la limite des forêts. Tant l'intensification de la culture que la déprise agricole provoquent une diminution de la biodiversité.

Causes

Intensification de l'exploitation

Part insuffisante de surfaces de haute qualité propices à la biodiversité

Suppression de surfaces et de structures proches de la nature (lisières, tas de pierres, bosquets champêtres, p. ex.)

Emballage immédiat de l'herbe fauchée (et des petits animaux) dans l'ensilage en balles

Techniques de fauche néfastes aux petits animaux (faucheuses-conditionneuses, faucheuses rotatives, p. ex.)

Absence de fauches échelonnées des prairies et fauche prématurée

Remembrements parcelaires

Assèchement de sols organiques et de prairies humides précieuses

Recours excessif aux engrais, tels que fertilisants azotés et lisier

Diversité génétique insuffisante et décroissante chez les animaux et plantes utiles

Elevage d'animaux de haut rendement qui nécessitent un fourrage riche en protéines (trèfle, maïs, céréales)

Animaux trop nombreux par unité de surface

Irrigation de prairies sensibles, riches en espèces (prairies sèches, p. ex.)

Emploi préventif ou excessif de pesticides et d'herbicides

Apport d'azote atmosphérique et émissions d'ammoniac

Abandon de parcelles difficiles d'accès

Extension du tissu urbain

Diffusion insuffisante de systèmes culturaux proches de la nature au niveau des exploitations (culture bio, low-input ou intégrée)

Faits et chiffres concernant l'état des milieux agricoles

A l'échelle nationale

Surfaces et structures

Entre 1900 et 2010, la perte de surfaces en prairies et pâturages secs s'est élevée à 95% [135]. Cette perte est principalement imputable à l'intensification de l'exploitation. La majeure partie des prairies riches en espèces ont été converties en prairies grasses. Sur les 3142 espèces végétales présentes en Suisse, seules 86 appartiennent au groupe écologique des plantes de prairies grasses; cet habitat ne fournit donc qu'une contribution modeste à la sauvegarde de la diversité spécifique [136]. Plus de 900 espèces animales et végétales de Suisse sont tributaires de prairies et de pâturages secs [137].

Les surfaces écologiquement précieuses ne couvrent plus que 2,2% à 4% de la surface agricole utile en plaine [138]. Dans les régions de colline et de montagne I [139], cette valeur n'est pas beaucoup plus élevée (3 à 4,5%). La zone de montagne II s'en sort un peu mieux (4,8-10%). Les surfaces proches de la nature suffisantes pour la sauvegarde de la biodiversité ne sont toutefois présentes que dans les zones de montagne III (20-30%) et IV (40-50%) ainsi que dans la zone d'estivage (40-60%).

Les résultats du Monitoring de la biodiversité en Suisse (MBD) montrent que les communautés de plantes vasculaires s'uniformisent de plus en plus; autrement dit, elles se ressemblent de plus en plus [140]. Les biocénoses s'homogénéisent si les modes d'exploitation deviennent de plus en plus similaires ou intensifs, ou si les mêmes espèces sont introduites partout.

En 1950, il y avait environ 15 millions d'arbres fruitiers haute-tige en Suisse. En 1991, ils n'étaient plus que 3 millions. Les effectifs ont encore diminué depuis lors et ne sont plus estimés qu'à 2,3 millions d'arbres [141]. En même temps, une végétation diversifiée fait défaut sous les arbres.

Entre 1985 et 2009, 1,1 m² de terres cultivées disparaissait chaque seconde en Suisse [142]. L'approbation de l'initiative sur les terres cultivées dans le canton de Zurich et celle de l'initiative «Halte aux constructions envahissantes

de résidences secondaires!» montrent que la population se préoccupe de cette évolution.

La part des surfaces de culture biologique est inférieure à 20%. La culture biologique a un impact positif démontré sur la flore et la faune dans et sur le sol [143-146].

Surfaces de promotion de la biodiversité

Globalement, les surfaces de promotion de la biodiversité introduite en 1993 (auparavant: surfaces de compensation écologique) ont un impact positif modéré. Les objectifs de surface ont été atteints et la disparition d'espèces sur les terres agricoles a pu au moins être légèrement ralentie. [147].

L'objectif consistant à enrayer le recul des espèces menacées au moyen des surfaces de promotion de la biodiversité n'a pas été atteint jusqu'à présent. [148].

Dans les vallées, seules 22% des surfaces de promotion de la biodiversité satisfont aux exigences de qualité de l'ordonnance sur les paiements directs, contre 37% en montagne [149].

La part des surfaces écologiquement précieuses est inférieure à 1% sur les terres arables cultivées [150].

Produits phytosanitaires

Les produits phytosanitaires sont préjudiciables à de nombreuses espèces animales et végétales [151]. Ils affectent particulièrement les invertébrés, les oiseaux des champs [152] et les amphibiens [153]. La simple utilisation des quantités de produits recommandées entraîne des taux de mortalité de 20 à 100% chez les grenouilles rousses.

L'emploi très répandu d'insecticides à action systémique (néonicotinoïdes et pyréthroïdes, p. ex.) a pour effet que ces substances toxiques sont transmises à de nombreux insectes butineurs via le nectar et le pollen des plantes cultivées. Abeilles sauvages et mellifères, syrphidés, coléoptères et nombreux autres butineurs sont par conséquent exposés à ces substances pendant une période prolongée. Outre les effets directs, divers effets sublétaux accompagnés d'incidences négatives pour la santé et le comportement ont été constatés chez les abeilles [154–156].

Apports d'azote

Sur les prairies riches en espèces que fertilisent 100 kg d'azote par hectare et par an (fertilisation d'une prairie vouée à une exploitation moyennement intensive), la richesse en espèces diminue déjà de près de la moitié au bout de deux ans [157].

Le nombre d'espèces tributaires de sites pauvres en nutriments diminue dans les prairies et les pâturages à mesure que s'accroît l'apport d'azote atmosphérique biologiquement disponible [158]. Les zones herbagères de montagne présentent en moyenne 20 espèces végétales pour un apport d'azote inférieur à 10 kilos par hectare et par an; elles n'en comptent plus que 5 si l'apport dépasse 25 kilos [159].

Les espèces nitrophiles comme le pissenlit sont de plus en plus fréquentes. Leur apparition dans de nombreuses populations végétales indique un accroissement de l'apport en nutriments [160]. Les causes sont connues: chaque année, 19 kg d'azote atmosphérique par hectare parviennent en moyenne dans le sol en Suisse [161]. Cette valeur varie entre 3 et 54 kilos en fonction du site. La majeure partie de cet azote provient d'émissions d'ammoniac d'origine agricole.

Remembrements parcellaires

Entre 1950 et 1985, par suite de remembrements, 4438 hectares de biotopes proches de la nature ont été détruits sur les surfaces cultivées, 49 193 hectares ont été drainés, 2520 kilomètres de ruisseau, rectifiés et 5854 kilomètres de routes, construits [162]. Malgré des remembrements parcellaires prétendument modernes, des structures précieuses sont encore détruites aujourd'hui par des projets similaires, surtout en montagne.

Fragmentation

La plupart des surfaces proches de la nature qui subsistent dans les terres cultivées sont petites et très fragmentées. La superficie moyenne des prairies et pâturages secs d'importance nationale ne s'élève, par exemple, qu'à 4,7 hectares. Comme ces surfaces sont en outre très isolées, les espèces sont confrontées à une plus grande probabilité d'extinction [163].

Régions de montagne

Les régions de montagne de Suisse connaissent actuellement une intensification de l'exploitation du sol analogue à celle des années 1960 et 1970 sur le Plateau. On estime qu'environ un quart des surfaces riches en espèces y auront disparu entre 2000 et 2020 en raison de l'intensification de l'exploitation et, dans une mesure moindre, de la déprise agricole [164].

Diversité spécifique

La flore adventice compte parmi les groupes de plantes particulièrement menacées en Suisse. Le nombre moyen d'espèces sur 100 m² a diminué de 60% au cours des cent dernières années. Les espèces rares ont presque totalement disparu [165]. Sur les 743 espèces de ce groupe, 42% sont menacées. Entre 1991 et 2002, la situation s'est encore dégradée pour 30% de ces espèces [166]. L'emploi régulier d'herbicides appauvrit les réserves en semences dans le sol; il en résulte l'apparition d'associations de mauvaises herbes pauvres en espèces et nitrophiles, où prédominent les graminées [167].

70% des espèces de mousses qui habitent les prairies sèches sont considérées comme menacées [168].

Le «Swiss Bird Index» SBI®, qui indique l'évolution des populations d'oiseaux, présente une tendance négative pour les espèces typiques des terres cultivées selon les objectifs environnementaux pour l'agriculture [169].

Le nombre de lièvres bruns a encore diminué entre 1991 et 2013 [170].

Ressources zoogénétiques et phytogénétiques

Vers 1900, on cultivait en Suisse 200 variétés de blé. 80 ans plus tard, la liste des variétés officiellement recommandées en Suisse n'en comportait plus que 10; elles sont aujourd'hui au nombre de 25 [171].

L'abandon d'une agriculture fondée sur de petites structures au profit de grandes exploitations entraîne l'absence croissante de structures nécessaires à l'élevage de races extensives d'animaux de rente [172].

Le maintien de la diversité des animaux de rente et des plantes cultivées est trop axé sur la conservation au détriment de l'utilisation [173].

A l'échelle régionale et locale

Surface

Entre 1987/88 et 2009/10, plus de 20% des prairies particulièrement précieuses pour la biodiversité ont disparu en Engadine par suite de l'intensification de l'exploitation. Les pertes les plus lourdes concernent les sites ayant fait l'objet de projets de remembrement [174, 175].

Remembrements parcellaires

Les remembrements parcellaires peuvent provoquer de lourdes pertes en habitats et en structures. Une étude menée dans le canton de Bâle-Campagne a révélé une perte de 71% de surface de prairies maigres en l'espace de 10 ans; près de 70% des tas de pierres avaient disparu [176].

Diversité spécifique

L'alouette des champs a perdu deux tiers de ses effectifs en Engadine en l'espace de 22 ans; le tarier des prés et le pipit des arbres en ont perdu environ la moitié [177]. Le nombre total de territoires d'oiseaux nicheurs dans les milieux agricoles a diminué d'un quart. Sur le plateau, ces espèces ont déjà disparu de la plupart des régions.

Dans trois communes du canton du Valais, entre 1988 et 2006, les effectifs de tous les oiseaux nicheurs caractéristiques des milieux agricoles ont diminué de deux tiers ou totalement disparu [178].

A Tujetsch (GR), il s'est avéré que la composition des communautés de papillons dans les prés et les pâturages avaient considérablement évolué entre 1977/1979 et 2002/2004. La fréquence de 31 espèces accusait une forte réduction. Les espèces tributaires de zones herbagères vouées à une exploitation extensive en particulier en ont pâti [179].

Dans la région de Bâle, un cinquième des espèces de grands papillons ont disparu depuis 1980 [180]. Beaucoup d'espèces autrefois répandues ne sont plus que rarement présentes.

Dans le canton du Valais, 247 espèces d'abeilles sauvages ont été observées sur un espace de 2 km² affecté à une exploitation extensive [181]. Une surface analogue sur des terres intensives du Plateau suisse hébergeait moins de 15 espèces.



Entre 1900 et 2010, 95% des prairies et pâturages secs ont disparus en Suisse [135].

Des mesures efficaces dans les milieux agricoles

Surfaces de promotion de la biodiversité présentant un intérêt écologique indéniable

Les projets de revalorisation suivis par des scientifiques ont révélé que des surfaces suffisamment précieuses pouvaient promouvoir la biodiversité typique des terres cultivées [182, 183]. Les effectifs d'oiseaux typiques des milieux agricoles, par exemple, augmentent fortement si la part des surfaces de promotion de la biodiversité présentant un intérêt écologique indéniable s'accroît [184]. En l'espace de huit ans, dans le cadre d'un projet mené à Genève, le nombre de couples nicheurs est passé de 11 à 49 chez le tarier pâtre et de 6 à 62 chez la fauvette grisette. Le nombre des territoires de bruant proyer a progressé de 2 à 36; et celui des territoires de l'hypolaïs polyglotte de 13 à 38.

Certains secteurs du Grand Marais caractérisés par une part substantielle de surfaces écologiques prioritaires étaient beaucoup plus riches en espèces présentant une tendance positive que d'espèces à tendance négative. En revanche, les secteurs peu dotés de surfaces écologiques prioritaires présentaient tous des effectifs à tendance négative [185].

Face aux techniques de récolte modernes, aujourd'hui majoritaires, seuls quelques rares animaux survivent dans les prairies [186]. Il faudrait renoncer, d'une manière générale, à utiliser des conditionneuses, qui pressent l'herbe fraîchement fauchée, sur les prairies écologiques [187].

Dans les zones non fauchées, la densité de sauterelles est deux à trois fois supérieure à la fin de la récolte du foin [188]. Le maintien de zones non fauchées en rotation annuelle est recommandé pour la survie des espèces animales des prairies.

Recommandations

Une information globale et pratique des agriculteurs, incluant des aspects écologiques et spécifiques à l'exploitation, accroît la quantité et la qualité des mesures de compensation, sans incidence négative sur la production et la gestion de l'entreprise [189]. La part de surfaces de promotion de la biodiversité présentant une qualité conforme à l'ordonnance sur la qualité écologique s'est accrue de 3,3% à 8,5% de la surface utile après une information appropriée; les revenus ont progressé en moyenne de 3500 francs par exploitation.

Systèmes de production propices à la biodiversité

Il existe aujourd'hui de nombreux modèles de promotion de la diversité spécifique dans la production agricole. Ils montrent que la production alimentaire et l'écologie sont tout à fait compatibles et que la Suisse peut atteindre les objectifs relatifs à la biodiversité si l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur y prennent une part active [190].

Dans le cadre d'un projet réunissant des agriculteurs, une organisation de producteurs, des commerçants et des scientifiques, les milieux précieux ont fortement augmenté entre 2010 et 2012 sur près de 10 000 exploitations agricoles: les prés fleuris de 50%, les pâturages précieux de 55%, les haies riches en espèces et en structures de 61% [191].

Dans les champs cultivés selon des méthodes biologiques, la diversité spécifique est en moyenne de 30% supérieure à celle des champs cultivés conventionnellement [192]. Ces champs présentent, par exemple, une plus grande densité et une plus grande diversité de flore adventice que les champs conventionnels [193]. Certains services écosystémiques sont renforcés par l'exploitation biologique: par exemple, le contrôle naturel des parasites [194-196] et la pollinisation naturelle [197, 198].

Les exploitations biologiques de Suisse présentent une plus grande part de surfaces de promotion de la biodiversité que les conventionnelles. Une promotion intégrale de la diversité biologique requiert toutefois des mesures spécifiques supplémentaires, même en culture biologique [200].

Mise en réseau

La mise en réseau d'écosystèmes peut souvent se contenter d'éléments relativement petits, n'occupant pas beaucoup de surface. Dans le cadre d'une expérience menée avec des cerisiers, les ennemis des pucerons ont ainsi été encouragés et une augmentation du nombre d'abeilles sauvages a permis d'accroître la fructification et la récolte [201].

Ressources zoogénétiques et phytogénétiques

Aujourd'hui, en Suisse, 18 700 variétés appartenant à 245 espèces de plantes cultivées peuvent être considérées comme sauvegardées [202]. La perte des variétés a pu être enrayerée [203].

Il faudrait compléter les mesures purement conservatrices par des mesures favorisant l'utilisation (exploitation «on farm», programmes d'élevage conservatoire, p. ex.) [204].

Objectifs de surface pour la sauvegarde de la biodiversité et des services écosystémiques

Part des surfaces de qualité écologique dans les terres agricoles: situation et objectif [205]:

	Aujourd'hui (estimation)	Valeur requise
Plaine	2,2–4,0%	10% (8–12)
Colline	3,5–4,5%	12% (10–14)
Montagne I	3–4,5%	13% (12–15)
Montagne II	4,8–10%	17% (15–20)
Montagne III	20–40%	30% (20–40)
Montagne IV	40–50%	45% (40–50)
Total	6–10%	16% (12–20)
Zones d'estivage	40–60%	45% (40–60)

Forêt

De par sa nature, la Suisse serait couverte de forêts à 74% [206]. Les zones originellement dépourvues de forêts se situent principalement en-deçà de la limite des forêts; s'y ajoutent les milieux aquatiques et les zones humides. Aujourd'hui, la forêt couvre 31% de la superficie du pays.

La diversité des facteurs géographiques de la Suisse (altitude, climat, relief, précipitation, géologie, sol, p. ex.) ont donné naissance à environ 120 différents types de forêts [207]. Leur utilisation séculaire a créé, par suite de certains modes d'exploitation (taillis sous futaie, pâturages boisés, p. ex.), des milieux forestiers souvent clairsemés.

Par ailleurs, la forêt Suisse ne présente pratiquement plus de surfaces soumises à une dynamique naturelle, surtout caractérisées par de vieux arbres et une part importante de bois mort sur pied ou couché. Dans les forêts primaires de hêtres, le rapport entre le bois mort et le bois vivant est en moyenne de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{5}$ [208]. Dans les forêts primaires peuplées de sapins ou de chênes, dont le bois se décompose beaucoup plus lentement, les volumes de bois mort peuvent être nettement supérieurs. Dans le cas extrême, la part de bois mort peut atteindre 40% de la réserve totale de bois [209].

De petites clairières se forment là où des arbres dominants meurent ou ont été renversés. Les herbes colonisent ces surfaces, où croîtra plus tard la prochaine génération d'arbres.

Chez les hêtres, l'âge limite se situe entre 350 et 500 ans selon la station [210]. Elle est même supérieure chez les sapins. Il faut que des hêtres aient plus de 180 ans et des chênes, plus de 300 ans, pour observer l'apparition de structures écologiquement précieuses propres aux phases de maturité et de sénescence [211]. Dans la forêt productive d'aujourd'hui, les arbres n'atteignent pas cet âge.

La forêt d'aujourd'hui se distingue donc clairement des forêts primaires européennes [212]. Elle demeure toutefois chez nous un écosystème proche de l'état naturel.

Les forêts jouent un rôle capital pour la sauvegarde de la biodiversité. 495 millions d'arbres y vivent, répartis entre 7 essences conifères et 40 espèces feuillues [213]. La forêt offre un habitat à environ 32 000 espèces animales et végétales [214]. 36% des espèces animales et 38% des espèces végétales de Suisse sont considérées comme des espèces foncièrement sylvoicoles. Autrement dit, elles sont partiellement ou totalement tributaires de la forêt [215]. Environ la moitié des quelque 3500 espèces jugées prioritaires à l'échelle nationale vivent en forêt [216].

La forêt Suisse est exploitée selon les principes de la sylviculture proche de la nature. Pour que les espèces puissent survivre à long terme à toutes les phases de vie d'une forêt, des efforts supplémentaires s'avèrent toutefois nécessaires. Il faut à la fois des peuplements forestiers ouverts et élagués de même que des forêts inexploitées de petite et de grande taille, soumises à une dynamique naturelle et susceptibles d'accueillir également les espèces tributaires de vieux et gros arbres ainsi que de grandes quantités de bois mort sur pied et couché [217].

Les nombreux efforts entrepris ces dernières décennies montrent que ces exigences sont de plus en plus satisfaites. Le défi consiste désormais à maintenir ces acquis, même au vu d'un besoin accru en bois énergie, et à les étendre à l'ensemble de la surface boisée.

Principaux services écosystémiques

- Production de bois (construction, ébénisterie et énergie)
- Protection contre les risques naturels (crues, avalanches, chutes de pierres, coulées de boue)
- Espace de détente
- Dégradation de polluants et épuration de l'eau
- Protection du climat /stockage du carbone
- Régulation du climat (température)
- Assainissement de l'air
- Gibier, champignons, baies
- Inspiration



32% des 117 000 km de lisières en Suisse ont une diversité structurelle faible.

Causes du déclin de la biodiversité en forêt

Les forêts d'Europe centrale croissent sans l'intervention de l'homme. Elles comptent donc parmi nos écosystèmes les plus naturels. Cependant, l'exploitation de la forêt a modifié la structure de cet écosystème et sa biodiversité [218]. Les possibilités de diffusion, la taille des populations et la survie de nombreuses espèces tributaires de la lumière, de sites humides, de vieux arbres et de bois mort sont fortement réduites. Trois quarts des lichens forestiers de Suisse, par exemple, dépendent de la présence de vieux arbres [219].

Certes, près de 60% de la forêt productive est considérée comme proche de l'état naturel [220]; mais il s'agit le plus souvent des mêmes stades intermédiaires de la succession [221]. Y prédominent les phases de développement où les réserves de bois sont abondantes, mais où la forêt est aussi sombre et donc pauvre en espèces. Durant le XXe siècle, par ailleurs, quelques essences ont fait l'objet d'une promotion unilatérale, ce qui a laissé des traces dans la forêt.

Les carences affectent avant tout les stades de développement pionniers (forêt claire) et tardifs (forêt riche en bois mort et en vieux bois). A titre de comparaison, les stades de développement avancés des forêts primaires d'Europe atteignent une part de 20% à 58% de la surface boisée total [222]. De même, les types de forêts claires créés par l'homme, tels que les taillis sous futaie, se sont raréfiés.

Causes

Prédominance des stades de succession intermédiaires (pauvres en lumière et en bois mort)

Monocultures (autrefois)

Assèchement de stations humides (autrefois)

Interconnexion insuffisante entre les surfaces boisées des stades de développement tardifs

Apport d'azote atmosphérique

Absence de transition entre forêt et terres cultivées (lisières non structurées)

Assombrissement des forêts et manque de stations claires

Perte de formes d'exploitation traditionnelles

Changement climatique

Manque de vieux arbres (arbres-habitats)

Manque de bois mort sur pied et couché

Mélange d'essences étrangères à la station

Espèces envahissantes exogènes

Perturbation de la faune sauvage par les amateurs de loisirs et de tourisme

Faits et chiffres concernant l'état de la forêt

A l'échelle nationale

Surface

Les forêts intactes n'existent pratiquement plus en Suisse (0,01% de la surface boisée) [223].

Certains secteurs ont toutefois été relativement peu modifiés. C'est notamment le cas des nombreux petits bois inaccessibles, situés sur des crêtes ou des parois rocheuses et donc pratiquement inexploités. Ils représentent environ 2,7% de la surface boisée [224].

Réserves

Le nombre et la surface des réserves forestières ont nettement augmenté depuis 2001. La part des réserves naturelles représente 2,5% de la surface boisée totale; en ajoutant les réserves spéciales, il en résulte une surface protégée de 4,7% [225]. Ainsi, l'objectif de la politique forestière (10% en 2030) est presque atteint à moitié [226]. Cependant, les réserves sont inégalement réparties sur le territoire suisse, et certains types de forêts écologiquement précieux ne sont pratiquement pas représentés.

Qualité de l'habitat

Dans le bilan total en matière de proximité de la nature et de diversité structurale, la qualité écologique des peuplements forestiers a progressé depuis les années 1990 [227].

Bois mort

Environ un quart de la faune sylvicole ne peut survivre sans bois mort (notamment > 1700 espèces de coléoptères, 2700 espèces supérieures de champignons) [228].

Le volume de bois mort couché et sur pied a augmenté depuis les années 1980 et s'élève actuellement en moyenne à 24 m³/ha [229]. Ce sont surtout les forêts du Jura (17 m³/ha) et du Plateau (16 m³/ha) qui manquent à vrai dire du

volume requis pour de nombreuses espèces des forêts de feuillus (30 à 50 m³/ha) [230] et de grands fûts de bois mort [231]. Les espèces les plus exigeantes ont donc besoin d'îlots de sénescence supplémentaires et de réserves naturelles offrant des volumes de bois mort nettement supérieurs.

L'exploitation accrue du bois énergie, qui implique l'élimination des grumes, mais aussi du houppier et d'arbres écologiquement précieux offrant une faible qualité de bois, pourrait entraîner une nouvelle diminution de la part de bois mort en l'absence de mesures de compensation [232].

Luminosité

Les réserves de bois ont considérablement augmenté dans les forêts suisses au siècle dernier: vers 1950, le volume de bois y avoisinait 250 mètres cubes par hectare; 50 ans plus tard, il atteignait 346 mètres cubes [233]. La forêt s'est donc densifiée et assombrie. La faible lumière menace de nombreuses espèces [234].

Depuis environ deux décennies, l'évolution des réserves de bois présente de grandes différences régionales. A l'échelle nationale, la réserve de bois de la forêt suisse s'est accrue de 1,5% entre 2004/2006 et 2009/2013 [235]. L'accroissement a surtout eu lieu dans l'arc alpin. En revanche, dans les régions centrales et orientales du Plateau ainsi que dans l'est du Jura, la réserve de bois a décliné. Dans ces régions faciles d'accès, l'exploitation et la mortalité dépassaient l'accroissement en bois d'environ 20% [236].

Lisières

Les lisières forestières s'étendent sur 117 000 km. 32% de toutes les lisières forestières présentent une faible diversité structurale [237]. La part des lisières à haute diversité structurale a augmenté de 34% à 38% entre 1993/1995 et 2004/2006.

Changement climatique

Le changement climatique a pour effet que l'épicéa est évincé par le hêtre sur de nombreux sites [238]. En Valais, le pin sylvestre a de plus en plus de difficultés à se maintenir; en contrepartie, le chêne pubescent profite de l'évolution climatique [239].

Le changement climatique a des répercussions négatives sur les structures forestières et les espèces d'oiseaux sylvicoles indicatrices de la richesse structurelle (réduction de la qualité de l'habitat de 35% dans certains cas). Les incidences prévues ne peuvent être que partiellement compensées par la gestion de l'habitat [240].

Apports en azote

Sur 95% de la surface forestière Suisse, les «seuils critiques» d'apports en azote spécifiques à la forêt sont dépassés. Les apports en azote observés en Suisse impliquent une modification notable de l'écosystème forestier [241].

Diversité spécifique

Les forêts du Plateau ont enregistré une évolution notable de la diversité végétale entre 1940/65 et 1998, imputable à la diminution croissante de la lumière et à l'augmentation de l'offre alimentaire par les apports en azote atmosphérique [242]. 75% de toutes les espèces se sont raréfiées. La diversité spécifique moyenne par parcelle a diminué de 41 à 26.

La réserve moyenne de bois d'épicéa, le plus souvent étranger à la station sur le Plateau, a diminué de plus de 9% entre 2004/2006 et 2009/2013.

Le volume des arbres exploités et morts y a dépassé l'accroissement en bois de 42% en moyenne. Sur la plupart des surfaces exploitées, ce sont en majorité des feuillus qui croissent par la suite [243].

Espèces envahissantes

Sur 0,6% de la surface forestière prédominent des essences étrangères à la station [244].

La forêt présente de plus en plus d'organismes envahissants [245, 246].

Les déchets de jardinage illégalement déposés en forêt constituent une source encore négligée d'introduction d'espèces végétales exogènes dans la forêt [247].



D'importants stades de la succession forestière manquent dans la forêt de production suisse. Il s'agit des stades clairs et pauvres en biomasse, et des stades riches en structures et en bois mort (encadré en rouge) [221].

Des mesures efficaces dans la forêt

Qualité et surface

Depuis les années 1980, la qualité écologique de la forêt a progressé. L'exigence d'un regain de nature dans la forêt est de plus en plus satisfaite. Un nombre croissant d'exploitants forestiers réduisent les réserves de bois, autorisent d'anciennes formes d'exploitation, accroissent la diversité en structures et en essences, favorisent les îlots de sénescence et le bois mort et créent les réserves forestières exigées. Il importe de soutenir ces efforts et de les étendre à l'ensemble de la surface forestière.

Réserves forestières

74% de la population est favorable à l'aménagement de réserves forestières ne faisant pas l'objet d'une exploitation du bois [249].

Seule l'exploitation des deux instruments complémentaires que sont les réserves forestières naturelles et les réserves spéciales permettra de conserver et de promouvoir l'éventail intégral de la biodiversité forestière [250].

Volonté financière

La population suisse se montre prête à dépenser chaque année 140 à 270 millions de francs pour la promotion de la biodiversité forestière. Cette volonté est particulièrement marquée pour les espèces menacées d'animaux et d'arbres ainsi que pour le maintien des forêts dans leur état naturel [251].

Bois mort

Le volume de bois mort a doublé entre 1993/1995 et 2009/2013 [252] surtout par suite de l'ouragan Lothar, à cause d'une meilleure compréhension de l'importance écologique du bois mort et du prix peu élevé du bois.


Durant la même période, les effectifs de plusieurs espèces d'oiseaux sylvicoles pour lesquelles le bois mort constitue un élément essentiel de leur habitat se sont accrus. De même, certains coléoptères xylobiontes présentent une tendance positive (rosalie des Alpes, p. ex.); en revanche, de nombreuses autres espèces présentent une tendance négative [254].

Diversité spécifique

Les suivis montrent que les mesures de création de structures claires en forêt favorisent les espèces rares [255].

Sur les surfaces touchées par l'ouragan Lothar, la diversité des espèces végétales se révèle, 12 ans plus tard, trois fois supérieure à celle de surfaces forestières comparables, mais épargnées par la catastrophe [256].

La diversité biologique constitue la meilleure assurance contre le changement climatique: plus les espèces sont nombreuses dans un site, plus grande est la probabilité que plusieurs d'entre elles puissent s'adapter aux nouvelles conditions [257, 258].

A photograph of several pink lily flowers with dark spots on their petals, growing on green stems. The background is a blurred forest with green foliage and sunlight filtering through. The text is overlaid on the left side of the image.

**Objectifs de surface
pour la sauvegarde de la biodiversité
et des services écosystémiques [259, 260]**

**Forêts claires permanentes ou temporaires:
5 à 15% de la surface forestière.**

**Forêts parcourant l'intégralité de leur cycle
de vie: 10 à 30%.**

**2 à 5 îlots de sénescence par km² (part de sur-
face de 2-5%).**

**5 à 10 arbres-habitats par hectare permettent
une interconnexion fonctionnelle des sur-
faces forestières se trouvant dans une phase
tardive de développement.**

Milieux alpins et subalpins

L'endroit le plus froid au monde où une plante à fleurs ait été observée se situe en Suisse, à 4500 m d'altitude, juste au-dessous du sommet du Dom, dans une cuvette exposée au sud-est. Durant une soixantaine de jours, la zone d'enracinement y dégèle pendant une brève période, la température moyenne annuelle n'atteignant 2,6° C.

En effet, une couverture végétale plus ou moins compacte, constituée de pelouses alpines rases, de mégaphorbiaies et de plantes tapissantes, ne peut se former qu'au-dessous de 3000 m d'altitude. La survie est possible grâce à un cycle de développement saisonnier rapide et une croissance de type prostrée, qui engendre un réchauffement comparable à la température de l'air en plaine sous l'effet des importantes radiations solaires [262].


Malgré des conditions inhospitalières à nos yeux, les zones alpines sont un haut-lieu de la biodiversité. L'hétérogénéité topographique favorise la formation d'une mosaïque de petits habitats et de microstructures [263]. 600 espèces de plantes à fleurs vivent exclusivement dans les zones alpines ou bien y ont leur centre de répartition, soit un cinquième de toutes les espèces végétales indigènes.

En Suisse, la moitié de la zone actuelle d'estivage était initialement boisé [264]. Les défrichages du Moyen-Age ont fortement étendu les zones de pâturage en montagne, abaissant ainsi la limite naturelle des forêts. De nouveaux écosystèmes riches en espèces y ont vu le jour.

Tourisme, sport et économie alpestre utilisent les milieux alpins et subalpins. Chaque année, 17 000 exploitants d'alpages franchissent la limite de la forêt avec leurs bêtes [265]. Pour la population, les régions de montagne favorisent l'ancrage traditionnel et identitaire.

Principaux services écosystémiques

- ▶ Protection contre les risques naturels (érosion, avalanches, crues)
- ▶ Détente
- ▶ Tourisme
- ▶ Inspiration et facteur d'identité
- ▶ Fourrage
- ▶ Fourniture d'eau potable et sanitaire
- ▶ Assainissement de l'air
- ▶ Régulation du climat



Avec un fort réchauffement climatique, le lagopède perdra un cinquième de son aire de répartition.

Causes du déclin de la biodiversité dans les milieux alpins et subalpins

Etant donné la pression réduite liée à l'utilisation des milieux alpins et subalpins, la biodiversité associée est dans un bien meilleur état que celle des altitudes inférieures. A l'échelon local, le tourisme, les sports et les loisirs peuvent poser des problèmes; à l'échelle régionale, la déprise agricole ou un estivage non durable peuvent aussi être préjudiciables. L'apport d'azote atmosphérique, quant à lui, constitue une menace croissante sur le plan national.

Le changement climatique aura une incidence négative, surtout indirecte, sur la biodiversité de la zone alpine. La hausse des températures permet à des espèces de basse altitude de coloniser les sommets et peut accélérer la croissance de certaines plantes herbacées, entraînant une baisse de la luminosité au niveau du sol. Ceci peut provoquer un déclin de diverses espèces alpines de basse stature. Certains habitats typiques des zones de sommet vont rétrécir.

Causes

Changement climatique

Apport d'azote atmosphérique

Aplanissement des pistes de ski

Neige artificielle

Déprise agricole

Surexploitation des alpages

Surfaces utilisées pour la production d'énergie

Loisirs à l'écart des sentiers et des pistes

Faits et chiffres concernant l'état des milieux alpins et subalpins

A l'échelle nationale

Surface

Sur environ 60% de la zone d'estivage (soit 13% de la superficie du pays), la forêt est la végétation naturelle potentielle [266]. Chaque année, en Suisse, 2400 hectares de pâturages d'estivage sont abandonnés et se transforment en forêt, car leur exploitation n'est plus économiquement rentable [267]. Cette surface équivaut à celle du lac de Walenstadt.

La forêt s'étend à 93% sur des prés et des pâturages riches en espèces [268].

L'aulne vert prolifère tout particulièrement. Ce buisson couvre des prairies et des pâturages riches en espèces, empêche le retour de la forêt de montagne et provoque une charge en nutriments dans les eaux et les sols par suite de la fixation d'azote atmosphérique [269].

Paiements directs

La zone d'estivage représente, en Suisse, environ un tiers de la surface agricole utile. A vrai dire, seuls 4% des paiements directs agricoles versés par la Confédération lui sont destinés [270].

Apports en azote

Jusqu'à dix kilos d'azote atmosphérique par hectare et par an parviennent dans les sols de la zone alpine et engraisent des biocénoses adaptées à de faibles teneurs en nutriments. Une expérience a révélé qu'une telle fertilisation accroissait sensiblement la part des graminées dans la végétation au bout de quatre ans [271]. A long terme, cette évolution aboutit à l'éviction des herbacées.

Changement climatique

La comparaison entre les inventaires du passé et d'aujourd'hui effectués sur divers sommets est révélatrice de l'évolution induite par le changement climatique sur la diversité spécifique. Les études menées jusqu'à présent montrent que davantage d'espèces végétales y croissent aujourd'hui qu'il y a cent ans [272]. Sur 37 sommets examinés, la diversité spécifique avait progressé de 86%

[273]. Nul ne sait si cette évolution de la composition spécifique évincera à long terme des espèces végétales typiques des sommets.

Selon le Monitoring de la biodiversité en Suisse, les espèces végétales alpines et subalpines ont migré en moyenne d'environ 13 mètres en altitude entre 2001/2002 et 2006/2007 [274].

Concernant les espèces d'oiseaux alpins, le «Swiss Bird Index» (SBI®) suggère une tendance démographique positive. Les effectifs de lagopède alpin, en revanche, évoluent à la baisse. Les simulations indiquent que le lagopède aura perdu près d'un cinquième de son aire de distribution d'ici 2070 par suite du réchauffement climatique et d'une hausse moyenne des températures de 3,9° C [275].

Sports d'hiver

Environ 1% des Alpes suisses servent à la pratique du ski. Les interventions mécaniques destinées à aplanir la surface portent préjudice à la végétation. Même plusieurs années après une intervention, les surfaces des pistes de ski sont plus pauvres en espèces, moins couvertes de végétation et moins productives sur le plan agricole [276]. En Suisse, à l'heure actuelle, plus d'un tiers des pistes de ski sont artificiellement enneigées.

Le recours à la neige artificielle influe sur la flore alpine spécialisée. Il génère un apport de nutriments et d'eau supplémentaire ainsi qu'une régression des espèces végétales peu exigeantes et peu compétitives. L'évolution de la composition spécifique résultant de l'emploi de neige artificielle peut notamment poser des problèmes dans les marais et les pelouses sèches pauvres en nutriments [277].

Dans le cas de verdissements liés à la construction de routes ou à l'aménagement de pistes de ski, des semences produites à des fins commerciales sont souvent utilisées. Elles proviennent d'autres régions de Suisse; certaines espèces ne font même pas partie de la flore des Alpes, ce qui porte atteinte à

la végétation naturelle et peut entraîner un appauvrissement génétique des populations alpines, en soi très diverses et spécialisées. La Commission suisse pour la conservation des plantes sauvages a donc publié des recommandations relatives à l'ensemencement des milieux naturels [278].

La pratique des sports d'hiver à l'écart des sentiers, des routes et des pistes porte un lourd préjudice à la faune sauvage. Elle entraîne en effet de grandes pertes d'énergie chez les animaux dérangés, avec d'importantes conséquences négatives pour la condition physique et la survie des animaux en hiver et au final des conséquences néfastes pour la dynamique de leurs populations [279]. Les transports aériens atteignent aussi des sites inaccessibles et isolés en montagne [280, 281].

Enfrichement et fertilisation

Dans les prairies en friche, plus de 70% des espèces typiques des prairies maigres sont plus rares que sur des prairies non fertilisées et régulièrement fauchées [282]. Dans la strate herbacée, ce sont principalement les graminées qui augmentent fortement après une déprise agricole [282].

Exemples régionaux et locaux

Surface

Dans la zone alpine, du foin sauvage était auparavant récolté sur des surfaces abruptes et isolées. Aujourd'hui, ce mode d'exploitation ne joue pratiquement plus aucun rôle. Sur une parcelle de foin sauvage en jachère située au-dessus de la limite des arbres dans le canton d'Uri, un recul de plus de 30% des espèces a été observé en l'espace de dix ans [283].



Part potentielle de surfaces reboisées dans les régions de montagne d'après une modélisation pour l'année 2021 [264]. Avec le reboisement, des prairies et pâturages de valeur disparaissent.

Des mesures efficaces dans les milieux alpins et subalpins

Exploitation extensive

Sur les surfaces de foin sauvage réexploitées, la diversité spécifique s'est parfois accrue de 20% en l'espace de 10 ans [284]. La couche de litière, l'épaisse couche herbeuse et la végétation à tige grossière, qui mettent en danger la diversité spécifique sur la surface abandonnée, disparaissent dès la seconde fauche.

Renaturation

Une grande diversité végétale revêt une importance capitale pour la protection contre l'érosion des surfaces alpines dégradées [285]. Ce constat est essentiel pour permettre une renaturation en douceur et conforme aux particularités du site dans l'arc alpin.

Zones de tranquillité pour la faune sauvage

Des zones de tranquillité ont été réalisés dans diverses régions des Alpes afin d'éviter les conflits entre l'homme et la faune sauvage. La recherche a contribué à planifier des refuges hivernaux là où les conflits sont les plus manifestes [286, 287].

Sensibilisation

La campagne «respecter, c'est protéger» a pour objectif de sensibiliser les skieurs hors-piste aux besoins de la faune sauvage. Un premier sondage représentatif a révélé que la campagne était connue de 43% des 1000 personnes interrogées [288].



Espace urbain

7,5% de la Suisse est constituée de surface bâtie [289]. Jardins, parcs, cimetières, gravats, terrains vagues, talus, bordures de route, sentiers caillouteux, toits plats végétalisés, façades, fissures et pavés offrent une mosaïque d'habitats variés [290].

La forte dynamique de l'espace urbain profite surtout aux espèces pionnières. En tant qu'ilot de chaleur et de sécheresse, il offre en outre des conditions de vie adaptées à diverses espèces thermophiles. D'autres espèces y trouvent des habitats de remplacement; c'est le cas d'espèces originellement rupicoles telles que le rouge-queue noir ou le martinet à ventre blanc [291].

Les surfaces perméables telles que zones ferroviaires, parcs et jardins zoologiques, mais aussi les talus de voies ferrées, hébergent parfois un grand nombre d'espèces [292]. Dans le zoo de Bâle, par exemple, 3110 espèces de plantes, champignons et animaux ont été observés sur une surface de seulement 11,6 ha, soit environ 7% de toutes les espèces présentes en Suisse [293]. De même, le premier inventaire établi sur le territoire de la ville de Genève en 2013 a abouti à une révélation surprenante: sur une surface de 50 ha (soit 3% de la superficie communale), 771 espèces de plantes, mousses et lichens ont été découvertes, ce qui correspond à 36% de toutes les espèces connues dans le canton de Genève, notamment de nombreuses espèces menacées dans le canton ou en Suisse [294]. De nombreux autres exemples montrent que l'espace urbain revêt une certaine importance pour la conservation et la promotion de la biodiversité [295–304].

La diversité spécifique s'accroît à mesure qu'augmentent la taille, l'hétérogénéité et l'âge de l'espace vert, l'entretien de la surface jouant également un grand rôle [305–307]. En fonction du groupe d'espèces, le milieu urbain présente un plus grand nombre d'espèces que la forêt ou les terres agricoles, même si

le potentiel écologique des deux derniers écosystèmes cités s'avère nettement supérieur [308].

Quelques rares espèces sont spécialistes du milieu urbain et y vivent de préférence [309]. Par exemple, 18 espèces indigènes de chauves-souris utilisent régulièrement les maisons [310]. L'espace urbain se caractérise par de petites populations d'animaux et de végétaux souvent isolées. Par rapport au microclimat, à la pollution et aux perturbations anthropiques, les villes sont des milieux extrêmes. D'une manière générale, dans les zones bâties, la biodiversité dépend fortement de l'offre en milieux proches de la nature situés à la périphérie et sa conservation est liée à la leur [311].

72% des Suisses vivent aujourd'hui dans des agglomérations. Ils expérimentent avant tout la nature dans leur environnement quotidien. La population privilégie en même temps les espaces verts relativement complexes, variés et riches en structures; autrement dit, des espaces verts présentant une grande biodiversité. Dans le cadre d'un sondage mené auprès de 1000 foyers de Berne et de Lausanne, 92% des personnes interrogées ont cité «espaces verts/nature» et 88%, «silence/tranquillité» comme critères importants ou très importants du choix de leur habitation [312]. Ce résultat est confirmé par les enquêtes du projet BiodiverCity [313].

Principaux services écosystémiques [314]

- ▶ Détente et rencontre
- ▶ Découverte de la nature et éducation
- ▶ Santé et bien-être
- ▶ Elimination de polluants
- ▶ Microclimat amélioré
- ▶ Assainissement de l'air
- ▶ Protection contre le bruit par la végétation
- ▶ Protection contre les crues
- ▶ Patrimoine culturel
- ▶ Inspiration et esthétique
- ▶ Amélioration de la qualité de vie



**60% des surfaces
dans l'espace urbain
sont imperméables.**

Causes du déclin de la biodiversité dans l'espace urbain

Dans le milieu urbain plus qu'ailleurs, la biodiversité est soumise à l'influence humaine. L'abandon ou le lancement d'une activité économique, les innovations techniques, les interventions dans le paysage et les changements d'affectation de zones peuvent très vite favoriser certaines espèces et en défavoriser d'autres [315]. Il ne faut pas oublier non plus que la biodiversité du milieu urbain est quelque peu précaire: la source de sa richesse se trouve à l'extérieur du tissu urbain.

Afin de remédier au mitage du paysage, la construction se fait de plus en plus dense dans le milieu urbain, et ce à juste titre. Cependant, l'imperméabilisation croissante, si elle n'est pas coordonnée, peut être préjudiciable à la nature en ville. De même, l'entretien des espaces verts et le nouveau mode de construction (rénovations et constructions neuves), qui n'offre que peu d'abris à la faune sauvage, peuvent poser des problèmes.

L'urbanisation croissante favorise les espèces polyvalentes, mobiles, opportunistes, capables de s'adapter et peu exigeantes en ce qui concerne leur habitat. Elles sont parfois exogènes et certaines sont envahissantes. Il en résulte une homogénéisation insidieuse de la biodiversité, combinée avec un appauvrissement des biocénoses d'origine [316].

Causes

Densification de la construction

Manque d'égard pour les espèces menacées dans les projets de construction

Imperméabilisation des espaces verts et des surfaces rudérales (anciennes zones industrielles, p. ex.), colmatage des murs

Mise sous terre de cours d'eau

Entretien trop intensif des espaces verts

Fertilisants

Produits phytosanitaires

Part insuffisante de bosquets

Espaces verts pauvres en structures

Plantation d'espèces exotiques

Part insuffisante d'espèces indigènes

Disparition des lieux de refuge lors des rénovations d'immeubles

Façades modernes inadaptées à la construction de nids naturels

Etendue réduite des espaces verts

Fragmentation et absence de connexion

Chats

Pollution lumineuse

Pollution atmosphérique

Bruit

Pertes liées au trafic urbain

Systèmes d'évacuation des eaux (perte d'amphibiens et de petits animaux)

Faits et chiffres concernant l'état de l'espace urbain

A l'échelle nationale

Surface

Entre 1985 et 2009, la surface urbaine de la Suisse s'est accrue de 584 km², ce qui correspond à la taille du lac Léman [317]. Les nouvelles surfaces étaient auparavant des terres cultivées (32%), des prairies naturelles (33%), des vergers, jardins potagers ou vignobles (13%) et des pâturages (9%); le reste consistait en forêts, bosquets, alpages et surfaces non productives.

Depuis les années 1950, la construction de routes a détruit 30 862 ha de terres agricoles, 4336 ha de bosquets et de vergers, 2846 km d'allées et de haies, 2209 ha de forêts, 1492 ha de marais et de zones humides ainsi que 1413 km de lisières de forêt [318]. Beaucoup de milieux écologiquement précieux ont ainsi disparu.

Qualité de l'habitat

60% de la surface bâtie est imperméabilisée (bâtiments, surfaces goudronnées et bétonnées [319]).

Dans les secteurs à forte densité de chats, ces animaux domestiques constituent une menace pour certaines espèces (oiseaux et reptiles surtout) [320].

La pollution atmosphérique a provoqué un recul sensible de la diversité des espèces de lichens épiphytes dans les villes suisses jusque dans les années 1970. Un léger redressement a eu lieu depuis lors [321].

Depuis 1996 il n'y a plus un kilomètre carré pour le Plateau d'obscurité absolue [322]. Selon les scientifiques, durant les mois d'été, 150 insectes en moyenne périssent chaque nuit sur chaque réverbère en Allemagne. Parmi les victimes figurent aussi des espèces menacées [323]. L'éclairage des rues à proximité des milieux aquatiques s'avère particulièrement catastrophique pour les insectes [324].

Chaque année, plus d'un million d'oiseaux meurent en Suisse par suite d'une collision contre une vitre [325].

Diversité spécifique

Par rapport aux forêts et aux terres agricoles, les surfaces non imperméabilisées du milieu urbain accueillent en moyenne davantage d'espèces de plantes vasculaires [326].

Le nombre d'espèces de plantes vasculaires a légèrement diminué dans l'espace urbain entre 2004 et 2013 [327].

Les effectifs d'oiseaux typiques du milieu urbain présentent une tendance légèrement négative depuis les années 1990 [328].

La population d'hirondelles de fenêtre connaît une évolution négative. L'imperméabilisation à grande échelle des zones bâties a eu pour effet que l'hirondelle de fenêtre ne trouve pratiquement plus de matériaux pour construire son nid. De plus, ses colonies de reproduction ne sont souvent pas tolérées sur les maisons à cause de la peur des salissures, et en maints endroits elle ne trouve pas assez de nourriture [329].

Espèces envahissantes

De très nombreuses espèces exogènes vivent dans le milieu urbain [330]. La ville constitue donc une source potentielle pour les espèces envahissantes.

Exemples régionaux et locaux

Surface

L'extension du milieu urbain détruit les valeurs naturelles: les zones bâties de neuf communes du canton de Bâle-Campagne présentent, par rapport aux terres agricoles, 6 fois plus d'arbres, 21 fois plus d'éléments paysagers ponctuels, 30 fois plus d'éléments paysagers linéaires et 2,5 fois plus d'éléments paysagers plats [331]. Tous ces éléments disparaissent en cas de construction.

Il ressort d'une enquête menée dans quatre villes suisses que 35% des cours d'eau ont été mis sous terre au cours des 130 dernières années (250 km). 44% de toutes les espèces de plantes aquatiques ont ainsi péri dans ces quatre villes [332].

Qualité de l'habitat

La part de jardins proches de la nature dans le milieu urbain est faible; elle varie, par exemple, entre 7% et 20% selon le quartier dans la commune de Binningen (BL) [333].

Diversité spécifique

La diversité est menacée dans le milieu urbain: selon des relevés effectués dans le canton d'Argovie, la diversité spécifique n'a cessé de décroître dans cet écosystème [334]. Principales causes: densification, imperméabilisation et conversion des villages en banlieues d'agglomération.

Dans un parc de 3 ha de la ville de Bâle, un inventaire récurrent de la végétation a révélé la disparition de 45 espèces végétales en l'espace de huit ans, ce qui s'explique en partie par le développement de la végétation, mais aussi par le nivellement des différences locales, lié à un nouvel aménagement du jardin [335].



La sympathie pour ces surfaces vertes augmente de gauche à droite [20].

Des mesures efficaces dans l'espace urbain

Création et valorisation des habitats

Avec le concours des pouvoirs publics, de nombreux espaces verts ont fait l'objet d'un réaménagement ou d'une valorisation écologique dans les villes suisses au cours des 20 dernières années. La part des surfaces écologiquement précieuses s'élève par exemple à 15% dans la ville de Zurich [336]. 98 hectares sont des zones protégées, 500 hectares sont répertoriés dans l'inventaire des objets communaux de protection de la nature et du paysage de la ville de Zurich. Mais le potentiel naturel est loin d'être épuisé.

Grâce à des mesures extensives d'entretien, les bandes herbeuses situées le long des routes et des voies ferrées présentent de plus en plus une riche diversité spécifique de plantes, de reptiles et d'insectes. Certaines de ces espèces ont disparu des surfaces agricoles environnantes en raison de l'intensification de leur exploitation [337, 338].

Le verdissement des toits plats permet de créer des habitats qui remplacent les valeurs naturelles détruites au moment de la construction. À Bâle, 23% des toits plats sont végétalisés [339]. Grâce à des fonds publics, environ 7 ha ont été végétalisés durant la seule période 1995-1997. Une évaluation a toutefois révélé que seuls 10% à 15 % des toits présentaient une végétalisation de qualité écologique [340].

Les centres urbains peuvent servir de refuge à certaines espèces dont l'habitat naturel a été détruit ou modifié. Un plan d'action a été élaboré, par exemple, en 2014 dans le canton de Genève au profit de la turquette (*Herniaria glabra*), petite plante annuelle des zones alluviales, dont les effectifs ont fortement régressé le long des cours d'eau naturels. Des populations encore nombreuses subsistent toutefois dans le centre de Genève sur les rues pavées. Le maintien de sable dans les joints de pavés est donc indispensable à la conservation de cette petite fleur [341].

Jusqu'à mi-2014, 335 entreprises ont été distinguées pour l'aménagement proche de la nature de leur environnement. La surface revalorisée représente 2500 ha [342].

Une enquête menée auprès de protagonistes importants a abouti à la conclusion qu'un doublement des surfaces proches de la nature dans l'espace urbain était possible en Suisse jusqu'en 2020 [343].

Un surcroît de nature en ville allège le budget communal, car les espaces verts sont à la fois plus attrayants et exigent moins d'entretien [344].

Rénovations propices à la biodiversité

Le Centre de Coordination Suisse pour l'étude et la protection des chauves-souris suit chaque année environ 300 rénovations, pour qu'elles concilient les besoins des chauves-souris et des hommes [345].

Environ 40 colonies de martinets à ventre blanc sont observées dans des localités du Plateau suisse; leurs effectifs ont augmenté de 100 à 800 couples entre 1980 et 2007 [346].

Sensibilisation

Depuis 2001, 4290 journées nature ont été organisées dans la ville de Zurich, lesquelles ont permis de sensibiliser environ 85 000 écoliers aux multiples cycles naturels [347].

La diversité des éléments naturels dans les espaces de découverte de la nature offre aux enfants davantage de possibilités de jeu varié et autonome que les aires de jeu conventionnelles. Dans des espaces dont l'aménagement est axé sur la nature, le déroulement des jeux, par exemple, est nettement plus complexe. Chez les parents aussi, l'offre en espaces naturels suscite une vaste approbation [348]. Une étude menée auprès de 500 enfants de Bâle montre que les enfants apprécient les zones, les espaces et les matériaux de jeu proches de la nature.

**Objectifs de surface
pour la sauvegarde de la biodiversité
et des services écosystémiques**

**Les experts estiment que la sauvegarde
de la biodiversité et des services écosysté-
miques dans l'espace urbain requiert une
part de 18% consistant en surfaces
vertes proches de la nature. S'y ajoutent,
par kilomètre carré, 13 arbres ou bosquets
ainsi que plusieurs petites surfaces non
imperméabilisées. La part de zones rudérales
en milieu urbain devrait au moins doubler
[349].**





Responsabilité mondiale de la Suisse

La crise de la biodiversité est un phénomène planétaire:

- ▶ Une équipe internationale de chercheurs a constaté en 2010, année de la biodiversité, que le déclin de la biodiversité se poursuivait inexorablement [350].
- ▶ 60% des écosystèmes de notre planète sont considérés comme dégradés [351]. Il est notamment préoccupant de constater que, dans les 35 régions particulièrement riches en espèces, seule 15% de la végétation naturelle est encore intacte.
- ▶ Au moins un tiers de la forêt tropicale a été détruite; la surface restante diminue d'environ 1% par an [352]. 50% des zones protégées actuelles dans les forêts tropicales sont menacées et présentent des pertes de biodiversité parfois massives [353].
- ▶ Les taux d'extinction de certains groupes d'espèces sont aujourd'hui jusqu'à 1000 fois supérieurs au taux moyen naturel. Et ils continueront vraisemblablement d'augmenter [354, 355].
- ▶ Le «Living Planet Index», qui illustre l'évolution de 10000 populations de vertébrés, est un indicateur essentiel de l'évolution de la biodiversité sur Terre. L'indice 2014 révèle un recul de la diversité biologique d'environ 52% depuis 1970 [356].
- ▶ Depuis 1990, les populations de papillons ont diminué d'environ 70% dans les prés et les pâturages d'Europe, car la qualité écologique des zones herbagères s'est considérablement détériorée [357].
- ▶ 30% de tous les facteurs menaçant les espèces animales sont imputables au trafic mondial de marchandises [358].

La Suisse est un marché important pour les matières premières, elle importe de grandes quantités de marchandises et elle investit dans de nombreux pays. Elle est donc coresponsable du déclin de la biodiversité à l'étranger [359]. L'accroissement de la consommation a pour effet qu'une part sans cesse grandissante des pollutions de l'environnement sont occasionnées à l'étranger [360]. A titre d'exemple, plus de la moitié des atteintes à l'environnement liées à l'azote et provoquées par nous proviennent de l'étranger, notamment de la production de soja au Brésil, utilisé comme fourrage concentré pour les vaches et la volaille suisses. La production suisse de viande nécessite à l'étranger une surface arable qui correspond à celle utilisée en Suisse.

La consommation en Suisse menace concrètement au moins 132 espèces animales dans d'autres pays [361]. A cela s'ajoute le rôle que joue la Suisse dans le commerce des matières premières. Elle est leader, par exemple, dans le commerce du pétrole brut, des métaux, des céréales, du café et du sucre. Par conséquent, l'influence qu'elle exerce sur la biodiversité est énorme.

Rôle des zoos et jardins botaniques de Suisse pour la sauvegarde de la biodiversité nationale et mondiale

Dans le cadre de programmes d'élevage européens ou de registres généalogiques, les zoos d'Europe reçoivent des populations ex-situ de 413 espèces ou sous-espèces, permettant de fournir des animaux pour des projets de recolonisation en cas de besoin [362]. Dix de ces espèces sont ou étaient présentes en Suisse, comme le gypaète barbu, par exemple, qui a été réintroduit avec succès.

Par ailleurs, les zoos mènent individuellement ou en petits groupes des programmes d'élevage destinés à la réintroduction d'espèces disparues à l'échelle régionale ou locale, telles que la rainette verte ou la cistude. Au total, les zoos ont fourni des représentants de plus de 30 espèces en Suisse pour des projets de réintroduction ou des mesures de renforcement de population [363].

Les jardins botaniques aussi reproduisent et encouragent les espèces végétales indigènes fortement menacées [364]. Le Conservatoire et le Jardin botaniques de Genève ont mis en place une banque de semences contenant des espèces végétales menacées à Genève et en Suisse. Elle contient actuellement 434 espèces et 24 millions de semences.

Les jardins zoologiques et botaniques s'engagent ainsi directement pour la conservation d'espèces menacées à l'échelle mondiale ou nationale; mais ce sont aussi des institutions importantes quand il s'agit d'informer le public de la grande diversité des espèces et du déclin de la biodiversité.



Causes de la crise actuelle de la biodiversité en Suisse

La mise en péril de la biodiversité et de ses éléments constitutifs n'est pas imputable, le plus souvent, à un seul facteur, mais à plusieurs causes concomitantes dont les effets peuvent se renforcer mutuellement [365].

Disparition des habitats

Entre 1985 et 2009, l'utilisation du sol a totalement changé en Suisse sur 15% du territoire [366] – malheureusement souvent au détriment de la biodiversité. De vastes surfaces ont été construites et des prairies riches en espèces sont devenues des forêts. Sur les terres agricoles, les petites structures et donc les habitats de nombreuses espèces continuent de disparaître; sur ces surfaces ainsi qu'en forêt, les sites humides sont comblés.

Qualité de l'habitat en baisse

L'appauvrissement de la biodiversité en Suisse s'effectue souvent de manière insidieuse. Conséquence d'une diminution de la qualité de l'habitat, il n'apparaît souvent qu'après une observation de plusieurs années. Si la perte de qualité persiste, la biocénose typique du milieu disparaîtra tôt ou tard. Elle cédera la place à une autre communauté, généralement plus pauvre en espèces et constituée d'espèces fréquentes et peu exigeantes. Les facteurs suivants exercent une influence particulièrement négative:

► **Intensification de l'exploitation**

Exemples: davantage de fertilisants azotés (engrais minéraux, lisier), fauche plus fréquente, emploi de faucheuses-conditionneuses, charge en bétail excessive, machines plus lourdes, irrigation des prairies sèches, multiplication de loisirs à l'écart des chemins et des pistes, disparition du vieux bois et du bois mort en forêt par suite de l'accroissement de la demande en bois énergie, pollution lumineuse.

► **Assèchement**

Exemples: assèchement des zones humides sur les terres agricoles et en forêt, maintien des installations de drainage dans les zones protégées, entretien des drainages défailants.

► **Apport d'azote atmosphérique**

Exemples: 90% des sites forestiers, 100% des hauts-marais, 84% des bas-marais et 42% des prairies et pâturages riches en espèces sont soumis à des apports excessifs en azote atmosphérique. [367]. Les conditions y évoluent dans une telle mes-



ure que les espèces adaptées à des milieux pauvres en espèces peuvent disparaître à moyen ou à long terme. Les bas-marais se couvrent de roseaux ou se transforment en mégaphorbiaies; les prairies maigres deviennent des zones herbagères plus pauvres en espèces.

► **Emploi de produits phytosanitaires**

Exemples: les produits phytosanitaires utilisés en agriculture parviennent dans les eaux et les milieux limitrophes par dérive, ruissellement, lixiviation, drainage, ou par suite de l'évacuation des eaux des routes et des chemins [368]. Des pesticides sont aussi utilisés dans les jardins privés. Leur utilisation est souvent incorrecte. Beaucoup d'organismes sont très sensibles aux pesticides (papillons [369], organismes des milieux aquatiques [370], orchidées, p. ex.).

► **Abandon de l'exploitation de prairies et pâturages riches en espèces**

Exemple: une exploitation insuffisante entraîne l'enfrichement puis l'avancée de la forêt.

► **Entretien insuffisant et incorrect des zones protégées**

Exemple: l'absence de moyens financiers dans le budget pour la protection de la nature et du paysage explique en grande partie la mise en œuvre insuffisante de la protection des biotopes [371].

► **Réseaux alimentaires disloqués**

Exemples: si le nombre des espèces végétales diminue dans une région, la diversité d'autres groupes d'organismes diminuera également [372]. Les modifications de la diversité végétale se succèdent en cascade et remontent aux niveaux supérieurs de la chaîne alimentaire. À l'inverse, la disparition d'une espèce située au sommet de la chaîne alimentaire provoquera des changements dans l'ensemble de l'écosystème [373].

► **Espèces exogènes envahissantes**

Exemple: environ 900 espèces exogènes vivent en Suisse, dont 107 sont considérées comme envahissantes: elles ont donc le potentiel de concurrencer négativement les espèces indigènes ou de transmettre des maladies [374].

► **Changement climatique**

Exemples: en Suisse, plusieurs groupes d'organismes ont déjà réagi au changement climatique. La fragmentation du paysage et des habitats ne permet toutefois pas à de nombreuses espèces de s'adapter au changement climatique ou de se réfugier dans un territoire approprié. Le changement climatique influence aussi indirectement la biodiversité, par exemple par des modifications connexes de l'utilisation du territoire [375].

Fragmentation des milieux

La fragmentation désigne un processus par lequel une surface de biotopes est morcelée en deux ou plusieurs secteurs. Elle constitue une grave menace pour la biodiversité, car elle provoque la réduction et l'isolement des habitats. La probabilité d'extinction de populations animales et végétales isolées, petites et souvent génétiquement appauvries s'accroît fortement par rapport à celle de populations bien interconnectées. Si une espèce disparaît d'un fragment, sa réintroduction est pratiquement impossible. Ces épisodes d'extinction locaux entraînent une diminution persistante de la biodiversité.

La fragmentation des milieux résulte d'une exploitation intensive du sol ou de la présence d'installations infrastructurelles. La Suisse possède un des réseaux ferroviaires et routiers les plus denses d'Europe [376]. Voies privées comprises, la densité routière s'élève aujourd'hui à 2,7 km par km². Sur le plateau, région la plus densément construite, elle atteint même 3-4 km par km² [377].



Appel aux responsables politiques, économiques et sociaux

L'ensemble des chiffres et des faits scientifiques présentés ici montrent qu'à l'heure actuelle, la qualité, la quantité et la connexion des milieux ne sont pas suffisantes en Suisse pour préserver à long terme la biodiversité et les services écosystémiques qu'elle génère. La plupart des écosystèmes ont subi de lourdes pertes au cours des 100 dernières années. Même les milieux aujourd'hui protégés comme les marais et les zones alluviales continuent d'accuser aujourd'hui des pertes qualitatives et donc quantitatives à long terme; les conséquences négatives apparaissent dans les listes rouges des espèces menacées. La sauvegarde à long terme de la biodiversité et des services écosystémiques repose sur une quantité suffisante de surfaces de bonne qualité.

Les mesures de conservation de la biodiversité adoptées jusqu'à présent ne suffisent pas pour sauvegarder le capital naturel et les services écosystémiques en Suisse. Faute d'efforts supplémentaires, les pertes ne pourront être enrayerées.

La classe politique, l'économie et la société sont maintenant tenu d'agir. Pratiquement tous les secteurs offrent un potentiel et des solutions permettant de sauvegarder et de promouvoir la biodiversité.

► **Enrayer la disparition des habitats**

La disparition des habitats est la principale cause du déclin de la biodiversité. Comme l'état originel d'un milieu dégradé ne peut être rétabli que difficilement et moyennant un coût élevé, il s'agit d'accorder la priorité absolue à la conservation des milieux proches de la nature subsistants.

► **Exploitation du territoire propice à la biodiversité**

La sauvegarde et la promotion de la biodiversité constituent une mission politique, économique et sociale intégrée. L'accent ne doit pas être mis sur les seules zones protégées. Les plantes, animaux et champignons vivent partout dans notre pays et même 72% des sites d'observation d'espèces fortement menacées se situent à l'extérieur des biotopes d'importance nationale protégés. Afin de conserver la biodiversité dans sa globalité, des efforts sont nécessaires dans tous les secteurs: agriculture et sylviculture, énergie, chasse et pêche, transports, aménagement du territoire et urbanisme, industrie, commerce et consommation.

► **Renaturation des surfaces**

Selon les experts, la sauvegarde de la biodiversité et des services écosystémiques en Suisse requièrent, dans la plupart des cas, un doublement de la surface actuelle. Cela implique la mise en valeur ou la création d'habitats, telles que l'exige la Convention sur la biodiversité. Pour que ces mesures aboutissent, il importe toutefois que des surfaces encore intactes et proches de la nature du milieu concerné soient présentes à proximité, pour permettre la migration des espèces.

► **Infrastructure écologique**

Les zones protégées et les surfaces de connexion sont l'épine dorsale de la conservation de la biodiversité. Pourtant, en Suisse, ces surfaces sont, dans bien des cas, dans un état écologique qualitativement insuffisant, trop petites ou trop isolées pour garantir une conservation à long terme de la biodiversité. De plus, les zones protégées qui préservent effectivement la biodiversité dans son intégralité ne représentent qu'une petite partie du territoire national (6% max.) [380]. Il s'agit donc de revaloriser, compléter et interconnecter les zones protégées actuelles autant en qualité qu'en quantité afin de construire une infrastructure écologique fonctionnelle.

► **Programmes de conservation des espèces**

Bon nombre d'espèces particulièrement menacées ainsi que les espèces dotées d'une faible capacité de diffusion nécessitent des mesures spécifiques, notamment des plans d'action dépassant le cadre de la simple protection de l'écosystème (un mode d'exploitation particulier, nichoirs, p. ex.).

► **Créer des incitations positives**

Une partie des subventions de l'État ont une incidence négative directe ou indirecte sur la biodiversité. Une clé du succès est la modification des subventions de telle sorte que les atteintes au capital naturel soient réduites ou évitées. En outre, de nouvelles incitations financières sont nécessaires pour encourager les protagonistes à adopter un comportement propice la biodiversité.

► **Générer et fournir du savoir**

L'importance des services écosystémiques, les causes et les conséquences des modifications de la biodiversité ainsi que les possibilités de sauvegarder la biodiversité et les services écosystémiques ne sont pas encore connus de tous les acteurs politiques, économiques et sociaux. Les scientifiques doivent élaborer le savoir nécessaire, le mettre à la disposition des décideurs et l'intégrer dans le système éducatif.

► **Renforcement de l'engagement international**

Dans le cadre de la Convention sur la biodiversité, la Suisse a approuvé l'objectif consistant à doubler ses contributions à la protection et la sauvegarde de la biodiversité dans les pays à faibles moyens financiers. Presque tous les états contractuels entendent atteindre cet objectif d'ici 2015, mais la Suisse seulement d'ici 2020. Vu les destructions du capital naturel dans les pays tropicaux (notamment par les entreprises à participation suisse) et leurs répercussions négatives, également pour la Suisse, il importe de renforcer sensiblement l'engagement international.

Le plan d'action lié à la Stratégie Biodiversité Suisse [381], en cours d'élaboration à la demande du Conseil fédéral, a pour objectif de préserver le capital naturel et de créer ainsi des plus-values pour la population. Il offre la chance de remédier maintenant aux carences de la conservation de la biodiversité. Jamais encore auparavant, le besoin d'agir pour conserver et promouvoir la biodiversité n'avait été aussi grand ni l'occasion aussi belle de garantir à long terme les bases de notre existence.

La nécessité d'agir est reconnue et les mesures efficaces sont identifiées. La balle est maintenant dans le camp de la classe politique et de la société. Ils sont tenus de prendre les bonnes décisions et d'assurer ainsi aussi le bien-être des générations futures.



Bibliographie

- [1] Cordillot F., Klaus G. (2011): Espèces menacées en Suisse. Synthèse des listes rouges, situation en 2010. Office fédéral de l'environnement, Berne. État de l'environnement n° 1120.
- [2] Kosakyan A. et al. (2013): Using DNA-barcoding for sorting out protist species complexes: A case study of the *Nebela tinctoria-collaris-bohemica* group (Amoebozoa; Arcellinida, Hyalospheniidae). *European Journal of Protistology* 49, 222-237.
- [3] Torsvik V. et al. (2002): Prokaryotic diversity – Magnitude, dynamics, and controlling factors. *Science* 296, 1064-1066.
- [4] Delarze R., Gonseth Y. (2008): Guide des milieux naturels de Suisse. Ecologie, menaces, espèces caractéristiques. 2ème édition entièrement revue et corrigée de 1998. Rossolis, Bussigny.
- [5] Kleijer G. et al. (2012): La banque de gènes nationale d'Agroscope ACW hier, aujourd'hui et demain. *Recherche agronomique suisse* 3, 408-413.
- [6] Maier D.S. (2012): What's So Good About Biodiversity? *The International Library of Environmental, Agricultural and Food Ethics*, Vol. 19.
- [7] Millennium Ecosystem Assessment (2005): Millennium Ecosystem Assessment. General Synthesis Report. Island Press, Washington D.C.
- [8] Cardinale B.J. et al. (2012): Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature* 486, 59-67.
- [9] Schröter-Schlaack C. (2014): Ökosystemleistungen, TEEB und Naturkapital Deutschland. *BFN-Skripten* 359, 8-21.
- [10] Millennium Ecosystem Assessment (2005): Millennium Ecosystem Assessment. General Synthesis Report. Island Press, Washington D.C.
- [11] TEEB (2010): Economie des écosystèmes et de la biodiversité: intégrer l'importance économique de la nature dans les processus de décision. Une synthèse de l'approche, des conclusions et des recommandations de la TEEB. L'étude a été initiée en 2007 à Potsdam par les ministres de l'environnement du G8+5; les travaux portent sur le «bienfait économique mondial de la diversité biologique, les coûts de la perte de biodiversité et les coûts engendrés par la perte de biodiversité due à des mesures insuffisantes par rapport aux coûts d'une protection efficace de la nature.»
- [12] Siegrist D., Stremlow M. (Hrsg.) (2009): *Landschaft Erlebnis Reisen. Naturnaher Tourismus in Parks und UNESCO-Gebieten*. Rotpunktverlag, Zürich.
- [13] Académies suisses des sciences (2014): Abeilles et autres pollinisateurs: importance pour l'agriculture et la biodiversité. *Swiss Academies Factsheets* 9 (1).
- [14] Kremen C., Miles A. (2012): Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems: benefits externalities, and trade-offs. *Ecology and Society* 17, 40.
- [15] Altmann K.H. (2005): Die Natur als Arzneimittelhersteller und als Quelle der Inspiration für den Chemiker: die Bedeutung von Naturstoffen in der Arzneimittelforschung. *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich* 150/3-4, 97-105.
- [16] Baumann M. (2000): Neue Medikamente aus der Urwaldapotheke. *Bulletin des médecins suisses* 81, 1740-1744.
- [17] Scheidegger E. (2009): Tourismus im naturnahen Raum – die wirtschaftliche Sicht. In: Siegrist D., Stremlow M. (Hrsg.). *Landschaft Erlebnis Reisen. Naturnaher Tourismus in Parks und UNESCO-Gebieten*. Rotpunktverlag, Zürich.
- [18] www.ag.ch/umwelt-aargau/pdf/UAG_59_09.pdf (site consulté le 6.9.2014).
- [19] Pattaroni L. et al. (2010): Nachhaltiger städtischer Lebensraum für Familien mit Kindern. *Collage. Zeitschrift für Planung, Umwelt und Städtebau* 4.
- [20] Obrist M.K. et al. (2012): La Biodiversité en ville – pour l'être humain et la nature. *Notice pour le praticien* 48, 1-12. Institut fédéral de recherche WSL.
- [21] Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (Hrsg.) (2004): Vorbeugender Hochwasserschutz durch Wald und Forstwirtschaft in Bayern. *LWF Wissen* 44.
- [22] Pohl M. et al. (2009): Higher plant diversity enhances soil stability in disturbed alpine ecosystems. *Plant and Soil* 324, 91-102.
- [23] Tockner K., Stanford J.A. (2002): Riverine flood plains: present state and future trends. *Environmental Conservation* 29, 308-330.
- [24] Mayer P.M. et al. (2007): Meta-analysis of nitrogen removal in riparian buffers. *Journal of Environmental Quality* 36, 1172-1180.
- [25] Eawag (Hrsg.) (2009): *Wasserversorgung 2025 – Vorprojekt Standortbestimmung*. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Bern.
- [26] Turbé A. (2010): Soil biodiversity: functions, threats and tools for policy makers. *Bio Intelligence Service, IRD, and NIOO, Report for European Commission (DG Environment)*.
- [27] [Karlsruher Institut für Technologie \(KIT\). www.kit.edu/besuchen/pi_2013_13562.php](http://www.kit.edu/besuchen/pi_2013_13562.php) (site consulté le 26.2.2014).
- [28] Damm C. et al. (2012): Auenschutz – Hochwasserschutz – Wasserkraftnutzung. Beispiele für eine ökologisch vorbildliche Praxis. *Reihe: Naturschutz und Biologische Vielfalt*, Band 112.
- [29] Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (Hrsg.) (2004): Vorbeugender Hochwasserschutz durch Wald und Forstwirtschaft in Bayern. *LWF Wissen* 44.
- [30] Altermatt F., Ebert D. (2008): Genetic diversity of *Daphnia magna* populations enhances resistance to parasites. *Ecology Letters* 11, 918-928.
- [31] Schmidt K.A., Ostfeld R.S. (2001): Biodiversity and the dilution effect in disease ecology. *Ecology* 82, 609-619.
- [32] Keesing F. et al. (2010): Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. *Nature* 468, 647-652.
- [33] Bolund P., Hunhammar S. (1999): Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics* 29, 293-301.
- [34] Siegrist D., Stremlow M. (Hrsg.) (2009): *Landschaft Erlebnis Reisen. Naturnaher Tourismus in Parks und UNESCO-Gebieten*. Rotpunktverlag, Zürich.
- [35] OFEV et WSL (2013): *La Population suisse et sa forêt. Rapport relatif à la deuxième enquête menée dans le cadre du monitoring socioculturel des forêts (WaMos 2)*. Office fédéral de l'environnement, Berne; Institut fédéral de recherche sur la forêt, la neige et le paysage (WSL), Birmensdorf. *Connaissance de l'environnement* n° 1307.
- [36] Altermatt F., Ebert D. (2008): Genetic diversity of *Daphnia magna* populations enhances resistance to

- parasites. *Ecology Letters* 11, 918-928.
- [37] www.bionische-innovationen.de (site consulté le 11.2.2014).
- [38] Allan E. et al. (2013): A comparison of the strength of biodiversity effects across multiple functions. *Oecologia* 173, 223-237.
- [39] Ehrenfeld D. (1992): Warum soll man der biologischen Vielfalt einen Wert beimessen? In: Wilson E.O.: Ende der biologischen Vielfalt? Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- [40] TEEB (2010): Economie des écosystèmes et de la biodiversité: intégrer l'importance économique de la nature dans les processus de décision. Une synthèse de l'approche, des conclusions et des recommandations de la TEEB.
- [41] Cordillot F., Klaus G. (2011): Espèces menacées en Suisse. Synthèse des listes rouges, état 2010. Etat de l'environnement 1120. Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [42] Weggler M. et al. (2009): Zürcher Brutvogelaltas 2008. Aktuelle Brutvogelbestände im Kanton Zürich 2008 und Veränderungen seit 1988. Bericht mit 2 Separates. Herausgeber: ZVS/BirdLife Zürich.
- [43] Fagan W.F., Holmes E.E. (2006): Quantifying the extinction vortex. *Ecology Letters* 9, 51-60.
- [44] Vonlanthen P. et al. (2012): Eutrophication causes speciation reversal in whitefish adaptive radiations. *Nature* 482, 357-362.
- [45] Traill L.W. et al. (2010): Pragmatic population viability targets in a rapidly changing world. *Biological Conservation* 143, 28-34.
- [46] Holderegger R. (2009): Wie gut sind Rote Listen? Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf. Informationsblatt Landschaft 75.
- [47] Altermatt F. et al. (2006): Die Gross-Schmetterlingsfauna der Region Basel. Monographien der Entomologischen Gesellschaft Basel 2, 423 S.
- [48] Kuussaari M. et al. (2009): Extinction debt: a challenge for biodiversity conservation. *Trends in Ecology & Evolution* 24, 564-71.
- [49] Wermeille E. et al. (2014): Liste rouge Papillons diurnes et zygènes. Espèces menacées de Suisse, état 2012. Office fédéral de l'environnement, Berne; Centre suisse de la cartographie de la faune, Neuchâtel. *L'environnement pratique* n° 1403.
- [50] Info Flora (2013): Module 1 de la Liste rouge. Communications du Centre de données et d'informations sur la flore suisse, p. 28-31.
- [51] Delarze R. et al.: Liste Rouge des habitats de Suisse et Liste des habitats prioritaires de Suisse. Publication en préparation.
- [52] Schaffner U. et al. (2012): Calcium Induces Long-Term Legacy Effects in a Subalpine Ecosystem. *PLoS One* 7(12):e51818.
- [53] Rust-Dubié C. et al (2006): Fauna der Schweizer Auen. Eine Datenbank für Praxis und Wissenschaft. Bristol-Schriftenreihe 16. Haupt Verlag, Bern.
- [54] Klaus G. (2012): Gewässer im Baselbiet. «bild geschichten bl», Verlag des Kantons Basel-Landschaft, Liestal.
- [55] Arnold M. et al. (2009): Mehrwert naturnaher Wasserläufe. Untersuchung zur Zahlungsbereitschaft mit besonderer Berücksichtigung der Erschliessung für den Langsamverkehr. *Umwelt-Wissen* Nr. 0912. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [56] <http://www.myswitzerland.com/fr-ch/destinations/histoire-deau-suisse.html> (site consulté le 28.3.2014).
- [57] Vonlanthen P. et al. (2012): Eutrophication causes speciation reversal in whitefish adaptive radiations. *Nature* 482, 357-362.
- [58] Wittmer I. et al. (2014): Über 100 Pestizide in Fließgewässern. *Aqua & Gas* 3, 32-43.
- [59] Malaj E. et al. (2014): Organic chemicals jeopardize the health of freshwater ecosystems on the continental scale. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111, 9549-9554.
- [60] Suislepp K. et al. (2011): Impacts of artificial drainage on amphibian breeding sites in hemiboreal forests. *Forest Ecology and Management* 262, 1078-1083.
- [61] Davies et al. (2008): A comparison of the catchment sizes of rivers, streams, ponds, ditches and lakes: implications for protecting aquatic biodiversity in an agricultural landscape. *Hydrobiologia* 597, 7-17.
- [62] Peter A. et al. (2011): Les milieux aquatiques et leur exploitation. In: Lachat T. et al. (éd.): Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900. Avons-nous touché le fond? Bristol, Zurich. Haupt Verlag, Berne.
- [63] Lachat T. et al. (2011): Perte de milieux précieux. In: Lachat et al.: Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900. Avons-nous touché le fond? Bristol, Zurich. Haupt Verlag, Berne.
- [64] Zeh Weissmann H. et al. (2009): Ecomorphologie des cours d'eau suisses. Etat du lit, des rives et des berges. Résultats des relevés écomorphologiques. Avril 2009. Etat de l'environnement n° 0926. Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [65] Keller V. (2011): La Suisse, refuge hivernal pour les oiseaux d'eau. Avifauna Report 6. Station ornithologique de Sempach.
- [66] Zollhöfer J.M. (1997): Quellen – die unbekanntes Biotope: erfassen bewerten, schützen. Bristol Stiftungsserie Band 6. Flück-Wirth Verlag, Teufen.
- [67] Bonnard L. (2010): Synthesebericht zur Pilotphase der Erfolgskontrolle Auen von nationaler Bedeutung. Technischer Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Bern.
- [68] Borgula A. (2011): Sites de reproduction de batraciens d'importance nationale. Hotspot 24: Le réseau suisse des zones protégées, p. 8-9.
- [69] Kirchofer A. et al. (2007): Liste Rouge des poissons et cyclostomes de Suisse. Office fédéral de l'environnement, Berne, Centre suisse pour la cartographie de la faune, Neuchâtel. *L'environnement pratique* n° 0734.
- [70] Uhlmann V., Wehrli B. (2011). Wasserkraftnutzung und Restwasser. Restwasserstrecken und Sanierungsbedarf. Bericht Eawag.
- [71] Kirchofer A. et al. (2007): Liste Rouge des poissons et cyclostomes de Suisse. Office fédéral de l'environnement, Berne, Centre suisse pour la cartographie de la faune, Neuchâtel. *L'environnement pratique* n° 0734.
- [72] Baumann P. et al. (2012): Sanierung Schwall/Sunk – Strategische Planung. Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer. Bundesamt für Umwelt, Bern. *Umwelt- Vollzug* Nr. 1203.
- [73] Vonlanthen P. et al. (2012): Eutrophication causes speciation reversal in whitefish adaptive radiations. *Nature* 482, 357-362.
- [74] Schärer M. (2009): Gewässerbeurteilung in der Schweiz und in Europa. *Eawag News* 67, 31-33.
- [75] Beketov M.A. et al. (2013): Pesticides reduce regional

- biodiversity of stream invertebrates. PNAS 110, 11039-11043.
- [76] Hallmann C.A. et al. (2014): Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations. *Nature* 511, 341-343.
- [77] Malaj E. et al. (2014): Organic chemicals jeopardize the health of freshwater ecosystems on the continental scale. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111, 9549-9554.
- [78] Chagnon M. et al. (2014): Risks of large-scale use of systemic insecticides to ecosystem functioning and services. *Environmental Science and Pollution Research*.
- [79] Nyman A.-M. et al. (2013): The Insecticide Imidacloprid Causes Mortality of the Freshwater Amphipod *Gammarus pulex* by Interfering with Feeding Behavior. *PLoS ONE* 8(5): e62472. doi:10.1371/journal.pone.0062472.
- [80] Van der Sluijs J.P. et al. (2014): Conclusions of the Worldwide Integrated Assessment on the risks of neonicotinoids and fipronil to biodiversity and ecosystem functioning. *Environmental Science and Pollution Research*. DOI 10.1007/s11356-014-3229-5.
- [81] Relyea R.A. (2005): The lethal impact of roundup on aquatic and terrestrial amphibians. *Ecological Applications* 15, 1118-1124.
- [82] Zeh Weissmann H. et al. (2009): Ecomorphologie des cours d'eau suisses. État du lit, des rives et des berges. Résultats des relevés écomorphologiques. Avril 2009. État de l'environnement n° 0926. Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [83] Peter A. et al. (2011): Les milieux aquatiques et leur exploitation. In: Lachat et al. (Red.): Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900. Avons-nous touché le fond? Bristol, Zurich. Haupt Verlag, Berne.
- [84] Cordillot F., Klaus G. (2011): Espèces menacées en Suisse. Synthèse des listes rouges, état 2010. État de l'environnement 1120. Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [85] Auderset Joye D., Schwarzer A. (2012): Liste rouge Characées. Espèces menacées en Suisse, état 2010. Office fédéral de l'environnement, Berne et Laboratoire d'écologie et de biologie aquatique (LEBA) de l'Université de Genève. L'environnement pratique n° 1213.
- [86] Egli H.-R. et al. (2002): Analyse, Bewertung und Inwertsetzung der historischen Kulturlandschaft im Seeland. Schlussbericht. COST-Aktion G2 «Ancient landscapes and rural structures». Geographisches Institut der Universität Bern.
- [87] Peter A., Weber C. (2004): Die Rhone als Lebensraum für Fische. *Wasser, Energie, Luft* 11/12, 326-330.
- [88] www.cipel.org/sp/article179.html (site consulté le 21.2.2014).
- [89] Villaret P. (1951): La littorale sur les rives du Lac Léman. *Bulletin du Cercle vaudois de botanique* 2, 29-31.
- [90] Eberstaller J. et al. (1997): Gewässer- und fischökologische Konzepte Alpenrhein. Internationale Regierungskommission Alpenrhein.
- [91] Peter A., Weber C. (2004): Die Rhone als Lebensraum für Fische. *Wasser, Energie, Luft* 11/12, 326-330.
- [92] Schiess H., Schiess-Bühler C. (1997): Dominanzminderung als ökologisches Prinzip: Eine Neubewertung der ursprünglichen Waldnutzungen für den Arten- und Biotopschutz am Beispiel der Tagfalterfauna eines Auenwaldes in der Nordschweiz. *Mitteilungen der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft*, Band 72.
- [93] Centre de coordination pour la protection des amphibiens et des reptiles de Suisse (karch), Neuchâtel.
- [94] Rey P. et al. (2004): Wirbellose Neozoen im Hochrhein. Ausbreitung und ökologische Bedeutung. *Schriftenreihe Umwelt* Nr. 380. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- [95] www.rivermanagement.ch (site consulté le 8.9.2014)
- [96] Thomas G., Peter A. (2014): Erholung von Fischgemeinschaften nach Fließgewässer-Revitalisierungen. *Wasser Energie Luft* 106, 47-54.
- [97] Arlettaz R. et al. (2011): River bed restoration boosts habitat mosaics and the demography of two rare non-aquatic vertebrates. *Biological Conservation* 144, 2126-2132.
- [98] Peter A. et al. (2011): Les milieux aquatiques et leur exploitation. In: Lachat et al. (Red.): Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900. Avons-nous touché le fond? Bristol, Zurich. Haupt Verlag, Berne.
- [99] Sundermann A. et al. (2011): River restoration success depends on the species pool of the immediate surroundings. *Ecological Applications* 21, 1962-1971.
- [100] Ruff M. et al. (2013): 20 Jahre Rheinüberwachung. *Aqua & Gas* Nr. 5, 16-25.
- [101] Pomati F. et al. (2011): Effects of re-oligotrophication and climate warming on plankton richness and community stability in a deep mesotrophic lake. *Oikos* 121, 1317-1327.
- [102] Bohl E. et al. (2004): Fischfaunistische Untersuchungen zur Umgestaltung der Mündung des Liechtensteiner Binnenkanals in den Alpenrhein. Amt für Umweltschutz des Fürstentums Liechtenstein.
- [103] Centre de coordination pour la protection des amphibiens et des reptiles de Suisse (karch), Neuchâtel.
- [104] Guntern J. et al. (2013): Surface requise pour la conservation de la biodiversité et des services écosystémiques en Suisse. *Forum Biodiversité Suisse, Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT)*, Berne.
- [105] Klaus G. (2007): État et évolution des marais en Suisse. Résultats du suivi de la protection des marais. État de l'environnement n° 0730. Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [106] Gimmi U. et al. (2011): Reconstructing the collapse of wetland networks in the Swiss lowlands 1850-2000. *Landscape Ecology* 26, 1071-1083.
- [107] Ewald K.C., Klaus G. (2010): Die ausgewechselte Landschaft – Vom Umgang der Schweiz mit ihrer wichtigsten natürlichen Ressource. 2. Aufl. Haupt Verlag Bern.
- [108] Klaus G. (2007): État et évolution des marais en Suisse. Résultats du suivi de la protection des marais. État de l'environnement n° 0730. Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [109] Frankl R., Schmeidl H. (1998): Naturschutzbezogene Langzeituntersuchungen in einem südbayerischen Hochmoor: Vegetationsdynamik und Veränderungen in Wasser- und Nährstoffhaushalt. *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 58, 115-127.
- [110] Lachat T. et al. (2011): Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900. Avons-nous touché le fond? Bristol, Zurich. Haupt Verlag, Berne.
- [111] OFEFP (2002): Marais et protection des marais en

- Suisse. Berne.
- [112] Paul S., Alewell C. (2013): Moorregeneration als Klimaschutzmassnahme: eine Recherche zur neuen Kyoto-Aktivität Wetland Drainage and Rewetting. Im Auftrag des BAFU.
- [113] Volkart G. et al. (2012): Nährstoffpufferzonen um nationale Biotope NHG in der Schweiz. Standortbestimmung und Handlungsbedarf. Entwurf, im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Bern.
- [114] Klaus G. (2007): État et évolution des marais en Suisse. Résultats du suivi de la protection des marais. État de l'environnement n° 0730. Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [115] Klaus G. (2007): État et évolution des marais en Suisse. Résultats du suivi de la protection des marais. État de l'environnement n° 0730. Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [116] Bergamini A. et al. (2009): Loss of habitat specialists despite conservation management in fen remnants 1995-2006. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 11, 65-79.
- [117] Bundesamt für Umwelt (2014): Grundlagenpapier zur Stickstoffproblematik. Luft, Boden, Wasser, Biodiversität und Klima. Interner Bericht.
- [118] Diemer M. et al. (2005): Die langfristigen Auswirkungen von Nutzungsänderungen auf häufige Pflanzenarten montaner Kalkflachmoore in der Schweiz. *Natur und Landschaft* 80/2, 63-68.
- [119] Schmid H. et al. (1992): Limikolenrastplätze in der Schweiz. Station ornithologique suisse Sempach.
- [120] Pasinelli G., Schiegg K. (2006): Fragmentation within and between wetland reserves: the importance of spatial scales for nest predation in reed buntings. *Ecography* 29, 721-732.
- [121] Cordillot F., Klaus G. (2011): Espèces menacées en Suisse. Synthèse des listes rouges, état 2010. État de l'environnement 1120. Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [122] Urmi E. et al. (2007): Zwei Jahrhunderte Bestandesentwicklung von Moosen in der Schweiz: Retrospektives Monitoring für den Naturschutz. *Bristol-Schriftenreihe* 18, 1-139.
- [123] OFEFP (2002): Marais et protection des marais en Suisse. Berne.
- [124] Gimmi U. et al. (2011): Reconstructing the collapse of wetland networks in the Swiss lowlands 1850-2000. *Landscape Ecology* 26, 1071-1083.
- [125] Dalang T., Fischbacher U. (1992): Fraktale Geometrie der Flachmoore. *Informationsblatt des Forschungsreiches Landschaft* 12, S. 3.
- [126] Grosvernier Ph., Staubli P. (2009): Régénération des hauts-marais. Bases et mesures techniques. L'environnement pratique n° 0918. Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [127] Klaus G. (2007): État et évolution des marais en Suisse. Résultats du suivi de la protection des marais. État de l'environnement n° 0730. Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [128] Drösler M. et al. (2012): Beitrag ausgewählter Schutzgebiete zum Klimaschutz und dessen monetäre Bewertung. BfN-Skripten 328.
- [129] Guntern J. et al. (2013): Surface requise pour la conservation de la biodiversité et des services écosystémiques en Suisse. *Forum Biodiversité Suisse*, de l'Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT), Berne.
- [130] Huovinen-Hufschmid Ch., Körner Ch. (1998): Microscale patterns of plant species distribution, biomass and leaf tissue quality in calcareous grassland. *Botanica Helvetica* 108, 69-83.
- [131] Walter T. et al. (2011): Agriculture. In: Lachat et al.: Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900. Avons-nous touché le fond? Bristol, Zurich. Haupt Verlag, Berne.
- [132] Walter T. et al. (2011): Agriculture. In: Lachat et al.: Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900. Avons-nous touché le fond? Bristol, Zurich. Haupt Verlag, Berne.
- [133] Stoate C. et al. (2001): Ecological impacts of arable intensification in Europe. *Journal of Environmental Management* 63, 337-365.
- [134] Geiger F. et al. (2010): Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology* 11, 97-105.
- [135] Lachat et al. (2011): Perte de milieux naturels précieux. In: Lachat et al.: Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900. Avons-nous touché le fond? Bristol, Zurich. Haupt Verlag, Berne.
- [136] Moser D. et al. (2002): Liste rouge des fougères et plantes à fleurs menacées de Suisse. Office fédéral de l'environnement, de la forêt et du paysage, Berne.
- [137] Lachat et al. (2011): Perte de milieux naturels précieux. In: Lachat et al.: Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900. Avons-nous touché le fond? Bristol, Zurich. Haupt Verlag, Berne.
- [138] Walter T. et al. (2013): Opérationnalisation des objectifs environnementaux pour l'agriculture: Domaine espèces cibles et caractéristiques, milieux naturels (OPAL). *Art-Schriftenreihe* 18. Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement OFEV et de l'Office fédéral de l'agriculture OFAG.
- [139] Le cadastre de production agricole englobe les zones et régions suivantes: zone d'estivage; zones de montagne I à IV; région de plaine, comprenant la zone de plaine et la zone de collines.
- [140] Indicateur MBD Z12: <http://www.biodiversitymonitoring.ch/fr/donnees/indicateurs/z/z12.html> (site consulté le 27.10.2014).
- [141] www.hochstamm-suisse.ch/home/hochstamm/rueckgang.html (site consulté le 26.2.2014)
- [142] Office fédéral de la statistique (2013): L'utilisation du sol en Suisse. Résultats de la statistique de la superficie. Office fédéral de la statistique, Neuchâtel.
- [143] Bengtsson et al. (2005): Effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 42, 261-269.
- [144] Birkhofer K. et al. (2008): Long-term organic farming fosters below and aboveground biota: Implications for soil quality, biological control and productivity. *Soil Biology and Biochemistry* 40, 2297-2308.
- [145] Maeder P. et al. (2002): Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science* 296, 1694-1697.
- [146] Tuck S.L. et al. (2014): Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 51, 746-755.
- [147] Herzog F., Walter T. (2005): Evaluation der Ökomassnahmen. *Bereich Biodiversität. Schriftenreihe der FAL* 56.

- [148] Herzog F., Walter T. (2005): Evaluation der Ökomassnahmen. Bereich Biodiversität. Schriftenreihe der FAL 56.
- [149] Office fédéral de l'agriculture (2013): Rapport 2013. Berne.
- [150] Office fédéral de l'environnement et Office fédéral de l'agriculture (2008): Objectifs environnementaux pour l'agriculture, à partir de bases légales existants. Connaissance de l'environnement n° 0820. Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [151] Geiger F. et al. (2010): Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology* 11, 97-105.
- [152] Jahn T. et al. (2014): Protection of biodiversity of free living birds and mammals in respect of the effects of pesticides. Umweltbundesamt Deutschland.
- [153] Brühl C.A. et al. (2013): Terrestrial pesticide exposure of amphibians: An underestimated cause of global decline? *Scientific Reports (Nature)*, doi:10.1038/srep01135.
- [154] Gill R.J. et al. (2012): Combined pesticide exposure severely affects individual- and colony-level traits in bees. *Nature* 491, 105-109.
- [155] Whitehorn P.R. et al. (2012): Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production. *Science* 336, 351-352.
- [156] van der Sluijs J.P. et al. (2014): Conclusions of the Worldwide Integrated Assessment on the risks of neonicotinoids and fipronil to biodiversity and ecosystem functioning. *Environmental Science and Pollution Research*.
- [157] Bobbink R. (1991): Effects of nutrient enrichment in Dutch chalk grassland. *Journal of Applied Ecology* 28, 28-41.
- [158] Kohli L. (2011): Le niveau d'azote de l'air influence la biodiversité. MBD-Facts n° 3. Office fédéral de l'environnement (OFEV).
- [159] Roth T. et al. (2013): Nitrogen deposition is negatively related to species richness and species composition of vascular plants and bryophytes in Swiss mountain grassland. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 178, 121-126.
- [160] Bureau de coordination du monitoring de la biodiversité en Suisse (2009): État de la biodiversité en Suisse. Synthèse des résultats du monitoring de la biodiversité en Suisse (MBD). État: mai 2009. État de l'environnement n° 0911. Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [161] CFHA (2005): Les polluants atmosphériques azotés en Suisse. Rapport de la Commission fédérale de l'hygiène de l'air. (CFHA). Cahier de l'environnement n°384. Office fédéral de l'environnement, de la forêt et du paysage, Berne.
- [162] Broggi M., Schlegel H. (1989): Minimum requis de surfaces proches de l'état naturel dans le paysage rural. Programme national de recherche «Utilisation du sol en Suisse», rapport 31. Liebefeld-Berne.
- [163] Guntern J. et al. (2013): Surface requise pour la conservation de la biodiversité et des services écosystémiques en Suisse. Forum Biodiversité Suisse, de l'Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT), Berne.
- [164] Stöcklin J. et al. (2007): Landnutzung und biologische Vielfalt in den Alpen. vdf, Zürich.
- [165] Richner N. (2014): Changes in arable weed communities over the last 100 years. Dissertation Uni Zürich, 177 S.
- [166] Moser D. et al. (2002): Liste rouge des fougères et plantes à fleurs menacées de Suisse. Office fédéral de l'environnement, de la forêt et du paysage, Berne; Centre du réseau suisse de floristique, Chambésy; Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, Chambésy. *L'environnement pratique*.
- [167] Gabriel D. et al. (2006): Beta diversity at different spatial scales: plant communities in organic and conventional agriculture. *Ecological Applications* 16, 2011-2021.
- [168] Schnyder N. et al. (2004): Liste rouge des bryophytes menacées en Suisse. OFEFP, FUB, NISM. Office fédéral de l'environnement, de la forêt et du paysage. *L'environnement pratique*.
- [169] Sattler et al. (2014): Swiss Bird Index SBI®: Update 2013. Fiche info. Station ornithologique suisse de Sempach.
- [170] Zellweger-Fischer J. (2013): Suivi des populations de lièvres en Suisse en 2013. Station ornithologique suisse de Sempach.
- [171] Walter T. et al. (2011): Agriculture. In: Lachat et al.: Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900. Avons-nous touché le fond? Bristol, Zurich. Haupt Verlag, Bern.
- [172] ProSpecieRara, Fondation suisse pour la diversité patrimoniale et génétique liée aux végétaux et aux animaux.
- [173] ProSpecieRara, Fondation suisse pour la diversité patrimoniale et génétique liée aux végétaux et aux animaux.
- [174] Graf R. et al. (2014): 20 % loss of unimproved farmland in 22 years in the Engadin, Swiss Alps. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 185, 48-58.
- [175] Graf R. et al. (2014): Bewässerungsanlagen als Ursache für die Nutzungsintensivierung von Grünland im Engadin. *Agrarforschung Schweiz* 5, 406-413.
- [176] Tanner K.M., Zoller S. (1996): Zum Ausmass von Landschaftsveränderungen durch Meliorations-Eingriffe. Eine vergleichende Untersuchung in den Gemeinden Wintersingen, Arisdorf und Ormalingen (Kanton Basel-Landschaft). *Regio Basiliensis* 37/3, 155-166.
- [177] Graf R., Korner P. (2011): Veränderungen in der Kulturlandschaft und deren Brutvogelbestand im Engadin zwischen 1987/88 und 2009/2010. Station ornithologique suisse de Sempach.
- [178] Siervo A. et al. (2009): Banalisation de l'avifaune du paysage agricole sur trois surfaces témoins du Valais (1988-2006). *Nos Oiseaux* 56, 129-148.
- [179] Hohl M. (2006): Spatial and temporal variation of grasshopper and butterfly communities in differently managed semi-natural grasslands of the Swiss Alps. Dissertation Nr. 16624. Eidgenössische Technische Hochschule ETH Zürich.
- [180] Altermatt F. et al. (2006): Die Gross-Schmetterlingsfauna der Region Basel. *Monographien der Entomologischen Gesellschaft Basel* 2, 423 S.
- [181] Oertli S. et al. (2005): Ecological and seasonal patterns in the diversity of a species-rich bee assemblage (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes). *European Journal of Entomology* 102, 53-63.
- [182] Meichtry-Stier K. et al. (2014): Impact of landscape improvement by agri-environment scheme on densities

- of characteristic farmland bird species and brown hare (*Lepus europaeus*). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 189, 101-109.
- [183] Birrer S. et al. (2013): Ökologische Vorrangflächen fördern Kulturlandvögel. *Julius Kühn-Archiv* 442, 138-150.
- [184] Jenny M. et al. (2002): *Perdrix grise*. Rapport final 1991-2000. *L'environnement n° 335*. Office fédéral de l'environnement, de la forêt et du paysage, Berne.
- [185] Birrer S. et al. (2013): Ökologischer Ausgleich und Brutvögel – das Beispiel Grosses Moos 1997-2009. *Der Ornithologische Beobachter* 110/44, 475-494.
- [186] Humbert J.-Y. et al. (2010): Hay harvesting causes high orthopteran mortality. *Agriculture Ecosystems & Environment* 139, 522-527.
- [187] Humbert J.-Y. et al. (2010): Effets sur la faune des processus des récoltes des prairies. *ART-Bericht* 724.
- [188] Buri P. et al. (2013): Delaying mowing and leaving uncut refuges boosts orthopterans in extensively managed meadows: Evidence drawn from field-scale experimentation. *Agriculture Ecosystems & Environment* 181, 22-30.
- [189] Chevillat V. et al. (2012): Plus de surfaces de compensation écologique et de meilleure qualité grâce au conseil. *Recherche agronomique suisse* 3.
- [190] 6. Sempacher Fachtagung: Produzierende Landwirtschaft fördert Artenvielfalt. 26. März 2014.
- [191] Station Ornithologique Suisse de Sempach
- [192] Tuck S.L. et al. (2014): Land-use intensity and effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*. Doi: 10.1111/1365-2664.12219.
- [193] Holzschuh A. et al. (2007): Diversity of flower-visiting bees in cereal fields: effects of farming system, landscape composition and regional context. *Journal of Applied Ecology* 44, 41-49.
- [194] Crowder D.W. et al. (2010): Organic agriculture promotes evenness and natural pest control. *Nature* 466, 109-123.
- [195] Gabriel D., Tschamtker T. (2007): Insect pollinated plants benefit from organic farming. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118, 43-48.
- [196] Gabriel D. et al. (2006): Beta diversity at different spatial scales: plant communities in organic and conventional agriculture. *Ecological Applications* 16(5), 2011-2021.
- [197] Andersson G.K.S. et al. (2012): Organic Farming Improves Pollination Success in Strawberries. *PLoS ONE* 7(2): e31599. doi:10.1371/journal.pone.0031599.
- [198] Holzschuh A. et al. (2008): Agricultural landscapes with organic crop support higher pollinator diversity. *Oikos* 117, 354-361.
- [199] Schader C. et al. (2008): Mise en œuvre de mesures écologiques dans les exploitations BIO et PER. *Recherche agronomique suisse* 15.
- [200] Schneider M.K. et al. (2014): Gains to species diversity in organically farmed fields are not propagated at the farm level. *Nature Communications* 5(4151), doi:10.1038/ncomms5151.
- [201] Herzog F. et al. (2013): Vernetzte Agrarlandschaft: Experimente zur Artenvielfalt und ihrer Bedeutung an Kirschbäumen. *Zürich, ART Merkblatt*, 4 S.
- [202] Maillefer C., Eigenmann C. (2011): Conservation des plantes cultivées: quelle surface est nécessaire? *HOT-SPOT* 24.
- [203] Walter T. et al. (2011): *Agriculture*. In: Lachat et al.: *Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900. Avons-nous touché le fond?* Bristol, Zurich. Haupt Verlag, Berne.
- [204] ProSpecieRara, Fondation suisse pour la diversité patrimoniale et génétique liée aux végétaux et aux animaux.
- [205] Walter T. et al. (2013): Opérationnalisation des objectifs environnementaux pour l'agriculture. *Domaine espèces cibles quatre et caractéristiques, milieux naturels (OPAL)*. Art-Schriftenreihe 18. Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement OFEV et de l'Office fédéral de l'agriculture OFAG.
- [206] Brändli U.-B. (2010): *Inventaire forestier national suisse. Résultats du troisième inventaire 2004-2006*. Institut fédéral de recherche sur la forêt, la neige et le paysage (WSL), Birmensdorf; Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [207] www.bafu.admin.ch/biodiversitaet/07982/08292/index.html?lang=fr (site consulté le 28.2.2014)
- [208] Christensen M. et al. (2005): Deadwood in European beech (*Fagus Sylvatica*) forest reserves. *Forest Ecology and Management* 210, 267-282.
- [209] www.waldwissen.net/wald/naturschutz/wsl_totholz/index_FR (site consulté le 12.10.2014).
- [210] Trotsiuk V. et al. (2012): Age structure and disturbance dynamics of the relic virgin beech forest Uholka (Ukrainian Carpathians). *Forest Ecology and Management* 265, 181-190.
- [211] Bußler H. (2006): *Uraltbäume mit jungem, vielfältigem Leben*. *LWF aktuell* 53, 6 - 7.
- [212] Brändli U.-B., Dowhanytsch J. (Red.) (2003): *Urwälder im Zentrum Europas*. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf; Karpaten-Biosphärenreservat, Rachiw. Haupt, Bern.
- [213] Brändli U.-B. (2010): *Inventaire forestier national suisse. Résultats du troisième inventaire 2004-2006*. Institut fédéral de recherche sur la forêt, la neige et le paysage (WSL), Birmensdorf; Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [214] Bollmann K. et al. (2009): *Konzepte, Instrumente und Herausforderungen bei der Förderung der Biodiversität im Wald*. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 160, 53-67.
- [215] OFEFP, WSL (2005): *Rapport forestier 2005 – Faits et chiffres sur l'état de la forêt suisse*. Office fédéral de l'environnement, Berne; Institut fédéral de recherche sur la forêt, la neige et le paysage (WSL), Birmensdorf.
- [216] OFEV (2011): *Liste des espèces prioritaires au niveau national. Espèces prioritaires pour la conservation au niveau national, état 2010*. Office fédéral de l'environnement, Berne. *L'environnement pratique* 1103.
- [217] *Bureau de coordination du monitoring de la biodiversité en Suisse (2009): État de la biodiversité en Suisse. Synthèse des résultats du monitoring de la biodiversité en Suisse (MBD). État: mai 2009. État de l'environnement n° 0911*. Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [218] Scheidegger C. et al. (2011): *Gestion forestière*. In: Lachat et al.: *Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900. Avons-nous touché le fond?* Bristol, Zurich. Haupt Verlag, Berne.
- [219] Scheidegger C., Stofer S. (2009): *Flechten im Wald:*

- Vielfalt, Monitoring und Erhaltung. Langzeitforschung für eine nachhaltige Waldnutzung (Red.: N. Kräuchi). S. 39-50. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf.
- [220] OFEFP, WSL (2005): Rapport forestier 2005 – Faits et chiffres sur l'état de la forêt suisse. Office fédéral de l'environnement, de la forêt et du paysage, Berne; Institut fédéral de recherche sur la forêt, la neige et le paysage (WSL), Birmensdorf.
- [221] Scherzinger W. (1996): Naturschutz im Wald. Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung. Stuttgart, Ulmer.
- [222] Müller M. et al. (2012): Quelle est la surface minimale pour des îlots de sénescence? Journal forestier suisse 163.
- [223] OFEFP, WSL (2005): Rapport forestier 2005 – Faits et chiffres sur l'état de la forêt suisse. Office fédéral de l'environnement, de la forêt et du paysage, Berne; Institut fédéral de recherche sur la forêt, la neige et le paysage (WSL), Birmensdorf.
- [224] www.bafu.admin.ch/biodiversitaet/07982/08292/index.html?lang=fr (site consulté le 2.3.2014).
- [225] Bolliger M., Imesch N., Schnidrig R. (2012): Politique des réserves forestières en Suisse: bilan intermédiaire et perspective du gouvernement fédéral. Journal forestier suisse 163.
- [226] www.bafu.admin.ch/schutzgebiete-inventare/07851/index.html?lang=fr (site consulté le 6.11.2014).
- [227] Brändli U.-B. (2010): Inventaire forestier national suisse. Résultats du troisième inventaire 2004-2006. Institut fédéral de recherche sur la forêt, la neige et le paysage (WSL), Birmensdorf; Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [228] Lachat T. et al. (2014): Bois mort en forêt. Formation, importance et conservation. Notice pour le praticien, 52. Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL, Birmensdorf.
- [229] LFI4. Demande de résultats: <http://www.lfi.ch/resultate/anleitung-fr.php?lang=fr>
- [230] Müller J., Bütler R. (2010): A review of habitat thresholds for dead wood: a baseline for management recommendations. European Journal of Forest Research 129, 981-992.
- [231] Seibold S. et al. (2014): Association of extinction risk of saproxylic beetles with ecological degradation of forests in Europe. Conservation Biology. Im Druck.
- [232] Lachat T. et al. (2014): Bois énergie et saproxyles: dilemme. Hotspot 29.
- [233] Brändli U.-B. (2010): Inventaire forestier national suisse. Résultats du troisième inventaire 2004-2006. Institut fédéral de recherche sur la forêt, la neige et le paysage (WSL), Birmensdorf; Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [234] Walther G.R., Grundmann A. (2001): Trends of vegetation change in coline and submontane climax forests in Switzerland. Bulletin Geobotanical Institute ETH 67, 3-12.
- [235] Brändli U.-B. (2010): Inventaire forestier national suisse. Résultats du troisième inventaire 2004-2006. Institut fédéral de recherche sur la forêt, la neige et le paysage (WSL), Birmensdorf; Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [236] LFI4. Demande de résultats: <http://www.lfi.ch/resultate/anleitung-fr.php?lang=fr>
- [237] Brändli U.-B. (2010): Inventaire forestier national suisse. Résultats du troisième inventaire 2004-2006. Institut fédéral de recherche sur la forêt, la neige et le paysage (WSL), Birmensdorf; Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [238] Schüler S. et al. (2013): Fichte – fit für den Klimawandel? BFW-Praxisinformation 31, 10–12.
- [239] Dobbartin M. et al. (2006): Die Klimaveränderung bedroht die Föhre im Wallis. Wald und Holz 8/06, 37–39.
- [240] Braunisch V. et al. (2014): Temperate mountain forest biodiversity under climate change: compensating negative effects by increasing structural complexity. PLoS ONE 9(5), 1-16.
- [241] Braun S. et al. (2012): Dépôts atmosphériques azotés et leurs effets en forêt. Journal forestier suisse 163.
- [242] Walther G.R., Grundmann A. (2001): Trends of vegetation change in coline and submontane climax forests in Switzerland. Bulletin Geobotanical Institute ETH 67, 3-12.
- [243] LFI4. Demande de résultats: <http://www.lfi.ch/resultate/anleitung-fr.php?lang=fr>
- [244] Brändli U.-B. (2010): Inventaire forestier national suisse. Résultats du troisième inventaire 2004-2006. Institut fédéral de recherche sur la forêt, la neige et le paysage (WSL), Birmensdorf; Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [245] Nobis M. (2008): Invasive Neophyten auch im Wald? Wald und Holz 8/08, 46-49.
- [246] Wermelinger B. et al. (2013): Espèces invasives de capricornes provenant d'Asie. Ecologie et gestion. Notice pour le praticien 50.
- [247] Rusterholz H.-P. et al. (2012): Garden waste deposits as a source for invasive plants in mixed-deciduous forests in Switzerland. Applied Vegetation Science 15, 329-337.
- [248] Canton d'Argovie: www.ag.ch/de/bvu/wald/naturschutz_im_wald/naturschutzprogramm_wald/naturschutzprogramm_wald_1.jsp (site consulté le 6.11.2014).
- [249] Hunziker M. et al. (2012): La population suisse et sa forêt. Rapport relatif à la deuxième enquête menée dans le cadre du monitoring socioculturel des forêts (WaMos 2). Institut fédéral de recherche sur la forêt, la neige et le paysage (WSL), Birmensdorf.
- [250] Bollmann K., Braunisch V. (2013): To integrate or to segregate: balancing commodity production and biodiversity conservation in European forests. In: Kraus D., Krumm F. (eds). Integrative approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity. Joensuu, EFI. 18-31.
- [251] Bade S. et al. (2011): Consentement à payer pour des mesures en faveur de la biodiversité en forêt. Journal forestier suisse 162.
- [252] LFI4. Demande de résultats: <http://www.lfi.ch/resultate/anleitung-fr.php?lang=fr>
- [253] Mollet P., Zbinden N., Schmid H. (2009): Steigende Bestandszahlen bei Spechten und anderen Vogelarten dank Zunahme von Totholz? Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 160, 334-340.
- [254] Lachat T. et al. (2013): Population trends of *Rosalia alpina* (L.) in Switzerland: a lasting turnaround? Journal of Insect Conservation 17, 653-662.
- [255] Fachstelle Naturschutz Kanton Zürich (2001): Lichter Wald. Ergebnisse aus Erfolgskontrollen. Fachstelle Naturschutz des Kantons Zürich, Zürich.

- [256] Eisenring M. et al. (2011): The diversity of nocturnal Macrolepidoptera and plants in two *Fagus* forests differently affected by the 1999 storm Lothar in northern Switzerland. *Erweiterte Semesterarbeit an der ETH Zürich*.
- [257] Essl F., Rabitsch W. (2013): Biodiversität und Klimawandel. Auswirkungen und Handlungsoptionen für den Naturschutz in Mitteleuropa. Springer Verlag.
- [258] Morin X. et al. (2014): Temporal stability in forest productivity increases with tree diversity due to asynchrony in species dynamics. *Ecology Letters*. DOI: 10.1111/ele.12357.
- [259] Guntern J. et al. (2013): Surface requise pour la conservation de la biodiversité et des services écosystémiques en Suisse. *Forum Biodiversité Suisse, de l'Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT)*, Berne.
- [260] Lachat T. et al. (2014): Bois mort en forêt. Formation, importance et conservation. Notice pour le praticien 52. Institut fédéral de recherche sur la forêt, la neige et le paysage (WSL), Birmensdorf.
- [261] Körner C. (2011): Coldest places on earth with angiosperm plant life. *Alpine Botany* 121, 11-22.
- [262] Scherrer D., Körner C. (2009): Infra-red thermometry of alpine landscapes challenges climatic warming projections. *Global Change Biology* 16, 2602-2613.
- [263] Scherrer D., Körner C. (2011): Topographically controlled thermal-habitat differentiation buffers alpine plant diversity against climate warming. *J Biogeogr* 38, 406-416.
- [264] Lauber S. et al. (2013): Avenir de l'économie alpestre suisse. Faits, analyses et éléments de réflexion issus du programme de recherche AlpFUTUR. Institut fédéral de recherche sur la forêt, la neige et le paysage (WSL), Birmensdorf; Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zurich-Reckenholz.
- [265] Lauber S. et al. (2013): Avenir de l'économie alpestre suisse. Faits, analyses et éléments de réflexion issus du programme de recherche AlpFUTUR. Institut fédéral de recherche sur la forêt, la neige et le paysage (WSL), Birmensdorf; Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zurich-Reckenholz.
- [266] Mack G. et al. (2008): Entwicklung der Alpung in der Schweiz: Ökonomische und ökologische Auswirkungen. *Yearbook of socioeconomics in Agriculture* 2008, 259-300.
- [267] Lauber S. et al. (2013): Avenir de l'économie alpestre suisse. Faits, analyses et éléments de réflexion issus du programme de recherche AlpFUTUR. Institut fédéral de recherche sur la forêt, la neige et le paysage (WSL), Birmensdorf; Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zurich-Reckenholz.
- [268] Office fédéral de la statistique (2012): La progression des forêts dans les Alpes. *Le paysage suisse en mutation. Actualités OFS. Espace et environnement* 3. Office fédéral de la statistique, Neuchâtel.
- [269] Bühlmann T. et al. (2013): Les Alpes envahies par l'aune vert. Factsheet des Académies suisses des sciences naturelles, Berne.
- [270] Lauber S. et al. (2013): Avenir de l'économie alpestre suisse. Faits, analyses et éléments de réflexion issus du programme de recherche AlpFUTUR. Institut fédéral de recherche sur la forêt, la neige et le paysage (WSL), Birmensdorf; Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zurich-Reckenholz.
- [271] Bassin S. (2007): Effects of combined ozone and nitrogen deposition on a species-rich subalpine pasture. *Dissertation ETH No. 17373*.
- [272] Matteodo M. et al. (2013): Elevation gradient of successful plant traits for colonizing alpine summits under climate change. *Environmental Research Letters* 8. 024043 doi:10.1088/1748-9326/8/2/024043.
- [273] Vittoz P. et al. (2009): Plant traits discriminate good from weak colonisers on high elevation summits. *Basic and Applied Ecology* 10, 508-515.
- [274] Bureau de coordination du Monitoring de la biodiversité en Suisse (2009): État de la biodiversité en Suisse. Synthèse des résultats du monitoring de la biodiversité en Suisse (MBD). État: mai 2009. État de l'environnement n° 0911. Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [275] Revermann R. (2006): Suitable habitat for Ptarmigan (*Lagopus muta helvetica*) in the Swiss Alps and its response to rapid climate change in the 21st century – a multiscale approach. Potsdam University, Potsdam.
- [276] Wipf S. et al. (2005): Effects of ski piste preparation on alpine vegetation. *Journal of Applied Ecology* 42, 306-316.
- [277] Rixen C., Rolando A. (eds.) (2013): The impacts of skiing on mountain environments. Bentham e-book.
- [278] www.infoflora.ch/de/assets/content/documents/recommandations_pltes_sauvages_D_F/Empf_Wildpflanzen.pdf (consulté le 27.10.2014).
- [279] Patthey P. et al. (2008): Impact of outdoor winter sports on the abundance of a key indicator species of alpine ecosystems. *Journal of Applied Ecology* 45, 1704-1711.
- [280] Ingold P. (2005): Freizeitaktivitäten im Lebensraum der Alpentiere – Konfliktbereiche zwischen Mensch und Tier, mit einem Ratgeber für die Praxis. Haupt Verlag, Bern.
- [281] Arlettaz R. et al. (2007): Spreading free-riding snow sports represent a novel serious threat for wildlife. *Proceedings of the Royal Society. Series B, Biological sciences* 274, 1219-1224.
- [282] Rudmann-Maurer K. et al (2008): The role of landuse and natural determinants for grassland vegetation composition in the Swiss alps. *Basic and Applied Ecology* 9, 494-503.
- [283] Jenny E. (2013): Reaktivierung Wildheunutzung Erstfeldertal: Auswertung Monitoring 2001 – 2011. Bericht. Im Auftrag des Amtes für Raumentwicklung, Kanton Uri.
- [284] Jenny E. (2013): Reaktivierung Wildheunutzung Erstfeldertal: Auswertung Monitoring 2001 – 2011. Bericht. Im Auftrag des Amtes für Raumentwicklung, Kanton Uri.
- [285] Pohl M. et al. (2009): Higher plant diversity enhances soil stability in disturbed alpine ecosystems. *Plant and Soil* 324, 91-102.
- [286] Braunisch V. et al. (2011): Spatially explicit modelling of conflict zones between wildlife and snow sports: prioritizing areas for winter refuges. *Ecological Applications* 21, 955-967.
- [287] Arlettaz R. et al. (2013): Impacts of Outdoor Winter Recreation on Alpine Wildlife and Mitigation Approaches: A Case Study of the Black Grouse. In: *The Impacts of Skiing and Related Winter Recreational Activities on Mountain Environments* (eds C. Rixen &

- A. Rolando), S. 137-154. Bentham eBooks, Bussum.
- [288] www.sac-cas.ch/fr/service/medias/medien-aktuell-detail.html?tx_ttnews%5Btt_news%5D=2089642 (site consulté le 2.3.2014).
- [289] Office fédéral de la statistique (2013): L'utilisation du sol en Suisse. Résultats de la statistique de la superficie. Office fédéral de la statistique, Neuchâtel.
- [290] Bau- und Verkehrsdepartement des Kantons Basel-Stadt (Hrsg.) (2011): Unbekannte Schätze vor der Haustür – Ergebnisse des Naturinventars im Kanton Basel-Stadt. Schlussbericht zum Inventar der schutzwürdigen Naturobjekte im Kanton Basel-Stadt, Basel.
- [291] Gloor S. et al. (2010): BiodiverCity: Biodiversität im Siedlungsraum. Zusammenfassung. Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Bern.
- [292] Bureau de coordination du Monitoring de la biodiversité en Suisse (2009): État de la biodiversité en Suisse. Synthèse des résultats du monitoring de la biodiversité en Suisse (MBD). État: mai 2009. État de l'environnement n° 0911. Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [293] Baur B. et al. (2008): Vielfalt zwischen den Gehegen: wildlebende Tiere und Pflanzen im Zoo Basel. Monographien der Entomologischen Gesellschaft Basel.
- [294] Mombrial F., Bäuml B., Clerc P., Habashi C., Hinden H., Lambelet-Haueter C., Martin P., Price M. & Palese R. (2013): Flore en Ville – Sites et espèces d'intérêt en Ville de Genève. Hors-Série No 15. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève.
- [295] Landolt E. (2001): Flora der Stadt Zürich. Birkhäuser Verlag, Basel.
- [296] www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/gsz/natuerliche_vielfalt/biodiversitaet.secure.html (site consulté le 11.4.2014).
- [297] L'Hermine, Bulletin de la Société zoologique de Genève.
- [298] Hofer U. (1991): Die Reptilien des Kantons Bern. Sonderdruck aus den Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern. Haupt Verlag, Bern.
- [299] Baur B. (Red.) (2000): Erholung und Natur im St. Johannis-Park. Baudepartement Basel-Stadt (Hrsg.), Basel.
- [300] Bundesamt für Umwelt (2011): Liste der National Prioritären Arten. Arten mit nationaler Priorität für die Erhaltung und Förderung, Stand 2010. Umwelt-Vollzug 1103. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [301] Landolt E. (2001): Orchideen-Wiesen in Wollishofen (Zürich) – ein erstaunliches Relikt aus dem Anfang des 20. Jahrhunderts. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 146/2-3, 41-51.
- [302] Brenneisen S. (2003): La nature sur le toit. HOTSPOT 8.
- [303] Braaker S. (2012): Habitat Connectivity in an urban ecosystem. Dissertation ETH Zürich.
- [304] Datenbank Koordinationsstelle Ost für Fledermausschutz KOF.
- [305] Davies L. et al. (2011): Urban. S. 361-410. UK National Ecosystem Assessment: Technical Report.
- [306] Obrist M. K. et al. (2012): La biodiversité en ville - pour l'être humain et la nature. Notice pour le praticien 48. Institut fédéral de recherche WSL, Birmensdorf.
- [307] Sattler T. et al. (2010): Response of arthropod species richness and functional groups to urban habitat structure and management. Landscape Ecology 25, 941-954.
- [308] Bureau de coordination du Monitoring de la biodiversité en Suisse (2009): État de la biodiversité en Suisse. Synthèse des résultats du monitoring de la biodiversité en Suisse (MBD). État: mai 2009. État de l'environnement n° 0911. Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [309] Sattler T. et al. (2010): BiodiverCity: Biodiversität im Siedlungsraum. Zusatzauswertungen Modul B1. Unpublizierter Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Bern.
- [310] Lambelet-Haueter C. et al. (2011): Evolution du milieu urbain. In: Lachat et al.: Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900. Avons-nous touché le fond? Bristol, Zurich. Haupt Verlag, Berne.
- [311] Lambelet-Haueter C. et al. (2011): Evolution du milieu urbain. In: Lachat et al.: Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900. Avons-nous touché le fond? Bristol, Zurich. Haupt Verlag, Berne.
- [312] Pattaroni L. et al. (2010): Nachhaltiger städtischer Lebensraum für Familien mit Kindern. Collage. Zeitschrift für Planung, Umwelt und Städtebau 4.
- [313] Gloor S. et al. (2010): BiodiverCity: Biodiversität im Siedlungsraum. Zusammenfassung. Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Bern.
- [314] ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (2010): Wert und Nutzen von Grünräumen. Bericht im Auftrag der Vereinigung Schweizerischer Stadtgärtnereien und Gartenbauämter VSSG.
- [315] Lambelet-Haueter C. et al. (2011): Evolution du milieu urbain. In: Lachat et al.: Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900. Avons-nous touché le fond? Bristol, Zurich. Haupt Verlag, Berne.
- [316] Lambelet-Haueter C. et al. (2011): Evolution du milieu urbain. In: Lachat et al.: Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900. Avons-nous touché le fond? Bristol, Zurich. Haupt Verlag, Berne.
- [317] Office fédéral de la statistique (2013): L'utilisation du sol en Suisse. Résultats de la statistique de la superficie. Office fédéral de la statistique, Neuchâtel.
- [318] Office fédéral du développement territorial (2005): Les coûts externes imputables aux transports dans le domaine de la nature et du paysage. Monétarisation des pertes et fragmentation des habitats. DETEC, Berne.
- [319] Office fédéral de la statistique (2013): L'utilisation du sol en Suisse. Résultats de la statistique de la superficie. Office fédéral de la statistique, Neuchâtel.
- [320] Loss S.R. et al. (2013): The impact of free-ranging domestic cats on wildlife of the United States. Nature Communications 4, 1396, DOI: 10.1038/ncomms2380.
- [321] Lambelet-Haueter C. et al. (2011): Evolution du milieu urbain. In: Lachat et al.: Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900. Avons-nous touché le fond? Bristol, Zurich. Haupt Verlag, Berne.
- [322] Roth U. et al. (2010): L'état du paysage en Suisse. Rapport intermédiaire du programme Observation du paysage suisse (OPS). État de l'environnement. Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [323] Eisenbeis G., Hassel F. (2000): Zur Anziehung nachtaktiver Insekten durch Strassenlaternen – eine Studie kommunaler Beleuchtungseinrichtungen in der Agrarlandschaft Rheinhessens. Natur und Landschaft 75, 145-156.
- [324] Scheibe M.A. (2003): Über den Einfluss von Stras-

- senbeleuchtung auf aquatische Insekten. *Natur und Landschaft* 78, 264-267.
- [325] Station ornithologique suisse de Sempach, Association suisse pour la protection des oiseaux ASPO – BirdLife Suisse (2003): Vitres: piège mortel. Conseils «tout sur les oiseaux».
- [326] Bureau de coordination du Monitoring de la biodiversité en Suisse (2009): État de la biodiversité en Suisse. Synthèse des résultats du monitoring de la biodiversité en Suisse (MBD). État: mai 2009. État de l'environnement n° 0911. Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [327] Nouveaux chiffres du MBD (2014), indicateur Z9: www.biodiversitymonitoring.ch/fr/donnees/indicateurs/z/z9.html (site consulté le 14.11.2014)
- [328] Keller V. et al. (2014): Swiss Bird Index SBI ®: Update 2013. Faktenblatt. Faktenblatt. Schweizerische Vogelwarte Sempach.
- [329] www.artenfoerderung-voegel.ch/hirondelle-defentre.html (consulté le 21.2.2015).
- [330] Bureau de coordination du Monitoring de la biodiversité en Suisse (2009): État de la biodiversité en Suisse. Synthèse des résultats du monitoring de la biodiversité en Suisse (MBD). État: mai 2009. État de l'environnement n° 0911. Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [331] Carle G., Tanner K.M. (2000): Zum Wert der unverbauten Bauzone aus der Sicht des Naturschutzes. Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 3/2000, 126-130.
- [332] Kozłowski G., Bétrisey S. (2014): Wasserpflanzen und Urbanisierung. Eine Fallstudie über den Lebensraumverlust und die Verarmung der Wasserpflanzenvielfalt in den Städten des 20. Jahrhunderts. *info flora plus*, Ausgabe 2014, S. 20-22.
- [333] Durrer H. et al. (1994): *Natur im Garten*. Verlag Medizinische Biologie, Basel.
- [334] Kessler-Index 2010. www.ag.ch/media/kanton_aargau/bvu/dokumente_2/umwelt_natur_landwirtschaft/naturschutz_1/biodiversitaet_1/54217_faltblatt_kessler-index_2010.pdf.
- [335] Rusterholz H. (2003): Die Rolle extensiv gepflegter städtischer Grünflächen zur Erhaltung bedrohter Pflanzenarten: Der St. Johannis-Park in Basel. *Bauhinia* 17.
- [336] Grün Stadt Zürich (Hrsg.) (2006): *Das Grünbuch der Stadt Zürich*.
- [337] Gonseth Y. (1992): La faune des Lépidoptères diurnes (*Rhopalocera*) des talus routiers et ferroviaires du Jura neuchâtois. *Bulletin de la Société entomologique suisse* 65.
- [338] Saarinen K. et al. (2005): Butterflies and diurnal moths along road verges: does road type affect diversity and abundance? *Biological Conservation* 123, 403-412.
- [339] Brenneisen S. (2008): Green roofs in Basel – From Pilot to Mainstream. Sixth International Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference, 30. April - 2. Mai 2008.
- [340] Brenneisen S. (1999): Das bessere Flachdach. *Der Gartenbau* 43, 10-12.
- [341] Greulich F. (2014): Plan d'action Canton de Genève: *Herniaria glabra*, *Herniaria hirsuta*. CJBG – DGNP (en cours d'impression).
- [342] www.naturundwirtschaft.ch (site consulté le 11.4.2014).
- [343] Frei K. (2013): Förderung naturnaher Grünflächengestaltung und -pflege im Siedlungsraum. Grundlagenarbeit für die Strategie «Verdoppelung der naturnahen Siedlungsflächen in der Schweiz bis 2020». Bachelorarbeit, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW.
- [344] Krummenacher E. (1996): Naturnahe Grünflächen entlasten das Budget. *Kommunalmagazin*, 26-30.
- [345] Aufwanderfassungen KOF/CCO.
- [346] Lambelet-Haueter C. et al. (2011): Evolution du milieu urbain. In: Lachat et al.: *Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900. Avons-nous touché le fond?* Bristol, Zurich. Haupt Verlag, Berne.
- [347] www.stadt-zuerich.ch/biodiversitaet.secure.html (site consulté le 11.4.2014).
- [348] Schemel H.-J. et al. (2005): Naturerfahrungsräume im besiedelten Bereich. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 37, 5-14.
- [349] Guntern J. et al. (2013): Surface requise pour la conservation de la biodiversité et des services écosystémiques en Suisse. *Forum Biodiversité Suisse*, de l'Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT), Berne.
- [350] Butchart S.H.M. et al. (2010): Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. *Science* 328, 1164-68.
- [351] Millennium Ecosystem Assessment (2005): *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington DC: Island Press.
- [352] Laurance W. F. (2007): Have we overstated the tropical biodiversity crisis? *Trends in Ecology and Evolution* 22, 65-70.
- [353] Laurance W.F. et al. (2012): Averting biodiversity collapse in tropical forest protected areas. *Nature* 489, 290-294.
- [354] Leadley P. et al. (2010): *Biodiversity Scenarios: Projections of 21st Century Change in Biodiversity and Associated Ecosystem Services*. Page 132. Technical Series no. 50. Montreal.
- [355] De Vos J.M. et al. (2014): Estimating the Normal Background Rate of Species Extinction. *Conservation Biology*. DOI: 10.1111/cobi.12380.
- [356] WWF (2014): *Living Planet Report 2012*. WWF International, Gland, Switzerland.
- [357] Van Swaay C. et al. (2010): *The European Butterfly Indicator for Grassland species 1990-2009*. Report VS2010.010, De Vlinderstichting, Wageningen.
- [358] Lenzen M. (2012): International trade drives biodiversity threats in developing nations. *Nature* 486, 109-12.
- [359] Office fédéral de la statistique: <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/21/03/01.html> (site consulté le 25.4.2014).
- [360] Frischknecht R. et al. (2014): Evolution de l'impact environnemental de la Suisse. Impact environnemental de la consommation et de la production de 1996 à 2011. Office fédéral de l'environnement, Berne. *Connaissance de l'environnement* n° 1413.
- [361] Lenzen M. (2012): International trade drives biodiversity threats in developing nations. *Nature* 486, 109-12.
- [362] Schmidt C.R. (2010): Zuchtprogramme – ein Meilenstein der Tiergartenbiologie. In: Dollinger P. (Hrsg.): *Die Rolle der Zoos für die Erhaltung der Biodiversität*. Verhandlungsbericht des IV. Rigi-Symposiums, Goldau-Rigi, 28.-30. Januar 2010. S. 51-54. Zoo Office Bern.

- [363] Dollinger P., Geser S. (2005): Beteiligung schweizerischer Zoos an Freilassungsprojekten. In: Dollinger P. (Hrsg.): Die Bedeutung der Zoos für den Naturschutz. Verhandlungsbericht Rigi-Symposium, Goldau-Rigi, 17.-19. Februar 2005. S. 83-85.
- [364] www.botanischergarten.ch/boga/ueber_uns/artenschutz.html (site consulté le 8.9.2014).
- [365] Brook B.W. et al. (2008): Synergies among extinction drivers under global change. *Trends in Ecology & Evolution* 23.
- [366] Office fédéral de la statistique (2013): L'utilisation du sol en Suisse. Résultats de la statistique de la superficie. Office fédéral de la statistique, Neuchâtel.
- [367] Office fédéral de l'environnement (2014): Document de base sur la pollution azotée. Air, sol, eau, biodiversité et climat.
- [368] Office fédéral de l'environnement et Office fédéral de l'agriculture (2008): Objectifs environnementaux pour l'agriculture, à partir de bases légales existants. Connaissance de l'environnement n° 0820. Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [369] European Environment Agency (2013): The European Grassland Butterfly Indicator: 1990–2011. EEA Technical report No 11/2013. ISBN 978-92-9213-402-0; doi:10.2800/89760.
- [370] Chèvre N. et al. (2006): Pestizide in Schweizer Oberflächengewässern, Wirkungsbasierte Qualitätskriterien. *gwa* 4/2006.
- [371] Ismail S. et al. (2009): Coût d'une protection conforme à la loi des biotopes d'importance nationale. Rapport technique. Institut fédéral de recherche WSL; Pro Natura; Forum Biodiversité Suisse de l'Académie Suisse des sciences naturelles.
- [372] Scherber C. et al. (2010): Bottom-up effects of plant diversity on multitrophic interactions in a biodiversity experiment. *Nature* 468, 553-556.
- [373] Estes J. et al. (2011): Trophic downgrading of planet Earth. *Science* 333, 301-306.
- [374] Baur B., Nentwig W. (2011): Espèces invasives. In: Lachat et al.: Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900. Avons-nous touché le fond? Bristol, Zurich. Haupt Verlag, Berne.
- [375] Vittoz P. et al. (2013): Climate change impacts on biodiversity in Switzerland: A review. *Journal for Nature Conservation*, 21, 154-162.
- [376] Di Giulio M. et al. (2011): Trafic et infrastructures de transport. In: Lachat et al.: Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900. Avons-nous touché le fond? Bristol, Zurich. Haupt Verlag, Berne.
- [377] Oggier P. et al. (2007): Zerschneidung von Lebensräumen durch Verkehrsinfrastrukturen. COST 341. BAFU, BAV, ASTRA, ARE, Bern.
- [378] Cordillot F., Klaus G. (2011): Espèces menacées en Suisse. Synthèse des listes rouges, situation en 2010. Office fédéral de l'environnement, Berne. État de l'environnement n° 1120.
- [379] Guntern J. et al. (2013): Surface requise pour la conservation de la biodiversité et des services écosystémiques en Suisse. Forum Biodiversité Suisse, de l'Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT), Berne.
- [380] Forum Biodiversité Suisse (2011): Le réseau suisse des zones protégées. HOTSPOT 24.
- [381] Stratégie Biodiversité Suisse du 25 avril 2012 (Conseil fédéral) publiée le 24 juillet 2012 dans la *Feuille fédérale*.



Editeurs

Forum Biodiversité Suisse de l'Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT): Le Forum est le centre de compétence scientifique pour la diversité biologique en Suisse. Sur la base de la meilleure expertise disponible, le Forum contribue à la protection et à la promotion de la biodiversité et aide à intégrer la biodiversité dans tous les domaines politiques et sociétaux. www.biodiversite.ch, www.biodiversity.ch

Agroscope: Agroscope, centre de compétence de la Confédération pour la recherche agricole, est rattaché à l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG). Agroscope apporte une contribution importante à une filière agroalimentaire durable et à un environnement intact, partant, à une meilleure qualité de vie pour tous. www.agroscope.ch

CAB International (CABI): CABI est une organisation intergouvernementale à but non-lucratif. Elle s'engage à améliorer la vie des gens en leur fournissant les informations et l'expertise scientifique pour résoudre les problèmes liés à l'agriculture et à l'environnement. Par le transfert de connaissances et la recherche, CABI contribue à résoudre les défis mondiaux en s'investissant pour la protection de l'environnement et en améliorant la sécurité alimentaire mondiale. www.cabi.org

Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève (CJB): Les CJB de la Ville de Genève possèdent un des herbiers les plus riches du monde avec 6 000 000 d'échantillons, une bibliothèque thématique de plus de 100 000 volumes, un jardin botanique responsable de 28 ha de collections vivantes et enfin un institut lié à l'Université de Genève, menant des missions de recherche, d'exploration, d'enseignement et de conservation de la nature. www.ville-ge.ch/cjb/

Eawag: L'Eawag est l'un des instituts de recherche les plus réputés au monde dans le domaine de l'eau. C'est à un amalgame réussi d'activités de recherche, d'enseignement, de formation continue, de conseil et de transfert de savoir qu'il doit toute sa force et son succès. www.eawag.ch

EPF Zurich

Institut de biologie intégrative (IBZ): L'IBZ explore des questions sur la diversité génétique et la diversité des espèces de plantes, d'animaux et de microorganismes. Il examine les processus évolutifs et écologiques qui produisent et maintiennent cette diversité, qui contrôlent la réponse des systèmes biologiques aux changements environnementaux et qui déterminent la dynamique des invasions biologiques et des maladies. www.ibz.ethz.ch

L'Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL): Le FiBL, basé à Frick, Francfort et Vienne, est mondialement actif dans la recherche agro-écologique pour un développement d'une agriculture et d'un système écologique et respectueux des ressources. Le transfert de savoir et leur mise en pratique directe sont réalisés avec un service de conseil propre autant au niveau national qu'international. www.fibl.org

hepia – Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève: hepia fait partie de la HES-SO\\Genève et constitue un centre reconnu de gestion de l'environnement au sens large. hepia se positionne comme centre d'innovation en matière de gestion du territoire et des espaces de loisirs. Notre école se veut un centre suisse de formation et de recherche dans le domaine de la biodiversité en ville, ainsi qu'une antenne reconnue pour toutes les questions d'agriculture de proximité et de protection des sols. <http://hepia.hesge.ch>

HSR Haute-école technique de Rapperswil

Institut pour le paysage et les espaces libres ILF: L'ILF développe des outils ainsi que des solutions dans le domaine de la nature et du paysage et aide les acteurs de l'administration, de l'économie et de la politique au niveau pratique. Les thèmes centraux sont le développement de stratégies, de concepts et de mesures dans les domaines des parcs, des projets de développement du paysage, du tourisme axé sur la nature, des espaces de repos et de loisirs ainsi que de la revitalisation des eaux. <http://www.ilf.hsr.ch>

Info Species

Info Species est le réseau des centres de données suisses sur la faune, la flore et les cryptogames et réunit les bases de données de référence de la Confédération. Les différents centres de données collectent, gèrent et publient des informations sur la distribution et l'écologie de leurs groupes d'organismes en Suisse et fournissent ainsi la base pour l'élaboration de listes rouges, pour les programmes de surveillances, pour les évaluations d'impact environnemental ainsi que pour les projets de conservation, de revitalisation et de mise en réseau. En outre, ils offrent un appui technique et des conseils pour la protection des animaux, des plantes et des champignons indigènes. www.infospecies.ch

CSCF – Info Fauna: Centre Suisse de Cartographie de la Faune. www.cscf.ch

Info Flora: Centre national de données et d'informations sur la flore de Suisse. www.infoflora.ch

karch: Centre de Coordination pour la Protection des Amphibiens et des Reptiles de Suisse. www.karch.ch

KOF & CO: Centre de coordination est et Centre de coordination ouest pour l'étude et la protection des chauves-souris, Suisse. www.fledermausschutz.ch, www.ville-ge.ch/mhng/cco/

NISM: Le centre de données sur les mousses de Suisse. www.nism.uzh.ch

SwissFungi: Le centre national de données et d'informations sur les champignons suisses. www.swissfungi.ch

SwissLichens: Le centre national de données et d'informations sur les lichens suisses. www.swisslichens.ch

La station ornithologique suisse de Sempach. La station ornithologique s'engage pour l'étude et la protection des oiseaux sauvages. Elle surveille et évalue l'évolution des oiseaux en Suisse et élabore des bases techniques pour la promotion des oiseaux et l'amélioration de leurs habitats. www.vogelwarte.ch

ProSpecieRara: ProSpecieRara s'engage à maintenir la diversité des plantes cultivées et des animaux d'élevage en Suisse. Avec un réseau de cultivateurs et d'éleveurs bénévoles, la fondation préserve de l'extinction 1400 plantes de jardin et des champs, 400 variétés de baies, 1800 variétés de fruits, 300 variétés de plantes ornementales et 29 races d'animaux d'élevage. www.prospecierara.ch

Université de Bâle

Protection de la nature, du paysage et de l'environnement (NLU): Le groupe de recherche NLU examine les interactions complexes entre l'environnement et les hommes, en particulier l'impact des espèces envahissantes sur les espèces indigènes et les effets des changements de l'habitat sur la biodiversité. www.conservation.unibas.ch

Institut de botanique: Le groupe de recherche de l'Institut de Botanique met l'accent sur la recherche écosystémique du CO₂, l'écologie alpine et l'écologie forestière, en particulier les facteurs limitant la distribution des arbres. <https://botanik.unibas.ch>

Université de Berne

Institut des sciences des plantes: L'institut des sciences des plantes fait de la recherche dans les domaines du développement, de la physiologie moléculaire, de la nutrition et de l'écologie des plantes ainsi que de l'écologie de la végétation et de la paléoécologie. Les applications sont importantes pour l'agriculture, la protection de la nature et dans le cadre du changement climatique. www.ips.unibe.ch

Institut d'écologie et d'évolution (IEE): Le département de «Conservation Biology» de l'IEE examine les principaux mécanismes qui sont responsables de la dégradation des écosystèmes et du déclin des espèces menacées. L'objectif principal est de fournir des mesures scientifiquement prouvées pour stopper la perte de biodiversité et pour aider les écosystèmes et les populations à se rétablir. www.iee.unibe.ch

Jardin botanique de Berne: Le jardin botanique de l'Université de Berne informe sur la diversité des plantes et leur importance pour les humains et contribue à leur conservation et à leur étude. www.botanischergarten.ch

Université de Fribourg

Ecologie et Evolution: Dans l'unité Ecologie et Evolution du département de biologie de l'Université de Fribourg, l'enseignement et la recherche en biologie des organismes, en particulier celle concernant leur écologie et évolution, sont encouragés. La recherche met actuellement l'accent sur la biologie de la conservation, les espèces envahissantes, l'écologie agricole, les interactions entre parasite et hôte, l'évolution dans les habitats fragmentés et la génétique des populations. www.unifr.ch/ecology/

Université de Lausanne

Département d'écologie et évolution (DEE). Le DEE étudie d'une part les processus évolutifs qui ont permis le développement et le maintien de la diversité biologique, et d'autres part comment les espèces et les écosystèmes pourraient répondre aux changements environnementaux globaux actuels et futurs. www.unil.ch/dee

Institut des dynamiques de la surface terrestre (IDYST): L'IDYST étudie particulièrement les processus environnementaux qui se déroulent à la surface terrestre, en intégrant des approches variées et complémentaires combinant la biologie, l'hydrologie, la pédologie, la géomorphologie et la cryologie, et donc les écosystèmes dans leur intégralité. www.unil.ch/idyst

Université de Neuchâtel

Institut de biologie: L'Institut de biologie couvre les différents domaines de la biologie et étudie en particulier la diversité et l'écologie des différents groupes d'organismes, bactéries, champignons, protistes, plantes et insectes. www2.unine.ch/biol

Université de Zurich

Institut de biologie évolutive et des sciences de l'environnement: la recherche à l'Institut de biologie de l'évolution et des sciences de l'environnement a pour but d'approfondir la compréhension scientifique des organismes vivants et leurs interactions avec l'environnement. www.ieu.uzh.ch/index_de.html

Institut de botanique systématique: à l'Institut de botanique systématique, les processus et les modèles évolutifs des plantes, les relations entre les espèces et la diversité de l'utilisation humaine des plantes sont étudiés et les conclusions rendues accessibles. L'objectif est de fournir une meilleure compréhension de la diversité des plantes et de faciliter ainsi la prise de conscience que cette diversité a besoin de notre protection. www.systbot.uzh.ch

Association des musées d'histoires naturelles et des collections des sciences naturelles de Suisse et du Liechtenstein: L'association a pour but de représenter les intérêts des musées d'histoires naturelles de Suisse envers l'Association des musées Suisse (AMS), l'Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT), le gouvernement fédéral et le grand public. L'association est politiquement indépendante et religieusement neutre.

zooschweiz: zooschweiz est l'association des jardins zoologiques suisses à vocation scientifique. En tant que participant à la stratégie mondiale de conservation des zoos et aquariums, ces zoos contribuent à protéger et préserver les habitats naturels mondiaux encore existants avec leurs animaux et leurs plantes. Avec l'aide de divers partenaires, ils mènent des projets de conservation des espèces – en Suisse aussi. www.zoos.ch

Photos



Première et quatrième de couverture
Forêt alluviale
Photo Michel Roggo Photography



Deuxième de couverture
Azuré bleu céleste
Photo Beat Schaffner



Page 4
Baguage de chouettes hulottes
Photo Beat Schaffner



Page 6
Ceinture de joncs au lac de Zoug
Photo Reportair



Page 8
Pavot avec pollinisateur
Photo Beat Schaffner



Page 10
Loir gris
Photo Beat Schaffner



Page 12
Chrysomèle
Photo Beat Schaffner



Page 14
Diversité biologiques de la vallée de Binn
Photo Beat Schaffner



Page 17
Grenouille rousse déposant ses œufs
Photo Beat Schaffner



Page 19
Embouchure de la Maggia
Photo Reportair



Page 23
Chabot commun
Photo Michel Roggo Photography



Page 25
Paysage marécageux du Zugerberg
Photo Reportair



Page 27
Tourbière altérée
Photo Beat Ernst, Bâle



Page 31
Drosere
Photo Albert Krebs



Page 33
Paysage jurassien diversifié
Photo Beat Schaffner



Page 35
Paysage agricole
Photo Markus Jenny



Page 43
Toile d'araignée en forêt
Photo Beat Schaffner



Page 45
Futaie jardinée
Photo Markus Bolliger



Page 49
Lis martagon
Photo Beat Schaffner



Page 51
Val Roseg, Engadine
Photo Gregor Klaus



Page 53
Funpark dans les Alpes
Photo Gregor Klaus



Page 57
Lagopède
Photo Rolf Kunz



Page 59
Nature en ville
Photo Gregor Klaus



Page 61
Dynamique en milieu urbain
Photo Beat Schaffner



Page 65
Martinet
Photo Beat Schaffner



Page 66
Du soja à la place de la forêt tropicale humide
Photo Shutterstock



Page 68
Epannage de lisier
Photo Beat Schaffner



Page 70
Fascination nature
Photo Gregor Klaus



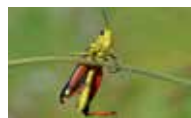
Page 72
Palais fédéral, Berne
Photo Reportair



Page 76
L'automne dans le Jura
Photo Beat Schaffner



Page 88
Araignée-crabe
Photo Beat Schaffner



Troisième de couverture
Criquet bariolé
Photo Beat Schaffner





Qu'en est-il de la biodiversité en Suisse?

43 experts ont réuni les informations les plus récentes sur l'état et l'évolution de la biodiversité en Suisse. Les faits montrent que les efforts accomplis au cours des dernières décennies pour sauvegarder la diversité biologique ont certes eu un impact, mais que cette évolution réjouissante est encore insuffisante face à la persistance voire à l'accroissement des menaces. Globalement, la biodiversité continue donc de s'appauvrir.

Les experts en arrivent à la conclusion que le besoin d'agir est crucial dans tous les secteurs de la politique. Les mesures efficaces sont connues; il appartient maintenant à la classe politique et à la société de prendre les décisions qui s'imposent et à assurer ainsi le bien-être des générations futures.

La présente analyse a été éditée par 35 institutions scientifiques de Suisse. Elle est disponible en allemand et en français.



9 783033 049857