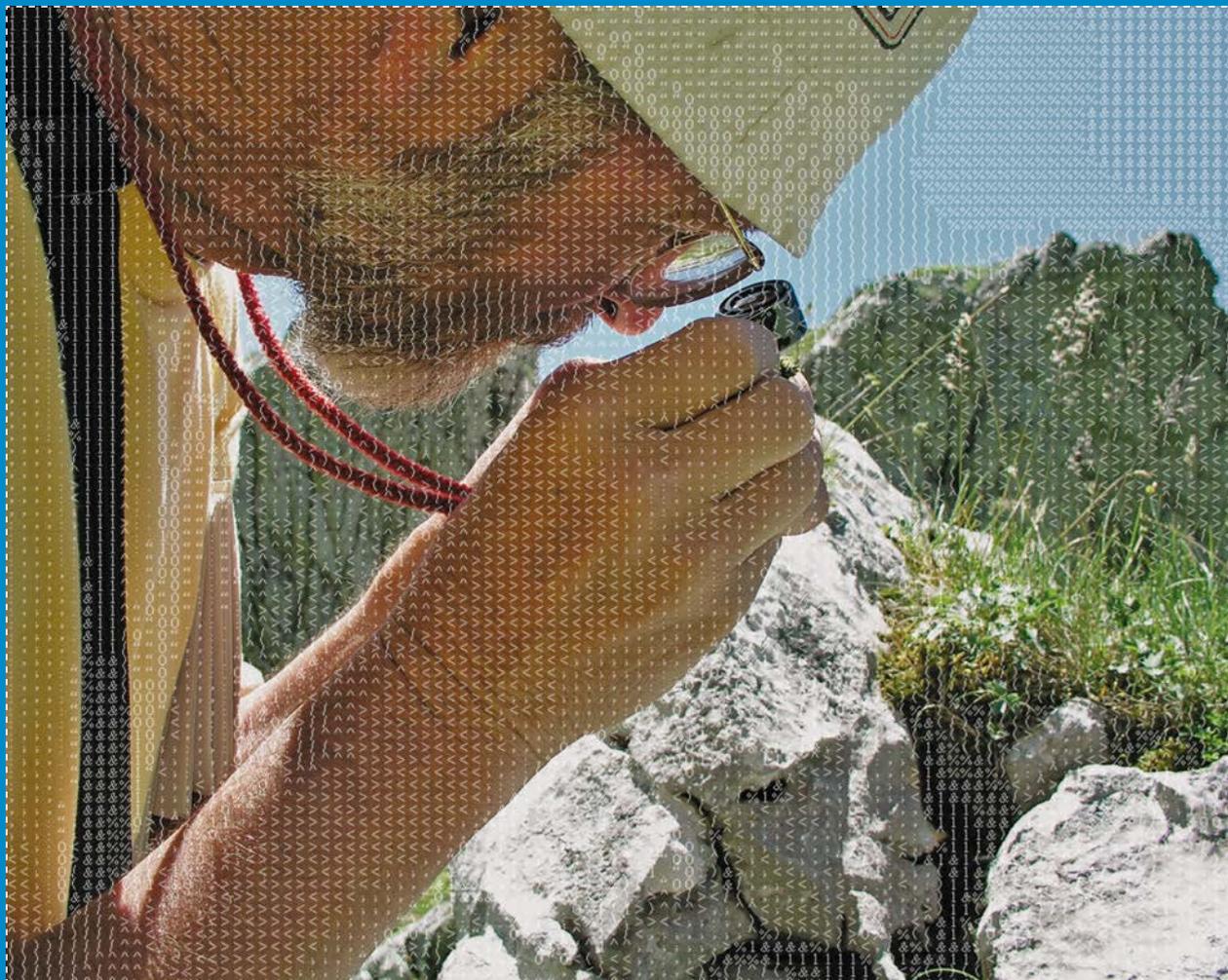


> Rapport méthodologique du MBD

Description des méthodes et indicateurs



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV

> Rapport méthodologique du MBD

Description des méthodes et indicateurs

Impressum

Editeur

Office fédéral de l'environnement (OFEV)
L'OFEV est un office du Département fédéral de l'environnement,
des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

Auteurs

Bureau de coordination du Monitoring de la biodiversité en Suisse:
Hintermann & Weber AG; Locher, Schmill, Van Wezemaal & Partner AG

Accompagnement à l'OFEV

Jean-Michel Gardaz, Meinrad Küttel

Référence bibliographique

Bureau de coordination du Monitoring de la biodiversité en Suisse
2014: Rapport méthodologique du MBD. Description des méthodes et
indicateurs. Office fédéral de l'environnement, Berne. Connaissance
de l'environnement n° 1410: 107 S.

Graphisme, mise en page

Ursula Nöthiger-Koch, 4813 Uerkheim

Photo de couverture

Jörg Schmill

Téléchargement au format PDF

www.bafu.admin.ch/uw-1410-f

(il n'existe pas de version imprimée)

Cette publication est également disponible en allemand anglais.

© OFEV 2013

> Table des matières

Abstracts	5		
Avant-propos	7		
<hr/>			
1 Objectifs du MBD	8		
<hr/>			
2 Conception des indicateurs	10		
2.1 Le modèle PSR	10		
2.2 Choix des indicateurs	10		
2.3 Structure du set d'indicateurs	11		
2.3.1 Regroupement thématique	11		
2.3.2 Indicateurs d'état	13		
2.3.3 Indicateurs de pression	15		
2.3.4 Indicateurs de réponse	15		
<hr/>			
3 Les principaux indicateurs du MBD	17		
3.1 Indicateurs de la diversité des espèces au niveau de la région	17		
3.1.1 Indicateur Z3	17		
3.1.2 Indicateur Z4	21		
3.1.3 Indicateur Z5	23		
3.1.4 Indicateur Z6	24		
3.2 Indicateurs de la diversité des espèces dans les habitats	24		
3.2.1 Indicateur Z9	25		
3.2.2 Indicateur Z8	31		
3.3 Indicateurs de la diversité des espèces dans les paysages	31		
3.3.1 Indicateur Z7	32		
3.3.2 Constats distincts selon les régions biogéographiques	33		
3.3.3 Sélection des groupes d'espèces	33		
3.3.4 Surfaces d'échantillonnage de 1 km ²	33		
3.3.5 Relevés basés sur des transects à l'intérieur des surfaces d'échantillonnage	34		
3.4 Indicateur de l'homogénéisation de la biodiversité	36		
3.4.1 Indicateur Z12	36		
<hr/>			
4 Acquisition des données	40		
4.1 Qualité des données des indicateurs Z7 et Z9	40		
		4.2 Plan d'échantillonnage pour les trois indicateurs centraux Z3, Z7 et Z9	41
		4.2.1 Relevés effectués pour l'indicateur Z3	41
		4.2.2 Relevés effectués pour les indicateurs Z7 et Z9	42
		4.2.3 Réseau d'échantillonnage systématique	42
		4.2.4 Densité des réseaux	44
		4.2.5 Résolution temporelle	45
<hr/>			
		5 Diffusion des résultats	47
		5.1 Concept de communication	47
		5.1.1 Objectifs et groupes cibles	47
		5.1.2 Organisation	47
		5.1.3 Moyens de communication	48
<hr/>			
		Bibliographie	50
<hr/>			
		Annexes	51
		A1 Indicateurs de pression	51
		E1 = Z10: Etendue des biotopes de valeur	51
		E2: Surfaces d'exploitation	51
		E3: Surfaces des zones laissées à la nature	52
		E4: Longueur des éléments paysagers linéaires	54
		E5: Diversité des utilisations du sol à petite échelle	55
		E6: Charge en nutriments dans le sol	57
		E7: Intensité d'exploitation agricole	58
		E8: Surfaces forestières dominées par des espèces allochtones	61
		E9: Proportion des surfaces de rajeunissement comportant un rajeunissement artificiel	62
		E10: Bois mort	63
		E11: Prélèvements dans les cours d'eau	65
		E12: Longueur des tronçons de cours d'eau perturbés	66
		E13: Qualité des eaux	68
		E15: Morcellement du paysage	71
		A2 Indicateurs d'état	73
		Z1: Nombre de races de bétail et de variétés de plantes cultivées	73
		Z2: Proportion des différentes races de bétail et variétés de plantes cultivées	75

Z3: Diversité des espèces en Suisse et dans les régions	78
Z4: Présence en Suisse des espèces menacées à l'échelle mondiale	80
Z5: Bilan du degré de menace	82
Z6: Effectifs d'espèces menacées	84
Z7: Diversité des espèces dans les paysages	86
Z8: Effectifs d'espèces largement répandues	88
Z9: Diversité des espèces dans les habitats	89
Z10: Etendue des biotopes de valeur	91
Z11: Qualité des biotopes de valeur	94
Z12: Diversité des biocénoses	96
A3 Indicateurs de réponse	98
M1: Etendue des réserves naturelles	98
M2: Etendue des réserves naturelles «sûres»	99
M3: Espèces menacées dans les zones protégées	101
M4: Surface de compensation écologique	102
M5: Surfaces faisant l'objet d'une exploitation «biologique»	103
M7: Ressources financières pour la protection de la nature et du paysage	105
Répertoires	107

> Abstracts

Switzerland has been monitoring its biological diversity since 2001 through the Swiss Biodiversity Monitoring BDM programme. This report summarises the concept behind this programme of the Federal Office for the Environment FOEN in a straightforward and comprehensive way. It does not contain any data but provides an in-depth explanation of the data collection methodology used. It also explains the organisation and communication aspects of the programme. The appendix to the report contains a detailed description of all of the BDM indicators.

Seit 2001 überwacht die Schweiz ihre biologische Vielfalt mit dem Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM. Vorliegende Publikation fasst das Konzept des BAFU-Programms auf leicht verständliche und umfassende Weise zusammen. Der Bericht enthält keine Daten, sondern erläutert eingehend die Methodik der Datenerhebung. Beleuchtet werden zudem die Organisation und Kommunikation des Programms. Im Anhang findet sich überdies eine komplette Beschreibung aller Indikatoren des BDM.

Depuis 2001, la Confédération helvétique surveille sa biodiversité au moyen du monitoring de la biodiversité en Suisse. La présente publication résume le concept du programme de l'OFEV de manière compréhensible et globale. Le rapport ne contient pas de données, mais explique dans le détail la méthodologie du recueil des données. Il éclaire également l'organisation et la communication du programme. Une description complète de tous les indicateurs du MBD est en outre proposée en annexe.

Dal 2001 la Svizzera sorveglia la propria diversità biologica mediante il programma Monitoraggio della biodiversità in Svizzera (MBD). La presente pubblicazione riassume in modo comprensibile e completo gli elementi alla base del programma dell'UFAM. Il rapporto non contiene dati, ma spiega in dettaglio la metodologia di rilevamento dei dati. Inoltre illustra l'aspetto organizzativo e comunicativo del programma. Nell'allegato viene infine fornita una descrizione completa di tutti gli indicatori dell'MBD.

Keywords:

species diversity, biodiversity, biological diversity, data collection, monitoring, long-term monitoring, methodology, indicators, BDM

Stichwörter:

Artenvielfalt, Biodiversität, Biologische Vielfalt, Datenerhebung, Monitoring, Langzeitüberwachung, Methodik, Indikatoren, BDM

Mots-clés:

diversité des espèces, biodiversité, diversité biologique, recueil de données, monitoring, surveillance sur le long terme, méthodologie, indicateurs, MBD

Parole chiave:

diversità delle specie, biodiversità, diversità biologica, rilevamento dei dati, monitoraggio, sorveglianza sul lungo periodo, metodologia, indicatori, MBD

> Avant-propos

La biodiversité – littéralement la diversité de la vie – est une valeur reconnue par la société et ancrée dans le droit. Signataire de la Convention de Rio sur la diversité biologique, la Suisse s'est engagée sur la scène internationale à maintenir et promouvoir la biodiversité. Cela suppose que l'on détermine au préalable l'état et l'évolution de la diversité biologique. C'est pourquoi l'article 7 de la convention exige que les parties signataires surveillent l'évolution de la biodiversité dans leurs pays respectifs. Pour remplir ce mandat, l'Office fédéral de l'environnement (OFEV; anciennement Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, OFEFP) a notamment mis sur pied le programme Monitoring de la biodiversité en Suisse (MBD).

Fin 1995, l'OFEV a mandaté un groupe de travail afin de développer un concept de monitoring. Les recueils de données sur le terrain ont débuté en 2001 et, un an plus tard, un rapport intermédiaire sur la méthode du programme était publié (Cahier de l'environnement n° 342). Depuis, les travaux conceptuels sont terminés et la plupart des indicateurs ont fourni de nombreux résultats pour les dix premières années. Les méthodes ont fait leurs preuves dans la pratique. Elles sont toutefois adaptées aux nouvelles connaissances quand cela est nécessaire.

Très complète, l'approche adoptée a valu au MBD un important écho international. Afin de partager ses expériences et de permettre à un vaste public de spécialistes d'avoir accès au savoir-faire acquis pendant dix ans, le présent rapport résume l'approche conceptuelle et la méthodologie du programme. Les indicateurs centraux du MBD, qui portent sur la diversité des espèces, y sont présentés en détail. L'ensemble des indicateurs sont décrits en annexe. Faisant suite au rapport intermédiaire de 2002, la présente publication présente une vue d'ensemble actualisée du programme Monitoring de la biodiversité en Suisse, qui est aujourd'hui arrivé à maturité.

L'observation des changements affectant les écosystèmes, les espèces et la diversité génétique est l'un des dix objectifs de la Stratégie Biodiversité Suisse, qui a été adoptée en 2012 par le Conseil fédéral. Le présent rapport méthodologique est l'un des bases utilisées pour l'élaboration du plan d'action en vue de sa mise en œuvre.

Bien que la méthodologie soit stabilisée et que le programme soit entièrement mis en œuvre, le MBD n'est pas figé. De nouvelles questions sont sans cesse soulevées et il faut y trouver des réponses. Par ailleurs, les consignes de travail destinées aux équipes de terrain doivent être affinées ou adaptées à l'évolution des situations. Nous vous invitons par conséquent à consulter le site Web www.biodiversitymonitoring.ch. Vous y trouverez non seulement les dernières données relatives à la biodiversité en Suisse, mais aussi des informations actualisées encore plus détaillées sur les méthodes de terrain, qui déborderaient du cadre de la présente publication.

Franziska Schwarz
Sous-directrice
Office fédéral de l'environnement (OFEV)

1 > Objectifs du MBD

Le MBD a pour objectif de montrer comment la diversité biologique évolue dans le temps en Suisse. Pour ce faire, il est évident qu'il n'est pas nécessaire sur le plan biologique ni pertinent sur le plan économique d'observer toutes les espèces et tous les milieux naturels de Suisse avec la même intensité. De plus, le MBD n'est pas le seul programme qui recense des données sur des groupes d'espèces ou des milieux naturels. Lors de l'analyse menée dans les années 90, il a donc été décidé que le MBD devrait combler certaines lacunes identifiées à l'époque. En association avec les données issues d'autres projets, les centres de données existants et les résultats de recherches récentes, le MBD doit contribuer à établir un panorama complet des tendances dans le domaine de la biodiversité et des défis posés à la politique suisse en la matière.

Concrètement, le MBD poursuit les objectifs suivants:

> *Etablir les tendances à long terme de la biodiversité*

Le MBD est un projet d'observation de l'environnement à long terme, comparable à d'autres programmes de l'OFEV tels que l'Inventaire forestier national suisse (IFN), la surveillance nationale continue des cours d'eau (NADUF) et l'Observatoire national des sols (NABO). A ce titre, il doit fournir des séries de données relevées au moyen de méthodes identiques et répondant à des normes de qualité rigoureuses pour assurer la comparabilité.

> *Permettre la formulation de conclusions représentatives pour l'ensemble de la Suisse*

Beaucoup de données anciennes se rapportent à des sites ou à des régions de Suisse considérés isolément. Sur cette base, il n'est souvent pas possible de tirer des conclusions applicables à l'ensemble du territoire. Le MBD, a contrario, a pour rôle de fournir des données qui sont représentatives des tendances dans l'ensemble du pays. Quand cela est utile et ne requiert pas d'efforts exagérés, des conclusions différenciées selon les régions biogéographiques ou les principales catégories d'utilisation du sol doivent également pouvoir être formulées.

> *Intégrer le paysage ordinaire*

Dans le passé, la plupart des projets de protection de la nature se sont concentrés sur les surfaces résiduelles dignes de protection dans un paysage suisse soumis à une exploitation intensive. Par conséquent, nous disposons principalement de données sur les espèces et les milieux naturels d'une petite partie de la Suisse et de larges pans de la diversité biologique ont été laissés de côté. Le MBD doit veiller à ce que l'évolution de la diversité biologique soit mesurée partout, y compris dans les zones d'exploitation intensive.

> *Intégrer les espèces rares et les espèces communes*

Grâce à différents groupes d'intérêts, des projets ciblés de conservation des espèces et des centres de données, la Suisse peut s'appuyer sur une solide tradition de documentation des effectifs des espèces dignes de protection. Néanmoins, pour être efficace, une politique de biodiversité ne doit pas s'intéresser uniquement aux espèces et milieux naturels menacés, mais elle doit aussi savoir repérer suffisamment tôt

l'évolution des espèces abondantes et des espèces ayant une aire de répartition étendue. Quand cela est possible, le MBD doit donc faire état de l'évolution des groupes taxonomiques dans leur intégralité, c'est-à-dire en prenant en compte toutes les espèces, et compléter les données existantes concernant les espèces rares et menacées à l'aide de ses réseaux d'échantillonnage systématique.

> *Surveiller avant tout la diversité des espèces*

La biodiversité est généralement décomposée en trois niveaux: diversité génétique, diversité des espèces et diversité des milieux naturels. Le MBD met actuellement l'accent sur la surveillance de la diversité des espèces. Sur le plan biologique, la distinction entre les espèces est souvent relativement aisée et la diversité des espèces est la composante de la biodiversité la plus simple à décrire. Si le niveau génétique est tout aussi essentiel, son suivi représentatif générerait des coûts élevés. Les milieux naturels sont également importants. Toutefois, les travaux méthodologiques visant à simplifier leur relevé n'ont pas encore pu être menés à bien. C'est pourquoi le MBD ne décrit pas suffisamment la diversité génétique et la diversité des milieux naturels.

> *Rendre compte des différents niveaux de la diversité des espèces*

Les écologues distinguent trois niveaux spatiaux ou fonctionnels dans la diversité des espèces: premièrement, la diversité à l'intérieur d'un milieu naturel; deuxièmement, la diversité à l'intérieur d'une mosaïque de milieux naturels ou d'un paysage; troisièmement, la diversité à l'intérieur d'une région biogéographique ou d'un pays. Comme ces niveaux sont affectés par des facteurs différents, il faut s'attendre à ce que leurs évolutions diffèrent également. Le MBD doit donc observer l'évolutions à ces trois niveaux de manière différenciée.

> *Pas de mécanisme de suivi*

Le MBD n'a expressément pas pour objectif de contrôler la réussite de projets concrets – cette mission incombe aux mécanismes de suivi spécifiques. De même, un monitoring n'a pas pour objet de démontrer des liens de causalité – là encore, c'est essentiellement la mission de projets (de recherche) ciblés. Les programmes d'observation sur la durée comme le MBD, les programmes de suivi et les projets (de recherche) ciblés sont donc complémentaires.

> *Montrer les principales tendances en ce qui concerne les influences et les réponses possibles*

Même si le MBD n'a pas pour rôle de démontrer des liens de causalité, il convient, en accord avec les systèmes d'indicateurs couramment employés au plan international, de mettre en lumière les tendances qui se dégagent dans les principales influences (pressions) et réponses (mesures). Cela permet au moins de formuler des hypothèses, qui pourront être examinées dans le cadre de projets plus approfondis. Sur la base des données disponibles, le MBD doit donc décrire l'évolution des influences et des réponses possibles qui, en l'état actuel des connaissances, sont susceptibles d'avoir un lien direct avec les tendances de la biodiversité.

2 > Conception des indicateurs

2.1 Le modèle PSR

Les programmes de monitoring internationaux utilisent depuis quelques années le modèle DPSIR (*Driving forces, Pressures, States, Impacts and Responses*) élaboré par l'Agence européenne pour l'environnement (AEE). Le MBD s'appuie quant à lui sur le modèle PSR (OCDE 1994), un peu plus ancien et plus simple, mais qui répond parfaitement à ses besoins. Dans ce modèle, les indicateurs sont sélectionnés et regroupés de façon à refléter les pressions influant sur la biodiversité (p. ex. les risques liés à l'utilisation de fertilisants minéraux), l'état de la biodiversité (p. ex. le nombre d'espèces végétales dans des prairies agricoles) ou encore les mesures prises afin de préserver la biodiversité (p. ex. mple les contributions écologiques pour les prairies extensives).

Le modèle PSR fournit une grille utile pour classer les données. Il n'est cependant pas sans danger car la représentation et le choix des indicateurs peuvent suggérer des liens de causalité entre les données. Pour cette raison, on rappellera que les corrélations entre différentes séquences temporelles n'impliquent pas nécessairement des liens de causalité. Par exemple, on a assisté dans les années 80 en Suisse simultanément à une diminution de l'utilisation des biocides et à un déclin des populations de lièvres, alors même qu'augmentait la superficie totale des aires protégées. Il ne faut certainement pas en conclure que les biocides ont un effet positif sur les populations de lièvres ou, au contraire, que les aires protégées ont un effet négatif.

2.2 Choix des indicateurs

Les indicateurs doivent remplir un certain nombre de critères afin de répondre aux besoins du MBD.

> *Les indicateurs d'état:*

- enregistrent les changements majeurs sur le plan de la biodiversité. D'une part, l'objectif est de décrire les multiples facettes de la biodiversité – les différents niveaux spatiaux de la diversité des espèces (cf. tab. 3), mais aussi la diversité génétique et la diversité des milieux naturels – de manière aussi complète que possible alors que les contraintes financières ne permettent pas de surveiller tous les changements.
- identifient les changements dans les plus brefs délais. Les résultats doivent pouvoir être exploités sur le plan politique. Des conclusions sur ce qui s'est passé les 20 ou 50 dernières années sont peu utiles pour mettre en place des mesures concrètes.
- sont interprétables sans équivoque. Les variations des valeurs fournies par les indicateurs doivent pouvoir donner lieu à une appréciation claire. Un accroissement

des valeurs devrait correspondre à une augmentation de la biodiversité et par conséquent à une appréciation positive (et vice-versa).

- permettent de dresser des généralisations valables pour l'ensemble de la Suisse. Les indicateurs doivent donc être choisis et conçus pour que l'on puisse tirer des conclusions pour la totalité du pays.
- peuvent être facilement communiqués. Les résultats doivent être intelligibles pour les profanes et susciter leur empathie. Cela suppose que les publics concernés comprennent la signification des indicateurs, qu'au moins une partie des groupes d'espèces sélectionnés soient connus et aient une portée emblématique et que les résultats puissent être étayés par des exemples convaincants.
- nécessitent un travail de collecte et de calcul aussi économique que possible. Les ressources financières sont si limitées que le coût constitue un critère de sélection majeur.

> *Les indicateurs de pression et de réponse:*

- ont un lien aussi direct que possible avec la biodiversité. Surtout en ce qui concerne les indicateurs de pression, la tentation est grande de vouloir contrôler tous les paramètres concevables, au risque de ne pouvoir démontrer un lien causal en fin d'analyse. Or, une telle démarche mobiliserait trop de moyens.
- se basent en majorité sur des données existantes. La modestie des moyens financiers à disposition oblige, pour les indicateurs de pression et de réponse, à recourir en premier lieu aux multiples données déjà disponibles, qui sont ensuite retravaillées sous la forme qui convient.

2.3 Structure du set d'indicateurs

2.3.1 Regroupement thématique

Le MBD utilise actuellement 32 indicateurs, regroupés dans le tableau 1 selon la grille du modèle PSR. Bien que les indicateurs de pression dominent sur le plan numérique, les ressources financières du MBD se concentrent avant tout sur les indicateurs d'état. Les données concernant les indicateurs de pression et de réponse reprennent largement des données existantes, qui sont retraitées dans l'optique du MBD.

Tab. 1 > Regroupement thématique des indicateurs selon la grille PSR

Pressions	Etat	Réponses
14 indicateurs:	12 indicateurs:	6 indicateurs:
• Biotopes de valeur 1	• Diversité génétique 2	• Aires protégées 3
• Structures du paysage 4	• Diversité des espèces 8	• Surfaces sous contrat 1
• Utilisation des milieux ouverts 2	• Diversité des milieux naturels 2	• Agriculture 1
• Exploitation de la forêt 3		• Finances 1
• Exploitation des cours d'eau 3		
• Morcellement du paysage 1		

Le tableau 2 énumère tous les indicateurs, qui sont décrits en annexe. Vous trouverez sur notre site Web les données à jour de 31 indicateurs.

Tab. 2 > les indicateurs du MBD

E1=Z10	Etendue des biotopes de valeur
E2	Surfaces d'exploitation
E3	Surfaces des zones laissées à la nature
E4	Longueur des éléments paysagers linéaires
E5	Diversité des utilisations du sol à petite échelle
E6	Charge en nutriments dans le sol
E7	Intensité d'exploitation agricole
E8	Surfaces forestières dominées par des espèces allochtones
E9	Proportion des surfaces de rajeunissement comportant un rajeunissement artificiel
E10	Bois mort
E11	Prélèvements dans les cours d'eau
E12	Longueur des tronçons de cours d'eau perturbés
E13	Qualité des eaux
*	
E15	Morcellement du paysage
Z1	Nombre de races de bétail et de variétés de plantes cultivées
Z2	Proportion des différentes races de bétail et variétés de plantes cultivées
Z3	Diversité des espèces en Suisse et dans les régions
Z4	Présence en Suisse des espèces menacées à l'échelle mondiale
Z5	Bilan du degré de menace
Z6	Effectifs d'espèces menacées
Z7	Diversité des espèces dans les paysages
Z8	Effectifs d'espèces largement répandues
Z9	Diversité des espèces dans les habitats
Z10	Etendue des biotopes de valeur
Z11	Qualité des biotopes de valeur
Z12	Diversité des biocénoses
M1	Etendue des réserves naturelles
M2	Etendue des réserves naturelles «sûres»
M3	Espèces menacées dans les zones protégées
M4	Surface de compensation écologique
M5	Surfaces faisant l'objet d'une exploitation «biologique»
**	
M7	Ressources financières pour la protection de la nature et du paysage

Z: indicateurs d'état; E: indicateurs de pression; M: indicateurs de réponse.

* L'indicateur E14 a été intégré à l'indicateur E13.

** Il est apparu que l'indicateur M6 n'était pas réalisable sous la forme initialement prévue.

Dans le souci d'optimiser l'utilisation des ressources à disposition, différents ateliers de travail organisés au début du projet ont permis de définir les besoins en informations et en données des futurs utilisateurs du MBD. On a également pris en compte les recommandations du PNUE (1993), de l'OCDE (1994), du WCMC (Reid et al. 1993) et de Noss et al. (1992). Le rapport du MBD de 1996 fournit des informations détaillées sur la composition du set d'indicateurs utilisé à l'époque (Hintermann et al. 1996).

D'autres indicateurs ont été évalués lors de la poursuite du programme. L'indicateur Z12 a été ajouté à la suite de ces évaluations. Les indicateurs prévus initialement ont également été modifiés. L'indicateur E14 a été intégré à l'indicateur E13. Le contenu de certaines définitions a été modifié (par exemple E10 et E15). Il est par ailleurs apparu clairement que l'indicateur M6 n'était pas réalisable sous la forme initialement prévue.

2.3.2 Indicateurs d'état

La plupart des auteurs distinguent trois niveaux de biodiversité: la diversité génétique, la diversité des espèces et la diversité des milieux naturels ou des écosystèmes. Le MBD utilise lui aussi ces trois niveaux, bien que la diversité des milieux naturels suscite des réserves (voir notamment Reid et al. 1993).

Diversité génétique

La diversité à l'intérieur des espèces a une signification capitale pour réaliser l'objectif numéro un, c'est-à-dire le maintien de la biodiversité. En effet, la diversité génétique peut diminuer avant qu'une espèce ne s'éteigne.

Pour des raisons budgétaires, le MBD recense la diversité génétique uniquement pour les races de bétail et les variétés de plantes cultivées (Z1, Z2). Des relevés représentatifs tels que ceux réalisés pour mesurer la diversité des espèces dont l'aire de répartition est étendue (Z7) et des espèces abondantes (Z9) sont impossibles à financer au niveau génétique.

Diversité des espèces

La biodiversité lui étant souvent assimilée, la diversité des espèces connaît sans aucun doute la popularité la plus forte. Elle est simple à décrire et son importance est évidente pour le public. Il est en outre généralement facile de distinguer les espèces les unes des autres.

On décrit la diversité des espèces selon différents niveaux spatiaux. Le tableau 3 montre en quoi se différencient ces niveaux.

Plusieurs auteurs désignent ces trois niveaux sous le nom de diversité alpha, beta et gamma. Ces notions n'étant pas employées de manière uniforme dans la littérature scientifique (Jurasinski et al. 2009), elles ne sont pas utilisées dans le présent rapport.

Tab. 3 > les trois niveaux spatio-fonctionnels de la diversité des espèces

	Diversité dans les milieux naturels	Diversité dans les paysages	Diversité dans les régions biogéographiques et dans le pays
Indicateur central du MBD	Z9	Z7	Z3
Principales influences	<ul style="list-style-type: none"> • Nutriments • Structures • Techniques d'utilisation du sol • Entretien 	<ul style="list-style-type: none"> • Hétérogénéité • Longueur des éléments linéaires • Taille des unités d'utilisation du sol 	<ul style="list-style-type: none"> • Variation des aires de répartition • Apparition d'espèces • Extinction d'espèces
Principales stratégies de protection	Développement et optimisation des techniques d'utilisation du sol	<ul style="list-style-type: none"> • Protection des biotopes • Surface de compensation écologique et surfaces de promotion de la biodiversité • Mise en réseau des biotopes 	<ul style="list-style-type: none"> • Protection des espèces • Réintroduction • Vastes corridors • Evt. isolement
Espèces sensibles	Espèces abondantes ayant une aire de répartition étendue	Espèces ayant une aire de répartition étendue mais peu abondantes	Espèces rares (espèces menacées figurant sur les listes rouges)
Dynamique temporelle	Modérée	Rapide	D'abord lente, puis rapide
Unité spatiale de référence appropriée	<ul style="list-style-type: none"> • Types d'utilisation du sol • Milieux naturels 	<ul style="list-style-type: none"> • Régions • Etages altitudinaux 	<ul style="list-style-type: none"> • Régions biogéographiques

Outre le nombre d'espèces lui-même, le changement dans la composition des espèces aux différents niveaux spatiaux joue aussi un rôle décisif. L'indicateur Z12 décrit l'évolution des biocénoses dans les différents milieux naturels et dans les différentes régions de Suisse. Il permet ainsi de déterminer si l'homogénéisation de la biodiversité constatée dans le reste du monde progresse également dans les milieux naturels et les paysages de notre pays.

Les indicateurs Z9, Z7, Z3 et Z12 surveillent indirectement l'évolution des trois niveaux spatiaux et l'homogénéisation, formant ainsi le cœur des relevés du MBD. En plus de ces indicateurs centraux, d'autres indicateurs s'intéressent à des aspects particuliers de la biodiversité.

L'indicateur Z4 «Présence en Suisse des espèces menacées à l'échelle mondiale» montre dans quelle mesure la Suisse remplit ses obligations internationales. Pour sa part, l'indicateur Z5 dresse le bilan des variations du degré de menace. Afin de donner une image générale de cette évolution, le nombre d'espèces dont le degré de menace a augmenté d'après les listes rouges est soustrait du nombre d'espèces dont le degré de menace a diminué.

L'indicateur Z6 indique l'évolution des effectifs de quelques espèces rares prises en exemple. Les données utilisées pour le calculer proviennent d'autres programmes. Cet indicateur inclut par exemple des espèces emblématiques. Les relevés de terrain effectués pour les indicateurs Z7 et Z9 permettent aussi d'établir l'évolution de la répartition ou des effectifs d'environ 1500 espèces abondantes ou ayant une aire de répartition étendue. L'indicateur Z8 propose une vue d'ensemble de ces données.

Diversité des milieux naturels

La diversité des milieux naturels est un domaine complexe, difficile à appréhender, dont l'importance est controversée. Reid et al. (1993) font remarquer que la conservation des communautés naturelles – et donc des types de milieux naturels, qui sont surtout définis en termes de communautés végétales dans la pratique – n'est pas un objectif en soi. Le but est plutôt de préserver les espèces composant la communauté en question et de s'assurer que l'écosystème puisse continuer à fonctionner. Ces deux objectifs n'excluent pas une transformation des communautés et il est dès lors difficile de définir des états idéaux ou, plus précisément, les changements souhaités ou non. Outre ces considérations conceptuelles, on est également confronté à des problèmes d'ordre méthodologique. Il est en effet extrêmement difficile de délimiter certains types de biotopes de manière à ce que les résultats obtenus soient reproductibles et que la marge d'erreur méthodologique soit suffisamment faible.

Le MBD se limite à un indicateur quantitatif et un indicateur qualitatif pour les milieux naturels définis comme des biotopes de valeur par le droit suisse (Z10 et Z11). Les changements de taille et de structure des milieux naturels peuvent avoir une incidence importante sur la diversité des espèces. Ils sont mesurés par les indicateurs de pression.

2.3.3 Indicateurs de pression

Comme l'indique le tableau 3, des facteurs variés influent sur la diversité biologique aux trois niveaux spatiaux considérés. La diversité dans les milieux naturels (mesurée par l'indicateur Z9) dépend de la charge en nutriments, de la structure des surfaces utilisées, des techniques d'utilisation du sol et des soins qu'on lui apporte. Ces influences se reflètent principalement dans les indicateurs E6, E7, E8, E9, E11, E12, E13 et E15. La diversité biologique dans les paysages est déterminée par l'hétérogénéité des milieux naturels, la longueur des éléments paysagers linéaires et la superficie des différents types d'exploitation du sol, facteurs illustrés en particulier par les indicateurs E2, E4, E5, E11, E12 et E15. Enfin, la diversité dans les régions est affectée par des facteurs tels que la variation des aires de répartition ou l'apparition et l'extinction d'espèces, facteurs (partiellement) restitués par les indicateurs E1 et E3.

Les indicateurs ne rendent pas compte de toutes les influences significatives. Le MBD a été délibérément conçu de sorte que seules les influences principales soient illustrées par les indicateurs. De plus, nous ne disposons pas de données de base appropriées pour certains indicateurs qui seraient pourtant souhaitables. Divers aspects qui sont également intéressants sur le plan de la biodiversité sont déjà en partie couverts par les indicateurs d'autres programmes. Des corrélations peuvent être établies en mettant des données en relation (voir p. ex. l'analyse de l'Inventaire forestier national de Brändli et al. 2007).

2.3.4 Indicateurs de réponse

Le choix des indicateurs de réponse dépend lui aussi en grande partie des données à disposition. L'évolution de l'étendue des aires protégées ayant un statut légal (M1 et M2) et de la proportion des espèces menacées installées dans les aires protégées (M3)

est importante pour la diversité des espèces dans les régions suisses. En revanche, les indicateurs M4 (évolution de l'étendue des surfaces de compensation écologique) et M5 (évolution de l'étendue des surfaces faisant l'objet d'une exploitation «biologique») rendent principalement compte de la diversité dans les milieux naturels et les paysages. L'indicateur M7 (évolution des dépenses publiques pour la protection de la nature et du paysage) couvre les trois niveaux de la diversité biologique.

3 > Les principaux indicateurs du MBD

La question centrale qu'étudie le MBD est celle de l'évolution de la biodiversité dans le temps. Comme indiqué dans les chapitres précédents, le MBD se concentre principalement sur les changements observés dans la diversité des espèces. C'est dans ce domaine également que le MBD investit la majeure partie de ses ressources financières.

Les indicateurs relatifs à la diversité des espèces sont détaillés ci-après, l'accent étant placé sur les indicateurs centraux se rapportant aux différents niveaux spatiaux. La liste complète des indicateurs est proposée en annexe avec, pour chaque indicateur, sa définition, une description de sa portée (y compris les limites de son interprétation) et des indications méthodologiques.

3.1 Indicateurs de la diversité des espèces au niveau de la région

Le nombre d'espèces présentes dans une région biogéographique – ou un pays – dépend de la situation géographique, de la topographie, de la nature des sols, du climat et des influences de l'activité humaine. L'évolution du nombre d'espèces est déterminée principalement par les variations d'effectifs des espèces rares: la diversité diminue lorsque les derniers représentants d'une espèce rare disparaissent d'une région; elle augmente lorsqu'une espèce rare revient ou s'étend ou lorsqu'une nouvelle espèce apparaît (phénomène relativement rare en temps normal).

3.1.1 Indicateur Z3

- > **Définition de l'indicateur Z3:** *Evolution de la somme des espèces d'une unité taxonomique vivant à l'état sauvage dont la présence en Suisse a été attestée ou établie comme probable pendant au moins neuf des dix dernières années sur la base de méthodes standardisées.*
 - > **Portée:** *L'indicateur Z3 décrit l'évolution du nombre d'espèces des groupes d'animaux les plus connus de Suisse. Les effectifs sont recensés indépendamment de leur statut de protection ou de leur valeur en termes de protection de la nature. Une analyse plus approfondie sur le plan de la protection de la nature nécessite par conséquent d'examiner les différentes causes des progressions et des reculs constatés dans les groupes d'espèces. Les informations complémentaires figurant sur la feuille de données de l'indicateur permettent une telle analyse.*
-

Le MBD mesure la variation du nombre d'espèces présentes en Suisse au moyen de l'indicateur Z3. Bien qu'il ne s'agisse pas explicitement d'un indicateur d'espèces rares, il est influencé à court terme par les processus d'extinction et d'apparition d'espèces rares et menacées (cf. tab. 4). Ces espèces colonisent en général des sites

particuliers ou des régions périphériques. L'indicateur Z3 s'intéresse de ce fait aux changements intervenus dans des sites particuliers (faisant par exemple l'objet de mesures de protection de la nature), aux introductions et réintroduction ainsi qu'aux transformations à grande échelle comme les déplacements d'aires de répartition. En revanche, les changements à petite échelle, par exemple dans l'agriculture et la sylviculture, ont peu d'effets sur l'indicateur Z3, sauf s'ils interviennent de manière durable sur de nombreux sites.

Outre les processus lents susmentionnés, l'introduction délibérée ou accidentelle d'espèces allochtones (espèces exotiques) peut entraîner une augmentation du nombre d'espèces.

Attestation fiable de la présence et de l'absence d'espèces

L'indicateur Z3 a pour but de documenter les disparitions et les apparitions d'espèces. Pour l'établir, on ne peut donc prendre en considération que les groupes d'espèces dont il est possible de prouver la présence ou l'absence en Suisse au moment considéré. Il est compliqué d'attester en particulier l'absence de nombreux groupes d'espèces, tout comme il est difficile de découvrir de nouvelles espèces rapidement après leur apparition. Dans tous les cas, un relevé complet s'impose afin de rendre compte de manière fiable de l'évolution du nombre d'espèces rares. Un échantillonnage ne pourra en effet jamais démontrer avec suffisamment de précision la présence ou l'absence d'espèces rares, qui passent à travers les mailles de l'échantillonnage. Mais dans la pratique, un recensement complet de toutes les espèces présentes ou absentes de Suisse est impossible pour des raisons budgétaires. C'est pourquoi on ne peut calculer l'indicateur Z3 qu'en utilisant et en optimisant les observations rapportées par des réseaux de collaborateurs bénévoles. Cela suppose que ces réseaux soient suffisamment denses pour détecter les éventuelles variations. C'est le cas surtout pour les espèces emblématiques puisque les naturalistes amateurs aiment particulièrement rapporter l'observation de raretés. Aussi l'indicateur Z3 se limite-t-il à une sélection de groupes taxonomiques représentatifs de la biodiversité dans son ensemble.

Prise en compte des organismes vivant à l'état sauvage uniquement

L'indicateur Z3 se limite explicitement aux organismes vivant en Suisse à l'état sauvage. Il exclut les banques de semences ou les animaux des parcs zoologiques car les stratégies de protection adoptées pour des organismes purement ex-situ sont différentes de celles utilisées pour les espèces sauvages.

Pour qu'une espèce soit considérée comme sauvage en Suisse et donc prise en compte dans l'indicateur Z3, il faut généralement que sa reproduction soit attestée hors de toute intervention humaine. Dans certains cas, on n'exige pas la preuve directe de la reproduction, surtout si celle-ci ne peut être obtenue que difficilement et si l'on peut légitimement conclure, sur la base d'autres informations, que l'espèce se reproduit avec succès. Des exigences minimales précises sont définies et documentées pour chaque espèce.

Exclusion des fluctuations importantes

L'indicateur Z3 dénombre seulement les espèces observées régulièrement en Suisse. A cet effet, le MBD reprend le critère d'une présence durant neuf des dix dernières années adopté par la Station ornithologique de Sempach (Schmid 1994). Cette exigence d'une confirmation constante de la présence d'une espèce revêt une importance cruciale pour les espèces mobiles, dont les limites des aires de répartition chevauchent les frontières politico-géographiques ou biogéographiques de la Suisse et qui ne se reproduisent pas en permanence dans notre pays (espèces erratiques). On considère que les espèces peu mobiles remplissent le critère de présence avec une certitude satisfaisante si leur présence à une distance suffisante des limites de la zone examinée est attestée pendant une période de dix ans. La période de référence de dix ans est alignée sur les critères d'évaluation des populations appliqués en vue de l'établissement des listes rouges (UICN 2001).

Flou dans la distinction entre espèces indigènes et espèces exotiques

Par nature, les processus reflétés par l'indicateur Z3 sont relativement lents. Il existe cependant certaines exceptions pour des variations de flore et de faune largement provoquées par l'homme (introduction délibérée ou accidentelle dans un milieu naturel, suppression d'obstacles à l'expansion, éradication ciblée). L'article 8, lettre h de la Convention sur la diversité biologique stipule explicitement que les espèces indigènes doivent être préservées. Un programme de monitoring doit donc également se concentrer sur les espèces indigènes ou au moins documenter séparément les changements affectant les effectifs de ces espèces.

Dans un petit pays comme la Suisse, la flore et la faune subissent des changements permanents uniquement du fait de processus climatiques et biogéographiques, même sans l'intervention de l'homme. De très nombreuses espèces largement répandues en Suisse ne s'y sont implantées qu'au cours des 10 000 dernières années. Pourtant, nous les considérons comme des espèces indigènes, tout au moins lorsque leur implantation remonte à 6000 ans, comme le hêtre. De même, les espèces introduites artificiellement par l'homme il y a moins de 1000 ans sont actuellement considérées comme des espèces indigènes. C'est le cas par exemple de l'écrevisse à pattes rouges. Il est aujourd'hui d'usage de fixer la frontière historique entre espèces indigènes et espèces exotiques à 1492, date souvent arrondie à 1500.

En dépit de cette délimitation chronologique claire, des problèmes de définition considérables subsistent, par exemple en ce qui concerne les notions suivantes: dissémination à l'étranger; installation spontanée en Suisse (rat musqué, chien viverrin, raton laveur); lâchers d'espèces qui ne conduisent pas à une nouvelle installation, mais anticipent ou accélèrent plutôt un processus (grenouille rieuse); introduction accidentelle par le biais de plantes cultivées (adventices, insectes phytophages). En raison de ces difficultés, le MBD recense pour l'indicateur Z3 toutes les espèces d'un groupe taxonomique, indépendamment de leur origine. Cependant, une analyse rétrospective selon l'origine des espèces reste possible.

Réaction lente

L'indicateur Z3 réagit lentement aux évolutions. Entre 1900 et 2007, on a compté seulement 65 variations durables parmi les quelque 700 espèces animales surveillées en tout (42 progressions, 23 reculs), ce qui représente environ 1 % par an (Martinez et al. 2009). Dans des intervalles de temps pertinents sur le plan politique, les modèles biogéographiques théoriques prévoient, eux aussi, des valeurs constantes pour l'indicateur Z3. Même les modifications importantes du paysage n'ont qu'une incidence très limitée sur l'indicateur. Parmi les modèles évoqués, citons notamment la théorie de l'équilibre de la biogéographie isolée (MacArthur & Wilson 1967), la «species saturation» (saturation des espèces, Terborgh & Faaborg 1980) et la «carrying capacity for species» (limite du supportable pour les espèces, Brown et al. 2001).

De plus, l'indicateur Z3 n'est pas très sensible, hormis dans la zone à la limite entre présence et absence, parce qu'il dépend d'un petit nombre d'espèces rares: il est par exemple déterminant d'établir si un seul couple d'oiseaux nicheurs niche encore régulièrement. Malgré ces restrictions, les efforts internationaux d'envergure en faveur du recensement de la biodiversité se réfèrent explicitement à des paramètres tels que ceux utilisés pour l'indicateur Z3 (voir Reid et al. 1993: «...one of the most useful indicators of status and trends...»). Tout programme de monitoring doit donc les inclure.

Afin d'accroître la sensibilité de l'indicateur Z3, celui-ci est non seulement calculé pour l'ensemble de la Suisse, mais aussi pour les différentes régions biogéographiques. Cela permet de décrire également les extinctions et les colonisations dans les six régions de Suisse: Jura, Plateau, versant nord des Alpes, versant sud des Alpes, Alpes centrales occidentales et Alpes centrales orientales.

Données provenant d'autres programmes

Dans un premier temps, l'indicateur Z3 a été appliqué aux taxons dont on avait déjà une bonne connaissance grâce aux réseaux de collecte existants. Comme le montre le tableau 4, il est possible d'obtenir des informations pour l'indicateur Z3 concernant les vertébrés (sauf les chauves-souris) et quelques groupes de grands insectes emblématiques (à l'exception de certains sous-groupes difficiles à identifier). D'autres groupes, comme les plantes vasculaires, les mousses et les lichens, ne peuvent pas être pris en compte pour l'indicateur Z3 car, si l'on peut constater leur présence, il n'est pas possible d'établir leur absence avec une certitude suffisante. Pour les plantes vasculaires, par exemple les changements seraient principalement le fait d'espèces adventices (introduites délibérément ou accidentellement). Or, établir l'absence de ces espèces, qui ne sont pas présentes localement en permanence, demanderait des moyens excessifs. Dans une phase ultérieure du projet, l'indicateur Z3 pourrait le cas échéant être étendu à quelques groupes pour lesquels les informations concernant la présence des espèces s'enrichissent rapidement à l'heure actuelle.

Tab. 4 > prise en compte des Groupes d'espèces dans l'indicateur Z3*(état décembre 2012). d'autres groupes n'ont pas été analysés.*

Taxon	Remarque	Espèces	Prise en compte dans Z3
Mammifères	Sauf chauves-souris	59	Oui
Chauves-souris	Absence impossible à établir	26	Non
Oiseaux	Tous les oiseaux nicheurs	177	Oui
Reptiles		15	Oui
Amphibiens		18	Oui
Poissons et cyclostomes	Sauf espèces piscicoles	88	Oui
Libellules	Sauf certaines espèces migratrices	67	Oui
Papillons	Papillons diurnes uniquement (y compris les hespéries, mais sans les zygènes)	190	Oui
Orthoptères		103	Oui
Ephéméroptères	Actuellement, enrichissement rapide des informations	87	Peut-être faisable ultérieurement
Plécoptères	Actuellement, enrichissement rapide des informations	111	Peut-être faisable ultérieurement
Tricoptères	Actuellement, enrichissement rapide des informations	302	Peut-être faisable ultérieurement
Plantes vasculaires	Absence impossible à établir	env. 3100	Non
Mousses	Absence impossible à établir	1 078	Non
Champignons	Comestibles uniquement	env. 150	Non (n'est pas un groupe taxonomique; distinction floue)
Lichens	Absence impossible à établir	env. 1 600	Non

3.1.2 Indicateur Z4

La Suisse s'est engagée sur le plan international en faveur de la préservation des espèces menacées à l'échelle mondiale. Celles-ci bénéficient de mesures de protection prioritaires car leur disparition, contrairement à celle des espèces menacées «seulement» au niveau national, constituerait une perte irréversible. S'il ne reflète qu'une toute petite partie de la biodiversité suisse, l'indicateur Z4 permet néanmoins de documenter la contribution de la Suisse aux résultats des efforts de protection au niveau international.

> Définition de l'indicateur Z4: *Evolution du nombre total des espèces menacées à l'échelle mondiale dont la présence en Suisse été attestée ou établie comme probable pendant au moins neuf des dix dernières années a sur la base de méthodes standardisées.*

> Portée: *L'indicateur Z4 illustre le rôle de la Suisse dans la protection des espèces menacées à l'échelle mondiale. Les informations sont incomplètes à l'heure actuelle car la menace à l'échelle mondiale n'a pas encore été évaluée pour tous les groupes d'espèces et/ou nous ne disposons pas de données suffisantes concernant toutes les espèces significatives pour la Suisse.*

La qualification des espèces menacées à l'échelle mondiale se base sur des critères quantitatifs cohérents proposés par l'UICN (UICN 2001). Le degré de menace attribué reflète le risque de disparition au niveau mondial. Le concept de «vie à l'état sauvage» est défini de la même manière que pour l'indicateur Z3. L'indicateur Z4 n'est actualisé que tous les cinq ans.

Les espèces endémiques en Suisse répondent presque sans exception au minimum aux critères de l'UICN qualifiant la catégorie «vulnérable». Un degré de menace peut leur être attribué indépendamment de l'activité de l'UICN, mais en application des mêmes critères. Cela permet de prendre en compte certaines espèces de mollusques dans l'indicateur Z4 bien que l'UICN n'ait pas encore évalué ce groupe de manière exhaustive.

En théorie, l'indicateur Z4 serait un volet de l'indicateur Z3, lequel ne peut cependant prendre en compte qu'une très petite partie des taxons. Etant donné que l'indicateur Z4 n'englobe qu'un nombre limité d'espèces individuelles (menacées dans le monde), on peut y inclure des groupes d'espèces supplémentaires par rapport à l'indicateur Z3. Actuellement, c'est le cas, par exemple des chauves-souris, des mollusques, de quelques groupes d'arthropodes et d'annélidés, des plantes vasculaires et des mousses.

L'objectif à long terme du MBD est d'inventorier toutes les espèces menacées au niveau mondial qui sont présentes en Suisse. Cependant, le développement de l'indicateur se fait par étapes, en fonction des travaux de l'UICN et des données disponibles au niveau helvétique. De nombreuses données sont du reste mises à disposition incidemment, lors du calcul de l'indicateur Z3 (et en partie des indicateurs Z5 et Z6). Dans la mesure où l'on ne peut pas utiliser les données de base de ces indicateurs ou d'autres programmes indépendants, le contrôle de la présence d'espèces importantes impose de recourir à une grande variété de méthodes (par exemple réseau constitué par des naturalistes amateurs, recherche professionnelle ciblée sur des espèces dont on pense qu'elles sont apparues ou se sont éteintes récemment). Mais des difficultés d'ordre méthodologique (preuves difficiles à fournir pour l'ensemble du territoire, problèmes de définition des espèces) obligent à exclure certaines espèces (par exemple il n'est pas possible d'établir de façon fiable l'absence de la graminée *Bromus grossus* [brome épais]).

Bien que le MBD ait complété les listes rouges de l'UICN (publiées sur Internet à l'adresse www.redlist.org; état en 2010) avec des espèces endémiques d'autres groupes d'espèces, dans le respect des critères de cette organisation (UICN 2001), la liste des espèces menacées à l'échelle mondiale ne contient toutefois pour la Suisse que les taxons les plus connus (cf. tab. 5). On suppose que d'autres espèces pourront être ajoutées à la liste des espèces surveillées par l'indicateur Z4 dans les années à venir.

Tab. 5 > Groupes d'espèces menacées à l'échelle mondiale actuellement inclus dans l'indicateur Z4

La colonne «Nombre d'espèces dans Z4» indique le nombre d'espèces menacées à l'échelle mondiale qui sont actuellement présentes en Suisse et qui peuvent être surveillées par l'indicateur Z4.

Taxon	Remarque	Nombre d'espèces dans Z4
Mammifères		1
Oiseaux		0
Reptiles		0
Amphibiens		1
Poissons	11 espèces pas encore classées par l'UICN	8
Mollusques	Groupe pas encore classé par l'UICN; actuellement, espèces endémiques uniquement pour Z4	5
Crustacés décapodes		3
Papillons	1 espèce supplémentaire non vérifiable	6
Hyménoptères	15 espèces de fourmis menacées non vérifiables	0
Coléoptères	Traitement incomplet	4
Orthoptères		1
Libellules		0
Aranéides	Traitement incomplet	1
Plantes vasculaires	1 espèce supplémentaire non vérifiable	27
Mousses		2

3.1.3 Indicateur Z5

> Définition de l'indicateur Z5: *Nombre des espèces dont la menace a baissé d'un degré en Suisse moins le nombre des espèces dont la menace a augmenté d'un degré. Les espèces dont le degré de menace a augmenté ou diminué de deux (trois) paliers sont comptabilisées deux (trois) fois.*

> Portée: *L'indicateur Z5 dresse le bilan de l'évolution sur dix à vingt ans des menaces qui pèsent sur les espèces figurant sur les listes rouges officielles. Une comparaison n'est toutefois possible que si les listes rouges ont été établies selon les critères de l'UICN et si la taxonomie n'a pas changé de manière importante. Ces conditions n'étant remplies que pour les oiseaux nicheurs, l'indicateur Z5 offre provisoirement surtout une vue d'ensemble à jour des différentes listes rouges de la Confédération.*

L'indicateur Z5 décrit l'évolution du bilan des degrés de menace de la flore et de la faune en Suisse. Le nombre d'espèces menacées est indiqué sur les listes rouges pour chaque taxon. Pourtant, ce n'est généralement pas le nombre ou la proportion d'espèces menacées par groupe d'espèces qui importe le plus, mais les variations spatiales et temporelles de ces chiffres. Avant de pouvoir documenter ces variations, il faut classer les espèces en fonction des dangers encourus, selon des critères transparents et uniformes. L'UICN a développé un système de cette nature pour estimer le risque d'extinction à l'échelle mondiale (UICN 1994) et ces critères ont été adaptés afin de pouvoir être appliqués aux listes rouges nationales (UICN 2003). En Suisse, ce système

unifié a été introduit en 2001. Il a ainsi été possible d'établir le bilan des variations du degré de menace lors des révisions échelonnées des listes rouges. Cela a été fait pour la première fois en 2010 pour les oiseaux nicheurs. L'indicateur avait alors pu être calculé. L'indicateur Z5 est défini comme le nombre des espèces dont la menace a baissé d'un degré en Suisse moins le nombre des espèces dont la menace a augmenté d'un degré. Les espèces dont le degré de menace a augmenté ou diminué de deux (trois) paliers sont comptabilisées deux (trois) fois.

3.1.4 Indicateur Z6

- > **Définition de l'indicateur Z6:** *Evolution des effectifs d'une sélection d'espèces menacées ou potentiellement menacées en Suisse, en Europe ou dans le monde.*
- > **Portée:** *L'indicateur Z6 n'est pas représentatif de la biodiversité dans son ensemble car la sélection des espèces observées est conditionnée par le peu de données disponibles. Cependant, l'indicateur Z6 présente l'évolution sur dix ans ou plus des effectifs de quelques espèces animales et végétales menacées ou potentiellement menacées. Il donne donc en quelque sorte un «visage» aux chiffres abstraits d'autres indicateurs (en particulier Z5).*

Afin d'illustrer les tendances observées parmi les espèces menacées ou rares, l'indicateur Z6 s'appuie sur les exemples de l'évolution des effectifs d'espèces particulièrement bien documentées ou emblématiques. Les espèces au bord de l'extinction jouent un rôle déterminant pour la préservation de la diversité des espèces. Les données recueillies pour l'indicateur Z6 proviennent de projets menés par d'autres organisations, par exemple des programmes de protection des espèces. L'indicateur Z6 repose sur des estimations en principe annuelles de la taille des effectifs (abondance). Etant donné les difficultés méthodologiques et la complexité de ces estimations, nous ne disposons de séries de données que pour très peu d'espèces de la flore et de la faune suisses. A l'heure actuelle, l'indicateur Z6 fournit principalement des informations sur les oiseaux nicheurs, quelques représentants des mammifères, des amphibiens et des plantes vasculaires ainsi qu'une espèce d'insectes.

3.2 Indicateurs de la diversité des espèces dans les habitats

La diversité des espèces à l'intérieur des milieux naturels est influencée par la qualité et la quantité des ressources à disposition, par exemple les nutriments, l'offre de nourriture et les structures. Sur les surfaces exploitées, la nature et l'intensité de l'utilisation ou de l'entretien ont en outre un impact décisif sur la diversité biologique.

Il convient toutefois de noter que le nombre d'espèces recensées n'est pas le seul paramètre qui permet d'évaluer l'évolution de la biodiversité. Les différences dans la composition des biocénoses contribuent également à la biodiversité (cf. chiffre 3.4).

3.2.1 Indicateur Z9

La richesse spécifique, mesurée en nombre d'espèces par unité de surface, est l'un des indicateurs les plus parlants et les plus convaincants car il se comprend de manière intuitive.

-
- > **Définition de l'indicateur Z9:** *Evolution de la diversité moyenne d'une sélection de groupes d'espèces sur de petites surfaces aux dimensions standardisées. L'indicateur mesure la diversité des plantes vasculaires, des mousses et des mollusques sur des surfaces de 10 m². Pour l'indicateur Z9-Insectes aquatiques, la diversité des éphéméroptères, des plécoptères et des trichoptères est mesurée dans des tronçons de cours d'eau.*
 - > **Portée:** *L'indicateur Z9 mesure la diversité des espèces dans différents types de milieux sur des surfaces restreintes. Cela permet d'évaluer les tendances de la diversité des espèces pour les principales catégories d'utilisation du sol en Suisse. Comme les données sont recueillies au moyen d'une grille répartie régulièrement sur le territoire, l'indicateur Z9 montre l'évolution de la diversité des espèces dans nos paysages quotidiens, c'est-à-dire dans les prairies, champs, forêts et cours d'eau ordinaires de Suisse. Les stations particulières précieuses pour la protection de la nature ont un poids négligeable dans cet indicateur.*
-

Prise en compte des catégories d'utilisation du sol

L'indicateur Z9 illustre l'évolution de la diversité des espèces dans différents types de milieux. Afin d'établir des constats représentatifs pour la Suisse, les chiffres bruts sont relevés dans un réseau d'échantillonnage systématique, composé d'environ 1600 surfaces d'échantillonnage terrestres et 570 surfaces d'échantillonnage aquatiques (cf. chiffre 4.2). L'indicateur Z9 serait envisageable pour tous les types de milieux recouvrant une certaine partie du territoire suisse. Mais il est nécessaire de traiter un nombre minimal de surfaces d'échantillonnage afin d'identifier des tendances solides pour un type de milieu donné. Or, les contraintes financières en limitent le nombre. Il est donc impossible d'obtenir des informations pour des milieux rares (par exemple les haut-marais) avec la grille d'échantillonnage actuelle. Les changements dans ces stations particulières sont surveillés dans le cadre de projets de suivi spécifiques, par exemple le suivi des inventaires fédéraux de l'OFEV. Les indicateurs Z3 et Z5 s'appuient sur une petite partie de ces suivis (cf. chiffre 3.1).

Sur les surfaces fréquemment exploitées, contrairement aux stations particulières, la diversité des espèces dépend fortement du mode d'exploitation. L'indicateur Z9 se concentre sur les catégories d'utilisation du sol suivantes: forêts, terres arables, prairies, zones d'habitation et d'infrastructure, terrains alpins improductifs, dans certains cas selon différents étages attitudinaux (cf. tab. 6). En 2010 s'y sont ajoutés les cours d'eau. Pour des raisons budgétaires, une résolution plus fine en sous-catégories d'utilisation du sol n'est pas réalisable.

Tab. 6 > répartition des surfaces d'échantillonnage terrestres selon les types d'utilisation du sol (unités d'évaluation) de l'indicateur Z9

Outre ces strates terrestres, le MBD étudie les cours d'eau.

Type d'utilisation	Collinéen	Montagnard	Subalpin	Suisse
Forêts	X	X	X	X
Terres arables				X
Prairies et pâturages	X	X	X	X
Alpages				X
Zones d'habitation				X
Surfaces alpines improductives				X

La catégorisation des utilisations du sol peut sembler grossière à première vue. Mais c'est justement dans ces strates que l'on s'attend le plus à des changements. Le renforcement de l'écologisation et de l'extensification, objectif de la politique agricole actuelle, aura ainsi un impact sur cet indicateur. Une évaluation des surfaces de compensation écologique sur la base des relevés de l'indicateur Z9 a par exemple fourni des indications précises sur le succès de ces programmes à vocation écologique (Roth et al. 2008). L'indicateur rend également compte des conséquences du changement climatique.

Evolution des espèces communes

Les espaces fortement exploités de notre pays, tels que les zones urbaines, les surfaces agricoles et les surfaces forestières, sont surtout colonisés par des espèces considérées comme banales. Conçu pour réagir en premier lieu aux variations des espèces abondantes typiques des surfaces exploitées, l'indicateur Z9 complète donc les autres indicateurs en décrivant surtout les tendances constatées chez ces espèces. Sa sensibilité peut être ajustée par la méthode de relevé (p. ex. nombre de fois qu'une surface est prospectée) et par la taille des surfaces étudiées: plus une surface d'échantillonnage est petite, moins les espèces rencontrées sont nombreuses. Les relevés effectués pour l'indicateur Z9 apportent toujours un échantillon d'espèces très abondantes. Cependant, la variation du nombre d'espèces est déterminée avant tout par les espèces modérément abondantes, qui ne sont pas présentes dans chaque échantillon. Par contre, les espèces rares n'ont aucune influence sur la richesse spécifique moyenne des petites surfaces car elles y sont très peu présentes.

Petites surfaces d'échantillonnage

On a choisi de faire les relevés sur de petites surfaces pour les raisons suivantes:

- > *Classification claire de la surface d'échantillonnage dans une strate d'évaluation:* chaque relevé doit autant que possible se référer à une catégorie d'utilisation du sol ou de cours d'eau donné. La classification doit englober au minimum les strates indiquées dans le tableau 6 et, de préférence, être encore plus détaillée pour les évaluations spéciales.

-
- > *Sensibilité aux espèces communes*: l'indicateur Z9 doit refléter les modifications constatées parmi les espèces communes. La probabilité de rencontrer en premier lieu des espèces communes est plus grande sur les petites surfaces.
 - > *Dimensionnement des surfaces d'échantillonnage en fonction des taxons*: la dimension d'une surface d'échantillonnage doit être adaptée à la biologie des espèces étudiées. Pour les plantes vasculaires et les mousses, on définit de façon empirique une surface d'échantillonnage de 10 m², sur laquelle sont également effectués les prélèvements de sol destinés à recenser les mollusques (cf. fig. 1). Pour le recensement des insectes aquatiques, la longueur des tronçons de cours d'eau est définie en fonction de leur largeur: elle correspond à dix fois leur largeur.
 - > *Haute reproductibilité des données* (voir également le chiffre 4.1): pour garantir la fiabilité des calculs de tendance, il est primordial que les erreurs de relevé soient constantes car c'est seulement à cette condition qu'il est possible d'imputer avec certitude les tendances à des processus biologiques et écologiques. Cette erreur systématique est d'autant plus constante que l'on peut recenser toutes les espèces sur les sites considérés. Il est évident qu'il est plus facile et plus rapide de dresser un inventaire complet des espèces sur de petites surfaces d'échantillonnage.
 - > *Données brutes pour les calculs de fréquence des espèces individuelles*: l'indicateur Z9 relève uniquement la présence ou l'absence des espèces, mais étant donné que les surfaces d'échantillonnage sont relativement petites, ces résultats n'en permettent pas moins de tirer des conclusions sur les tendances des effectifs au niveau régional ou national.
 - > *Limitation du nombre de relevés nuls*: pour des raisons statistiques, une surface d'échantillonnage ne saurait être trop exiguë. Lorsque le volume des échantillons est prédéterminé, une trop grande fréquence de relevés nuls, c'est-à-dire sans présence du groupe d'espèces surveillé, entraîne en effet des problèmes d'évaluation.

Fig. 1 > Surface d'échantillonnage utilisée pour l'indicateur Z9

Une surface circulaire de 10 m² a été empiriquement définie pour les plantes et les mousses. Les prélèvements de sol visant à recenser les mollusques sont également pratiqués dans cette surface.



Repérage des surfaces d'échantillonnage

Afin de déterminer les variations de la diversité des espèces dans les différents milieux naturels, les données sont récoltées périodiquement dans un réseau prédéfini de points de relevé (cf. chiffre 4.2). Pour le MBD, il est essentiel que les mêmes surfaces soient prospectées à chaque fois. Un haut niveau de précision doit donc être garanti pour retrouver des surfaces terrestres de 10 m² seulement. C'est pourquoi les centres des surfaces d'échantillonnage (situés aux intersections de la grille du système de coordonnées kilométriques suisse) sont localisés à l'aide d'un GPS. En forêt, on peut identifier les sites grâce aux marquages de l'Inventaire forestier national (IFN), qui gère un réseau d'échantillonnage comparable limité aux zones forestières. La surface d'échantillonnage est décrite en détail dans un procès-verbal de repérage et un aimant est enfoui en son centre (bord supérieur à 60 cm de profondeur). Sur les sites où il est impossible d'enfouir un aimant, on repère la surface avec un piquet en métal ou des marquages de couleur. Par la suite, le centre de la surface peut être retrouvé rapidement et avec précision grâce au procès-verbal de repérage et à un détecteur magnétique.

Les surfaces d'échantillonnage servant au recensement des insectes aquatiques sont signalées par des marquages de couleur placés au bord des cours d'eau. Des plans de situation permettent de retrouver plus facilement les surfaces.

Méthodes de terrain reproductibles et solides

Les méthodes de relevé utilisées pour l'indicateur Z9 sont conçues pour que l'on puisse recenser les espèces d'un groupe sur une petite surface d'échantillonnage avec des moyens limités. Les données recueillies sur une surface d'échantillonnage constituent une partie de l'échantillon d'une strate (p. ex. les surfaces alpines improductives) et ne peuvent être interprétées qu'en association avec les données relevées sur les autres surfaces appartenant à la même strate. Par contre, la méthode de relevé n'a pas été prévue pour décrire, à partir d'une surface d'échantillonnage individuelle, la biodiversité dans les environs immédiats de celle-ci. Le relevé floristique effectué pour l'indicateur Z9 sur un site individuel, par exemple la forêt de Bremgarten près de Berne, située à 560 mètres d'altitude, est une mesure parmi d'autres qui, réunies, apportent une information représentative concernant l'évolution de la richesse spécifique moyenne des plantes dans l'ensemble de la strate «Forêts de l'étage montagnard de Suisse». Les données recueillies sur une surface de 10 m² ne suffisent en revanche pas à décrire la diversité végétale de la forêt de Bremgarten proprement dite.

Les méthodes de terrain et de laboratoire ont été décrites de façon détaillée pour tous les groupes d'espèces et sont publiées sur le site Web www.biodiversitymonitoring.ch. Elles sont définies avec une telle précision que les possibilités d'interprétation par la personne effectuant le travail sont minimales. La collecte des données doit être confiée à un personnel qualifié. Certains naturalistes amateurs possèdent les connaissances spécialisées nécessaires. Cependant, il est difficile de les impliquer dans la collecte des données pour l'indicateur Z9 car ils seraient confrontés à une méthode de relevé sur le terrain très contraignante et à des espèces communes peu attractives. Afin de réduire les coûts de relevé, des méthodes ont été élaborées afin que les personnes formées puissent récolter des données concernant plusieurs groupes d'espèces sur une même surface d'échantillonnage. Par contre, l'identification des espèces est toujours effectuée par des spécialistes. Le prélèvement des échantillons de mousses et de mollusques est par exemple confié au botaniste effectuant le relevé des plantes vasculaires, mais les échantillons sont ensuite envoyés à des spécialistes pour identification.

En outre, les collaborateurs de terrain du MBD prélèvent des échantillons de sol dans un rayon défini avec précision en partant du centre de chaque surface d'échantillonnage. Ces échantillons sont remis à l'Observatoire national des sols (NABO) et analysés dans le cadre de ce programme de monitoring. Le NABO dispose ainsi d'un vaste échantillonnage par quadrillage, tandis que le MBD bénéficie en retour d'informations sur la qualité et la structure des sols.

Une équipe de terrain est dédiée aux insectes aquatiques. Ces collaborateurs font un relevé de l'écomorphologie des eaux sur le terrain, prélèvent des échantillons et identifient les animaux au niveau du genre, qui correspond au niveau de l'indice biologique CH (Stucki 2010). L'identification précise des espèces est ensuite effectuée en laboratoire par des spécialistes des taxons. Le recensement des insectes aquatiques utilise une méthode comparable à celle du système modulaire gradué de la Confédération (Stucki 2010).

Pas d'utilisation d'indices de diversité biologique

La littérature scientifique offre une large palette d'indices possibles pour le calcul de la diversité dans les milieux naturels (par exemple Magurran 1988). L'indice le plus couramment utilisé est sans aucun doute l'indice de diversité de Shannon-Weaver: il tient compte aussi bien du nombre d'espèces différentes que de leur fréquence relative dans une région donnée. L'avantage de ce type de calcul est qu'il considère non seulement la présence, mais aussi la prédominance des espèces à l'intérieur d'une communauté d'espèces. Le calcul de l'indice exige cependant que l'on ne relève pas seulement la présence ou l'absence des espèces, mais également la taille de leur population (pour de plus amples informations sur les problèmes de reproductibilité liés aux décomptes individuels, voir les commentaires sur l'indicateur Z7, sous le chiffre 3.3). Un autre inconvénient présenté par l'utilisation d'indices de ce type pour l'indicateur Z9 est que la variation des valeurs obtenues est difficile à interpréter. Par exemple l'indice de Shannon-Weaver augmente lorsque les espèces abondantes se raréfient, mais, selon la distribution des fréquences, un certain nombre d'espèces peuvent disparaître sans que l'indice n'affiche de variation importante. Le calcul de «l'évenness» (équitabilité = régularité de la proportion d'une espèce dans l'échantillon) donne lui aussi des résultats difficilement interprétables. C'est la raison pour laquelle le MBD n'a pas recours à ce genre d'indices, sauf pour l'indicateur Z12, dans le cadre duquel les compositions des espèces doivent être comparées de manière ciblée.

Sélection des groupes d'espèces

Comme les autres indicateurs, l'indicateur Z9 offre une image représentative de la biodiversité à partir de quelques groupes d'espèces seulement. A cet effet, il faut se limiter aux groupes d'espèces dont plusieurs espèces sont présentes si possible dans toutes les catégories d'utilisation du sol (unités d'évaluation) selon le tableau 6 (c'est-à-dire les groupes comptant plusieurs espèces aussi bien dans les milieux ouverts que dans les zones urbaines, les forêts, etc.). Il en va de même pour les cours d'eau. En outre, les espèces d'un taxon doivent présenter des abondances différentes en fonction des influences dues aux catégories d'utilisation pour qu'il puisse en résulter une variation de la valeur de l'indicateur. Etant donné que l'indicateur Z9 fournit des informations plutôt ponctuelles, on ne peut considérer en outre que les groupes possédant une affinité naturelle avec une catégorie donnée d'utilisation du sol. Les grands mammifères ayant besoin d'un vaste territoire, par exemple, ne permettent pas de décrire la diversité des milieux naturels dans les paysages. Lors de l'élaboration du programme, plus d'une douzaine de groupes d'espèces ont été envisagés. Le critère du coût a joué un rôle important. Finalement, on a retenu les groupes dont le recensement est relativement peu onéreux car cela permet d'intégrer un plus grand nombre de groupes d'espèces pour un même budget. Il s'agit des taxons pour lesquels il n'est pas nécessaire de se rendre souvent sur le terrain et dont l'identification ne requiert pas un travail important.

Le tableau 7 présente les groupes d'espèces sélectionnés après analyse méthodologique, écologique et financière. Les plantes vasculaires, les mousses et les mollusques sont recensés depuis 2001, les papillons diurnes depuis 2003. Les relevés des insectes aquatiques (éphéméroptères, plécoptères, tricoptères) ont débuté en 2010.

Tab. 7 > Groupes d'espèces actuellement pris en compte dans les indicateurs Z9 ou Z7 (cf. chiffre 3.3)

Taxon	Z7	Z9
Plantes vasculaires	X	X
Mousses		X
Mollusques (sans les limaces)		X
Oiseaux nicheurs	X	
Papillons diurnes (sans les sylvaines)	X	
Insectes aquatiques		X

3.2.2 Indicateur Z8

- > **Définition de l'indicateur Z8:** *Evolution de la fréquence dans les surfaces de quadrillage d'une sélection d'espèces abondantes ou ayant une aire de répartition étendue.*
- > **Portée:** *L'indicateur Z8 décrit l'évolution au cours du temps des effectifs et de la répartition d'espèces communes d'animaux et de plantes. Les espèces communes sont importantes pour l'environnement: elles représentent la plus grande partie de la biomasse vivante, sont une source de nourriture abondante pour d'autres organismes et apportent une contribution majeure aux services écosystémiques. Par l'importance de leurs effectifs et l'étendue de leur aire de répartition, elles façonnent leurs milieux naturels voire des paysages entiers.*

En théorie, le calcul de l'indicateur Z9 requiert uniquement le nombre d'espèces par unité d'échantillonnage, mais pas l'identification de toutes les espèces recensées (cf. chiffre 4). Toutefois, l'identification des espèces au sein des taxons déjà traités n'implique pas une surcharge excessive de travail alors que les noms des espèces fournissent un important complément d'information pour interpréter les variations observées. Même si les abondances ne sont pas relevées sur les différentes surfaces, on peut établir une tendance en matière d'effectifs à travers la fréquence des espèces individuelles sur toutes les surfaces d'échantillonnage d'une région. La seule condition pour tirer des conclusions statistiquement fiables est que l'espèce en question apparaisse avec une certaine fréquence dans les relevés. Combiné aux données relevées pour l'indicateur Z7, l'indicateur Z9 montre les tendances de l'évolution des populations d'environ 1500 espèces communes en Suisse. L'indicateur Z8 livre ces données pour une sélection de ces espèces.

3.3 Indicateurs de la diversité des espèces dans les paysages

La diversité des espèces dans une portion de territoire dépend de l'hétérogénéité des milieux naturels, de la longueur des éléments linéaires, de la qualité des milieux naturels et des zones de transition (écotones) et de la taille des unités de surface. Comme une forte diversité dans les milieux naturels peut s'accompagner d'une faible diversité dans les paysages (et inversement), il est indispensable de considérer séparément ces deux échelles.

Il convient toutefois de noter que le nombre d'espèces recensées n'est pas le seul paramètre qui permet d'évaluer l'évolution de la biodiversité. Les différences dans la composition des biocénoses contribuent également à la biodiversité (cf. chiffre 3.4).

3.3.1 Indicateur Z7

- > Définition de l'indicateur Z7:** *«Evolution de la diversité moyenne d'une sélection de groupes d'espèces sur des surfaces d'échantillonnage de 1 km².» A ce jour, les relevés portent sur les plantes vasculaires (depuis 2001), les oiseaux nicheurs (2001) et les papillons diurnes (2003).*
- > Portée:** *L'indicateur Z7 décrit l'évolution de la diversité des espèces de plantes vasculaires, d'oiseaux nicheurs et de papillons diurnes dans les paysages. Les valeurs de l'indicateur Z7 sont élevées ou augmentent lorsque les paysages sont variés et offrent en conséquence un habitat à de nombreuses espèces dans un espace relativement limité. Avec son réseau d'échantillonnage régulier, l'indicateur Z7 offre un aperçu représentatif des paysages suisses. Il est donc principalement influencé par les espèces abondantes dont l'aire de répartition est étendue.*

L'indicateur Z7 rend compte de la diversité des espèces dans les paysages. En se basant sur les plantes vasculaires, les papillons diurnes et les oiseaux nicheurs, il mesure les variations du nombre d'espèces dans les paysages. Les résultats sont simples à comprendre et peuvent être facilement communiqués. Les paysages richement structurés composés de types de milieux naturels variés et d'écotones (biotopes de transition) bien développés accueillent de nombreuses espèces. La population perçoit ce type de paysages comme étant varié alors qu'à l'inverse les paysages sans structures sont perçus comme monotones. Outre leur diversité, la qualité des milieux naturels est également recensée. Il est ainsi important de noter si une surface étudiée se compose uniquement de prairies riches ou aussi de prairies maigres. En l'absence de milieux naturels de haute qualité, les espèces qui les caractérisent ne trouvent plus d'habitat.

Influence des espèces ayant une aire de répartition étendue

L'indicateur Z7 mesure la diversité des espèces d'un groupe taxonomique sur les surfaces d'échantillonnage. Comme l'indicateur Z9, sa valeur est déterminée en premier lieu par les espèces peu abondantes mais dont l'aire de répartition est très étendue car ce sont les espèces les plus sensibles aux modifications du paysage à grande échelle. Parmi ces espèces modérément abondantes, citons la sauge des prés (*Salvia pratensis*), le demi-deuil (*Melanargia galathea*) ou l'alouette des champs (*Alauda arvensis*). La valeur de l'indicateur diminue si, par exemple, des espèces répandues dans le paysage ordinaire s'éteignent localement. Par contre, une tendance générale à augmenter les surfaces de promotion de la biodiversité (anciennement appelées surfaces de compensation écologique) et à améliorer les connexions entre les biotopes améliorera les conditions de vie de ces espèces et conduira à une augmentation de la valeur de l'indicateur. A l'inverse, les espèces très abondantes étant présentes sur presque toutes les surfaces d'échantillonnage, elles n'ont que peu d'incidence sur le résultat. Les espèces très rares dont l'aire de répartition est limitée n'ont pas non plus

beaucoup d'impact sur la valeur de l'indicateur Z7 car elles ne sont présentes que très rarement et aléatoirement sur les surfaces étudiées.

3.3.2 **Constats distincts selon les régions biogéographiques**

L'évolution de la diversité des espèces dans les paysages peut être représentée pour la Suisse dans son ensemble, mais les changements intervenus dans les différentes régions présentent eux aussi un grand intérêt. En accord avec le nouveau système de découpage spatial de la Confédération (Gonseth et al. 2001), l'indicateur Z7 décrit les évolutions dans les cinq régions biogéographiques suivantes: Jura, Plateau, versant nord des Alpes, versant sud des Alpes et Alpes centrales, laquelle regroupe les régions des Alpes centrales orientales et des Alpes centrales occidentales.

3.3.3 **Sélection des groupes d'espèces**

Lors des travaux préparatoires, une douzaine de groupes d'espèces ont été examinés pour déterminer leur adéquation avec l'indicateur Z7, comme pour l'indicateur Z9. Deux groupes d'espèces ont été inclus au début des travaux sur le terrain, en 2001: les plantes vasculaires et les oiseaux nicheurs, auxquels se sont ajoutés les papillons diurnes en 2003. Outre les considérations biologiques, les aspects financiers et organisationnels ont également joué un rôle important dans ces choix. Le coût des relevés des différents groupes d'espèces varie en effet selon le nombre de passages requis. Pour des reptiles, il aurait par exemple fallu jusqu'à 20 visites du même carré kilométrique! Mais il fallait aussi tenir compte des difficultés organisationnelles, comme le manque de spécialistes de certaines espèces.

3.3.4 **Surfaces d'échantillonnage de 1 km²**

Les données de l'indicateur sont relevées selon une grille d'échantillonnage nationale comprenant environ 520 unités de 1 km² (voir aussi le chiffre 4.2). Sur ces surfaces d'échantillonnage, les collaborateurs de terrain recensent la présence des espèces des groupes taxonomiques sélectionnés. Puisque les mêmes surfaces de référence sont utilisées pour tous les taxons, il est possible d'effectuer des évaluations agrégées de plusieurs groupes d'espèces sont possibles, voire des corrélations entre différents taxons. Les réflexions suivantes ont prévalu au choix d'une dimension de 1 km² pour les surfaces d'échantillonnage:

- > *Mosaïques de milieux naturels*: sur le territoire morcelé de la Suisse, on trouve sur des surfaces de 1 km² des mosaïques de milieux naturels suffisamment variées pour que l'on puisse évaluer la diversité paysagère de manière optimale. De surcroît, les surfaces de 1 km² accueillant un seul type de milieu naturel sont rares dans notre pays.
- > *Sensibilité*: comme l'indicateur Z7 est un indicateur de la qualité des paysages, l'influence des espèces ayant une aire de répartition étendue mais peu abondantes est essentielle. Les analyses ont montré qu'avec des unités d'échantillonnage de 1 km², ce sont principalement ces espèces qui déterminent la variabilité de l'indicateur. La variabilité de la valeur de l'indicateur Z7 dépend fortement de l'évolution des espè-

ces qualifiées de vulnérables sur les listes rouges. Les espèces communes forment le socle de l'indicateur Z7, mais elles n'ont guère d'influence sur sa variabilité car elles sont présentes sur presque toutes les surfaces de relevé.

- > *Compatibilité*: d'autres systèmes de collecte des données utilisent aussi des surfaces d'échantillonnage de 1 km². Cette dimension garantit donc au mieux la comparabilité des données (par exemple avec les résultats de précédents relevés). Par exemple, le comptage des oiseaux nicheurs concorde avec le projet «Monitoring des oiseaux nicheurs répandus» (MONiR) de la Station ornithologique de Sempach.

3.3.5 Relevés basés sur des transects à l'intérieur des surfaces d'échantillonnage

Idéalement, le MBD cherche à dresser la liste complète des espèces des groupes surveillés dans chaque surface d'échantillonnage. Toutefois, des contraintes méthodologiques et financières imposent de rechercher des solutions alternatives au relevé sur l'ensemble de la surface pour certains taxons. L'établissement de la liste complète des espèces de plantes vasculaires sur une surface de 1 km² demande énormément de temps et a donc un coût élevé. Il est en outre beaucoup plus difficile de standardiser un relevé complet de ce type, ce qui entraverait sensiblement la comparabilité des relevés. Les plantes vasculaires sont par conséquent inventoriées sur des transects à l'intérieur des surfaces d'échantillonnage, délimités en appliquant des consignes méthodologiques précises (cf. fig. 2). La même démarche est adoptée pour le recensement des papillons diurnes.

Fig. 2 > Transect défini pour le recensement des plantes et des papillons diurnes dans le cadre de l'indicateur Z7

Un transect d'une longueur de 2,5 km a été défini sur chaque surface d'échantillonnage de l'indicateur Z7 pour le recensement des plantes vasculaires et des papillons diurnes.



Les relevés basés sur des transects de 2,5 km de long ne permettent pas d'établir le nombre total des espèces présentes dans le carré kilométrique correspondant. Des tests méthodologiques montrent cependant que, selon le groupe d'espèces considéré, entre deux tiers (plantes vasculaires) et 90 % (oiseaux nicheurs) de toutes les espèces présentes dans le carré kilométrique peuvent être recensées, ce chiffre étant étroitement corrélé avec le nombre total d'espèces. Du fait que le transect représente de façon fiable la diversité des habitats du carré kilométrique, il est admissible de faire des évaluations à partir de relevés d'autres groupes d'espèces effectués sur toute la surface d'échantillonnage. Dans tous les cas, il est tout à fait possible d'identifier à l'aide des transects des variations statistiques significatives au cours du temps, pour autant que les erreurs systématiques de relevé restent constantes.

Pour le monitoring, il est fondamental de disposer de données reproductibles. Afin d'obtenir des mesures aussi précises que possible, le MBD s'efforce de limiter au maximum la marge d'interprétation de chacun des collaborateurs en imposant des consignes de collecte détaillées. De plus, le MBD se limite, pour les plantes vasculaires, à établir la présence des espèces sans chercher à définir leur fréquence (abondance) à l'intérieur de chaque surface d'échantillonnage. Des tests méthodologiques ont démontré que le relevé de l'abondance dans les différentes surfaces d'échantillonnage conduit à une dispersion considérable des valeurs imputable aux collaborateurs. Pour obtenir des tendances statistiquement fiables à partir de valeurs d'abondance, il faudrait donc mettre en place des méthodes beaucoup plus lourdes visant à minimiser la variabilité due aux personnes collectant les données. Pour les espèces ayant une aire de répartition étendue, des évaluations fiables de l'évolution des effectifs au niveau national et régional peuvent être établies en calculant les variations des populations concernées au kilomètre carré.

- > Pour *Z7-Plantes vasculaires*, les relevés sont effectués sur un tronçon de 2,5 km une fois au printemps et une fois à la fin de l'été (pour les zones alpines, un seul relevé au cœur de l'été). Les relevés sont réalisés dans des fenêtres temporelles prédéfinies en fonction de l'altitude et de la phénologie. Les transects sont délimités par le Bureau de coordination et suivent, dans la mesure du possible, le réseau de chemins de la carte nationale à l'échelle 1:25 000.
- > Les mêmes transects sont utilisés pour *Z7-Papillons diurnes*. La saisonnalité de nombreuses espèces de papillons diurnes impose toutefois de faire quatre (en altitude) à sept passages (en plaine). Une autre différence notable avec les plantes vasculaires est que l'activité des papillons diurnes dépend fortement des conditions météorologiques. Les relevés ne sont donc fiables que lorsque la température est de 13° C au moins, que le vent est faible et que l'ensoleillement est supérieur à 80 %.
- > Les relevés pour *Z7-Oiseaux nicheurs* sont coordonnés avec le programme de monitoring des oiseaux nicheurs répandus (MONiR). Les collaborateurs choisissent un transect de 5 km de longueur environ permettant de rechercher les oiseaux nicheurs sur toute la surface du carré kilométrique (si la topographie le permet). En plaine, trois excursions matinales ont lieu dans des fenêtres temporelles déterminées, contre deux en altitude.

3.4 Indicateur de l'homogénéisation de la biodiversité

La diversité biologique d'un milieu naturel ou d'un paysage ne peut être décrite uniquement à travers la diversité des espèces qu'il abrite. La composition des biocénoses est toute aussi importante pour la biodiversité. L'activité humaine peut entraîner une uniformisation des milieux naturels ou des paysages, par exemple lorsque des espèces allochtones sont introduites, délibérément ou non. Il en résulte une uniformisation des biocénoses et un recul de la diversité locale. Ce phénomène est appelé «homogénéisation» par les spécialistes («homogénéisation biotique» selon Olden 2006). Pour rendre compte de cette uniformisation ou homogénéisation des biocénoses, le MBD a mis au point l'indicateur Z12, qui n'était pas prévu dans le projet initial.

3.4.1 Indicateur Z12

Définition de l'indicateur Z12

> *Evolution des degrés de similarité tirés de comparaisons par paires des listes des espèces présentes sur les surfaces d'échantillonnage des indicateurs Z7 et Z9:*

- *pour les données de l'indicateur Z7 «Diversité des espèces dans les paysages», évolution de la moyenne de l'indice de Simpson (indice de diversité) exprimée en pourcentage (entre 0 et 100) obtenue en comparant par paires les listes des espèces présentes sur les surfaces d'1 km² dans l'unité spatiale considérée.*
- *pour les données de l'indicateur Z9 «Diversité des espèces dans les habitats», évolution de la moyenne de l'indice de Simpson (indice de diversité) exprimée en pourcentage (entre 0 et 100) obtenue en comparant par paires les listes des espèces présentes sur les surfaces de 10 m² dans le type d'utilisation du sol considéré.*

Portée

- > *L'indicateur Z12 étudie si les milieux naturels et les paysages suisses deviennent de plus en plus uniformes. La rationalisation des méthodes d'exploitation des sols (par exemple la fertilisation, l'irrigation) ou l'aménagement des paysages créent des conditions de vie similaires sur de grandes surfaces. Il en résulte un risque de disparition d'espèces caractéristiques, typiques d'une station, entraînant une uniformisation des biocénoses d'une région à une autre. Cette homogénéisation des biocénoses reflète un recul considérable de la diversité biologique, même si le nombre d'espèces reste stable voire augmente. Ce processus débouche en effet sur une standardisation des prairies, des lisières de forêts ou des haies, qui se ressemblent toutes sur l'ensemble du territoire.*
- > *L'indicateur Z12 fournit une information supplémentaire essentielle pour l'interprétation des indicateurs centraux Z7 et Z9 du MBD. L'augmentation du nombre d'espèces est positive seulement dans la mesure où elle n'est pas due à des espèces allochtones ou peu exigeantes, capables de coloniser de nombreux milieux naturels différents.*

L'indicateur Z12 décrit l'évolution de la composition des espèces dans les différentes catégories d'utilisation du sol et dans les différentes régions de Suisse. Lorsque, par suite d'une exploitation uniforme conjuguée à d'autres facteurs, les mêmes espèces prolifèrent partout, la biodiversité peut progresser localement, mais elle s'appauvrit à plus grande échelle en raison même de ce processus d'uniformisation des biocénoses.

Inversement, même des sites relativement pauvres en espèces peuvent contribuer à la diversité s'ils abritent des espèces qui font défaut ailleurs. L'indicateur Z12 donne ainsi un poids à l'aspect des caractéristiques locales des biocénoses. Les espèces typiques d'une région ou les espèces ayant des exigences écologiques très spécifiques, qui sont caractéristiques d'un milieu naturel, revêtent une importance particulière: elles confèrent à un site son caractère unique et contribuent à la grande diversité des biocénoses.

Indice de diversité utilisé

La diversité moyenne de la composition des espèces sur les surfaces d'échantillonnage du MBD peut être exprimée au moyen d'un indice. La littérature spécialisée offre un large choix d'indices (Koleff 2003). Le MBD utilise l'indice de Simpson. Des tests lors desquels divers scénarios d'évolution plausible de la composition des espèces ont été simulés à partir de données du MBD ont montré que cet indice est particulièrement sensible.

L'indicateur repose sur la comparaison par paires des listes d'espèces présentes sur les surfaces d'échantillonnage. La similarité entre les listes d'espèces est exprimée au moyen de l'indice de Simpson. L'indice de Simpson est défini comme la part des espèces figurant sur les listes réunies de deux surfaces d'échantillonnage qui ne sont présentes que sur une seule des deux surfaces (cf. fig. 3). Plus la diversité des biocénoses est élevée sur les surfaces d'échantillonnage, plus la valeur de l'indice est haute et inversement.

Fig. 3 > diversité quantitative des biocénoses

Les trois cercles représentent trois surfaces d'échantillonnage. La diversité des espèces ne décrit pas à elle seule dans quelle mesure les biocénoses des trois surfaces d'échantillonnage se distinguent les unes des autres. Elle est identique dans les trois surfaces, où trois espèces ont été observées. L'indicateur Z12 permet de rendre compte des différences entre les communautés en faisant appel à l'indice de Simpson. La comparaison entre a) et b) donne une valeur de diversité de 0,33, soit 33 %, tandis que la comparaison entre b) et c) donne une valeur de diversité de 0,66, soit 66 %. La diversité est maximale entre a) et c) car il n'y a pas d'espèces communes. On obtient la valeur de 1 (= 100 %). La diversité moyenne des surfaces est donc de 0,66 ou 66 %.



L'indice de Simpson est calculé pour toutes les paires possibles de surfaces d'échantillonnage du MBD ou d'une unité d'évaluation (strate). La moyenne de toutes ces valeurs de l'indice de Simpson donne la valeur de l'indicateur Z12, exprimée en pourcentage entre 0 et 100. Une baisse de la valeur de l'indicateur traduit une homogénéisation de la biodiversité.

Degré de précision élevé

Si le calcul de l'indicateur Z12 repose sur un algorithme simple, il requiert en revanche une multitude de comparaisons. Un script d'évaluation programmé exécute les nombreux calculs de manière automatisée et fiable.

Afin d'évaluer la précision de la valeur de l'indicateur, le MBD établit un intervalle de confiance à l'aide de la méthode «Jackknife» (Jones 1974). Dans la plupart des unités d'évaluation étudiées, la précision est très élevée et l'intervalle de confiance pour la valeur de l'indicateur est relativement étroit. D'après les simulations réalisées pour les plantes vasculaires, l'indicateur Z12 est par exemple assez sensible pour pouvoir mettre en évidence la colonisation à grande échelle de prairies et de pâturages par une nouvelle espèce aux dépens d'une autre espèce.

Exploitation de données existantes

L'indicateur Z12 s'appuie sur les données des indicateurs Z7 «Diversité des espèces dans les paysages» et Z9 «Diversité des espèces dans les habitats». Il ne requiert aucun relevé supplémentaire. Alors que les indicateurs Z7 et Z9 recensent la diversité des espèces sans tenir compte de l'identité de celles-ci, l'indicateur Z12 s'intéresse exclusivement à la composition des biocénoses et enregistre les différences afférentes entre les surfaces d'échantillonnage.

Pour chaque groupe taxonomique que le MBD recense dans les indicateurs Z7 et Z9, l'indicateur Z12 calcule une valeur reflétant la diversité des biocénoses et leur évolution dans le temps (plantes vasculaires, papillons diurnes, oiseaux nicheurs, mousses et mollusques). L'indicateur pourrait également être calculé pour tout autre groupe d'espèces clairement défini, comme les espèces typiques des bas-marais ou les plantes de montagne (Bühler & Roth 2011).

Dans les données de base publiées régulièrement (cf. chiffre 5.1), l'indicateur Z12 utilise les mêmes unités d'évaluation que les indicateurs Z7 et Z9. La diversité des biocénoses dans les paysages est étudiée par région biogéographique. La diversité des biocénoses dans les milieux naturels est présentée par étage altitudinal et catégorie principale d'utilisation du sol.

Interprétation des valeurs de l'indicateur

L'orientation de l'indicateur est simple à interpréter. Une orientation à la hausse traduit une augmentation de la diversité des biocénoses. Une orientation à la baisse indique à l'inverse que les surfaces d'échantillonnage deviennent de plus en plus similaires. L'analyse de l'indicateur nécessite cependant une certaine prudence. La valeur de l'indicateur Z12 ne diminue pas uniquement lorsque des espèces rares disparaissent des surfaces d'échantillonnage. Elle accuse également une baisse quand une espèce commune se propage et apparaît sur de nouvelles surfaces d'échantillonnage. Or, si aucune espèce rare n'est évincée sur le long terme, il n'y a pas lieu de considérer que la propagation d'espèces communes est négative.

De la même manière, l'interprétation écologique des valeurs de l'indicateur n'est pas aussi simple qu'il y paraît au premier abord: l'indicateur ne fait pas la distinction, par exemple, entre la disparition d'une espèce figurant sur une liste rouge et celle d'une plante exotique apparue récemment. Pourtant, cette différence est importante du point de vue de la protection de la nature. A l'inverse, la propagation à grande échelle d'espèces visées par des mesures de protection de la nature (par exemple la primevère officinale) pourrait théoriquement abaisser la valeur de l'indicateur et, ainsi, indiquer une uniformisation des biocénoses alors qu'elle reflèterait une évolution voulue par la politique de protection de la nature. Par conséquent, lorsque l'indicateur Z12 affiche des tendances singulières, il est nécessaire de procéder à des évaluations supplémentaires avant d'en donner une interprétation écologique. Bühler & Roth (2011) ont par exemple constaté que l'homogénéisation des prairies suisses au cours des dix dernières années était principalement imputable à la progression des généralistes et non au recul des espèces bénéficiant de mesures de protection de la nature.

4 > Acquisition des données

Les données utilisées pour le calcul des indicateurs proviennent de sources diverses. Les données employées pour les indicateurs Z7 et Z9 sont spécifiquement récoltées pour ces indicateurs. Les autres données sont reprises de programmes de l'OFEV ou d'autres offices. Cela concerne les indicateurs de pression et de réponse, ainsi qu'une partie des indicateurs d'état. Dans certains cas, le MBD apporte des compléments ciblés. Il procède par exemple à des clarifications visant à attester la présence d'espèces rares en Suisse ou dans les régions biogéographiques pour les indicateurs Z3 ou Z4.

4.1 Qualité des données des indicateurs Z7 et Z9

Le MBD a pour mission de montrer l'évolution de la biodiversité avec un degré élevé de certitude et de précision statistique. C'est la raison pour laquelle les données employées doivent satisfaire à des exigences de qualité strictes, dont voici une description succincte.

- > *Surveillance permanente de la qualité des données*: les véritables variations temporelles des séries de données ne peuvent être démontrées que si les erreurs systématiques lors de la récolte des données demeurent constantes ou si leurs variations spécifiques peuvent être quantifiées. Outre les données nécessaires au calcul des indicateurs, le MBD mesure donc aussi l'ampleur des erreurs de relevé.
- > *Utilisation cohérente des méthodes de relevé*: l'objectif d'un programme de monitoring est de décrire les changements intervenus pendant une période déterminée. Une fois établies, les méthodes de collecte des données doivent être appliquées de façon constante pour tous les relevés afin de produire des séries temporelles reproductibles. C'est seulement à cette condition qu'une comparaison directe entre les relevés individuels sera possible. Il arrive cependant que des changements méthodologiques soient inévitables, principalement pour apporter des précisions. Ces changements doivent être approuvés par la direction du projet et consignés en détail.
- > *Méthodes de terrain indépendantes du facteur humain*: le MBD étant un projet de longue haleine, les personnes chargées de recueillir les données changent au fil des ans. Pour obtenir des séries de données statistiquement fiables, il faut donc réduire au minimum les effets induits par les collaborateurs. Pour y parvenir, on fait appel à des méthodes de relevé comportant une tolérance aux erreurs. De plus, les collaborateurs doivent disposer d'une marge d'appréciation la plus limitée possible. Les effets imputables aux individus font l'objet d'un contrôle permanent. On procède par exemple à des doubles relevés «à l'aveugle» effectués par des collaborateurs différents ou à des analyses des données brutes reposant sur des modèles de type «Multi-Species-Site-Occupancy». Avec ces modèles, le MBD évalue le nombre d'espèces qui sont présentes mais dont la présence n'a pas pu être attestée lors de certains relevés (Kéry & Royle 2008). Pour minimiser plus encore le risque d'erreur, les collaborateurs de terrain du MBD saisissent les données relatives aux indicateurs Z7 et Z9 informatiquement sur le terrain, ce qui permet d'éviter les erreurs de retranscription

manuelle dans la base de données. Enfin, en raison des inévitables changements de personnel, le MBD a défini ses méthodes de manière à ce qu'elles ne soient pas accessibles qu'à un petit nombre de spécialistes. Seules les méthodes de terrain et de laboratoire pouvant être mises en œuvre correctement par un nombre suffisamment important de collaborateurs peuvent être utilisées dans un programme axé sur le long terme comme le MBD. C'est cette restriction qui a conduit à l'exclusion de certains groupes d'espèces (cf. chiffres 3.2 et 3.3).

- > *Récolte et archivage des données sous forme brute, sans évaluation*: comme tout projet de longue durée, un monitoring doit toujours rester ouvert à de nouveaux systèmes d'évaluation et à d'autres possibilités d'exploitation des données. C'est la raison pour laquelle les méthodes de relevé sur le terrain ont été définies dans toute la mesure du possible indépendamment des évaluations à pratiquer ultérieurement. Par exemple, il n'y a pas de présélection des espèces considérées lors des relevés sur le terrain. Les données brutes sont sauvegardées de façon à permettre de nouvelles analyses par la suite.
- > *Peu de limitation des possibilités d'analyse*: contrairement aux mécanismes de suivi, un monitoring ne met pas en avant les aspects analytiques. Un programme d'observation fait état de l'évolution à long terme d'une strate ou d'un groupe d'espèces indépendamment des possibles liens de cause à effet. L'évolution des connaissances scientifiques conduit à repenser les analyses que l'on estime nécessaires (par exemple la définition des unités spatiales de référence). Pour cette raison, le relevé des données dans le cadre du MBD n'est pas optimisé en fonction des strates momentanément intéressantes (p.ex. en pratiquant un échantillonnage aléatoire stratifié), mais il est au contraire indépendant des tendances du moment (p.ex. en procédant à une post-stratification selon une méthode fondée sur le plan d'échantillonnage; cf. Stevens 1994).
- > *Les relevés n'influent pas sur les données*: comme le MBD recueille des séries temporelles concernant divers aspects de la biodiversité, il faut s'assurer qu'un relevé n'influe pas sur les valeurs des relevés suivants. Il convient en effet d'éviter tout «effet de monitoring». Cela est particulièrement important pour les relevés de l'indicateur Z9, qui ré-échantillonnent les mêmes surfaces à intervalles réguliers. La coordination de la collecte des données sur le terrain, en confiant par exemple la collecte des données de plusieurs taxons à une même personne, revêt donc une importance de premier plan.

4.2 Plan d'échantillonnage pour les trois indicateurs centraux Z3, Z7 et Z9

4.2.1 Relevés effectués pour l'indicateur Z3

La valeur de l'indicateur Z3 est influencée par les espèces rares. Aussi le concept du relevé doit-il garantir que ces organismes rares sont recensés de façon fiable. Un relevé couvrant l'ensemble du territoire est donc indispensable. Il serait impossible de recenser les espèces rares avec un réseau d'échantillonnage fixe car, selon toute probabilité, ces espèces passeraient littéralement entre les mailles du filet. Grâce à des réseaux très ramifiés, on assure donc une surveillance étendue ou ciblée sur des sites connus. Les volontaires doivent essentiellement se concentrer sur l'attestation de la présence d'un petit nombre d'espèces rares. Le MBD reçoit pour cela le soutien de plusieurs struc-

tures de coordination d'autres programmes. Il a en outre fait établir des cartographies spécifiques, c'est-à-dire ciblées sur certaines espèces.

4.2.2 Relevés effectués pour les indicateurs Z7 et Z9

Afin de pouvoir tirer des conclusions représentatives sur la diversité des espèces à partir de petites surfaces de référence dans le cadre des indicateurs Z7 et Z9, le MBD doit recueillir des données à partir d'échantillons récoltés à travers tout le pays. Il est particulièrement important de repérer les changements constants de la diversité moyenne des espèces par unité de surface. C'est ce qu'assure la prospection à intervalles réguliers de surfaces d'échantillonnage fixes (appariement des valeurs de mesure).

4.2.3 Réseau d'échantillonnage systématique

A l'instar d'autres programmes de recensement (en particulier, l'Inventaire forestier national, IFN), le MBD dispose d'un réseau d'échantillonnage systématique (cf. fig. 4 et 5). Un réseau régulier de ce type permet, avec une densité de points suffisante, de constituer ultérieurement d'autres univers de base à des fins d'évaluation. Le point d'origine du réseau ayant été choisi de façon aléatoire, les données recueillies peuvent être statistiquement traitées de la même manière que des échantillons constitués aléatoirement. Par rapport aux sondages répartis de manière aléatoire, le réseau systématique de surfaces d'échantillonnage présente toutefois l'avantage que la taille des sous-échantillonnages régionaux est proportionnelle à la superficie des régions, quel que soit le redécoupage régional qui pourrait être entrepris par la suite. Les réseaux d'échantillonnage définis pour les indicateurs Z7 et Z9 (hors insectes aquatiques) sont coordonnés au niveau spatial avec l'Inventaire forestier national (IFN), la statistique suisse de la superficie et la surveillance à long terme du paysage ordinaire d'Argovie (LANAG) en cours actuellement. En d'autres termes, pour chaque point de l'indicateur Z9, par exemple, le MBD dispose automatiquement de données supplémentaires provenant de la statistique de la superficie et, en forêt, de l'IFN. Ce dispositif ouvre des possibilités optimales d'analyse combinée. En revanche, le réseau d'échantillonnage des insectes aquatiques n'a pas pu être défini s'appuyant sur un programme de recensement existant (cf. fig. 6).

Fig. 4 > Réseau d'échantillonnage de l'indicateur Z7

Le réseau d'échantillonnage défini pour l'indicateur Z7 a été densifié dans les régions biogéographiques du Jura et du versant sud des Alpes.

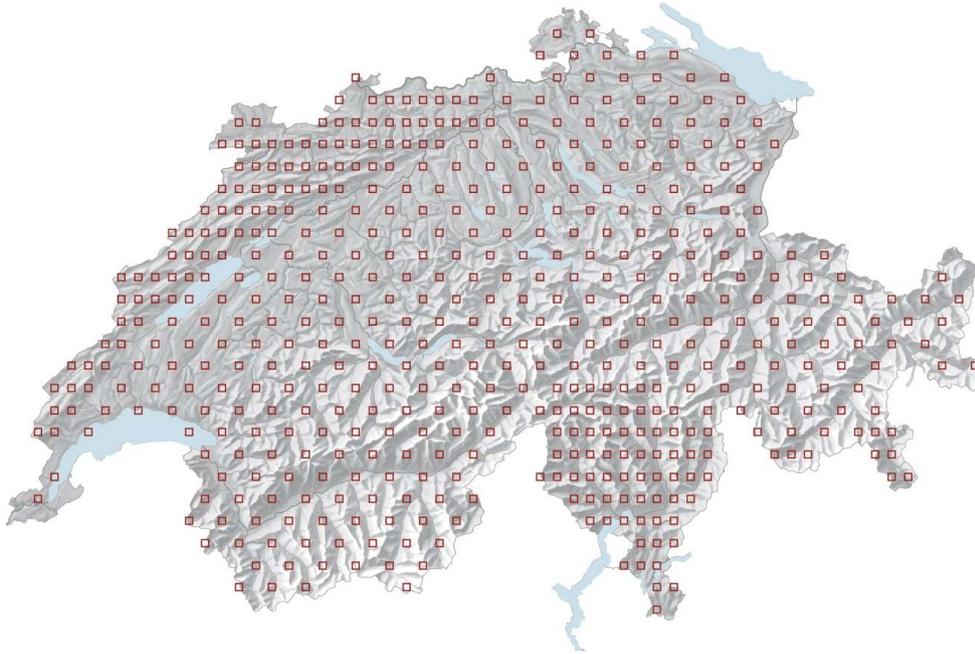


Fig. 5 > réseau d'échantillonnage de l'indicateur Z9 (plantes vasculaires, Mousses et mollusques)

Le réseau d'échantillonnage défini pour l'indicateur Z9 visant à recenser les espèces terrestres se compose de 1600 surfaces d'échantillonnage terrestres environ.

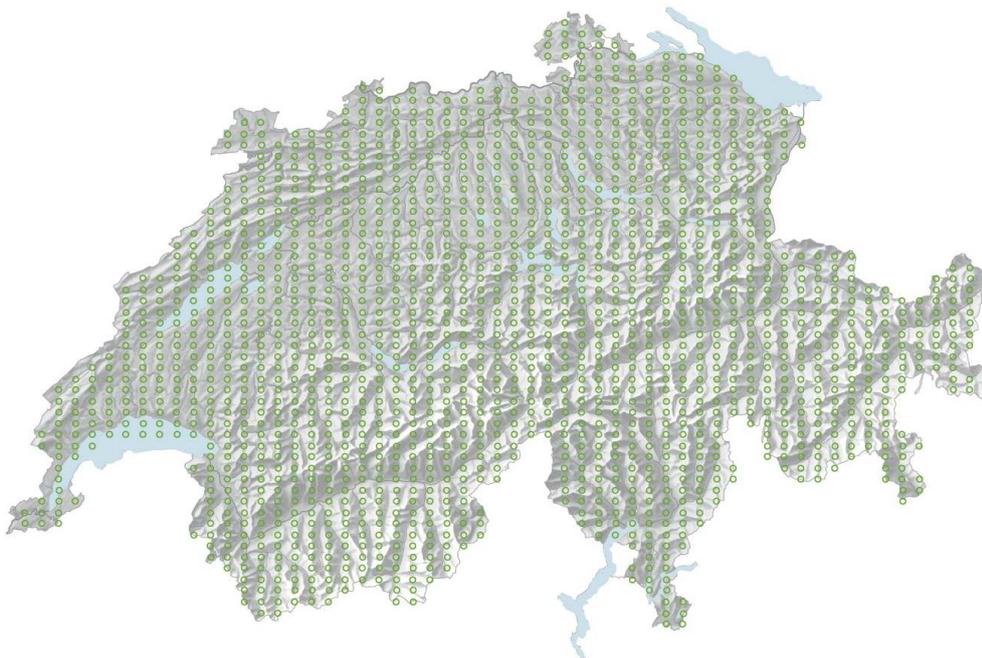
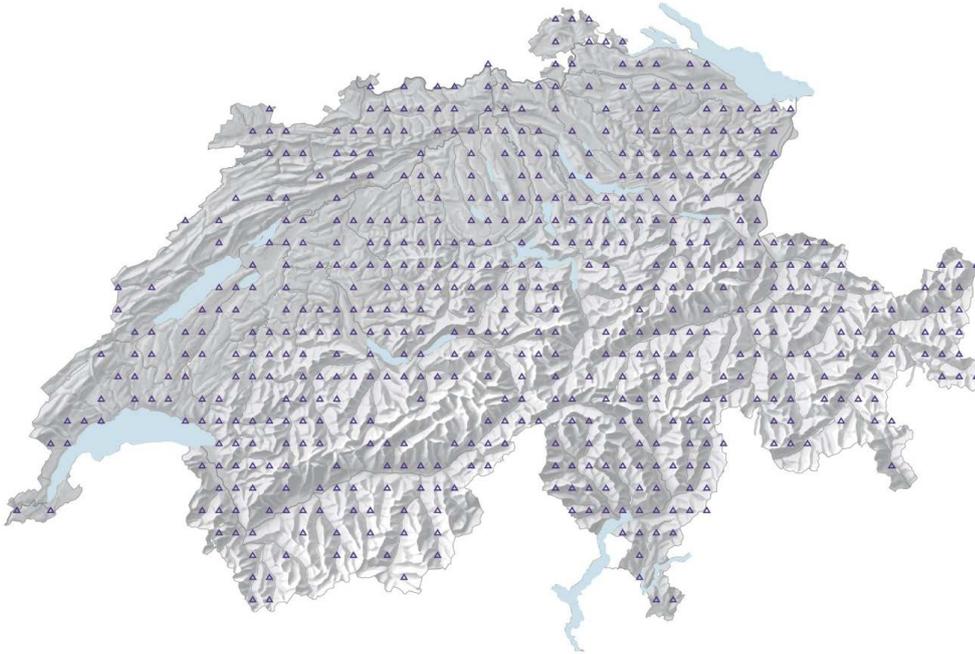


Fig. 6 > réseau d'échantillonnage de l'indicateur Z9 (insectes aquatiques)

Le réseau d'échantillonnage défini pour l'indicateur Z9 visant à recenser les insectes aquatiques se compose de 570 surfaces d'échantillonnage aquatiques environ.



4.2.4 Densité des réseaux

La résolution du réseau d'échantillonnage est fonction du degré de précision exigé pour rendre compte de l'évolution de la biodiversité. Cette précision est déterminée en principe par la puissance statistique («statistical power») du test utilisé, par la dispersion des valeurs individuelles et par la taille des échantillons. Déterminée par l'hétérogénéité de la diversité des espèces dans les paysages et selon les catégories d'utilisation du sol en Suisse, la dispersion des valeurs mesurées ne peut pas être influencée par le programme de monitoring. Une fois que l'on a choisi la méthode de calcul la plus appropriée, la précision des résultats ne peut plus être pilotée que par le nombre de surfaces d'échantillonnage. Or, le nombre de surfaces prospectées a un impact direct sur les coûts de traitement (les relevés de terrain sont le principal facteur de coût alors que le coût de l'organisation et de l'exploitation des données est quasi indépendant de l'étendue du réseau d'échantillonnage). La densité des réseaux choisie pour les indicateurs Z7 et Z9 constitue donc un compromis entre la précision (mesurée comme la capacité d'identifier les variations de la richesse spécifique moyenne) et le coût de la collecte des données.

On a calculé des intervalles de confiance de 95 % pour les taxons étudiés sur la base des données disponibles. Aucune donnée n'était disponible concernant la variance des changements au cours du temps. Une approximation a donc été réalisée en extrapolant l'intervalle de confiance à partir des variabilités spatiales. La précision des résultats est meilleure que celle estimée initialement grâce à l'appariement des échantillons. La précision minimale requise a ensuite été grossièrement estimée pour chaque groupe

d'espèces sur la base des changements biologiquement possibles. Le deuxième facteur important était le coût de la récolte des données. Ces deux paramètres ont été utilisés pour définir la taille des échantillons pour les indicateurs Z7 et Z9 afin qu'ils offrent une sensibilité suffisante aux changements de la biodiversité dans tous les groupes d'espèces considérés. Cependant, cet échantillonnage, qui est conçu en fonction de l'ensemble du territoire, n'est pas suffisant pour établir certains constats particuliers importants. C'est pourquoi le réseau des surfaces d'échantillonnage a été densifié dans les zones urbaines ainsi que dans les régions du Jura et du versant sud des Alpes. Le réseau défini pour l'indicateur Z7 comprend environ 520 surfaces d'échantillonnage. Le réseau alloué à l'indicateur Z9 compte près de 1600 unités d'échantillonnage pour les plantes vasculaires, les mousses et les mollusques, auxquels s'ajoutent 570 tronçons de collecte pour les insectes aquatiques.

Le réseau d'échantillonnage systématique comprend aussi des surfaces ou des points techniquement impossibles à prospecter (p. ex. des parois rocheuses inaccessibles) ou dont on est d'emblée certain de ne pas y trouver certaines espèces (p. ex. les lacs pour les papillons diurnes). Ces zones ne sont pas prospectées sur le terrain. Lors de l'exploitation des données, elles sont identifiées comme faisant défaut («missing») dans le premier cas et comme nulles dans le second. Ainsi, le nombre effectif d'échantillons varie très peu d'un taxon à l'autre.

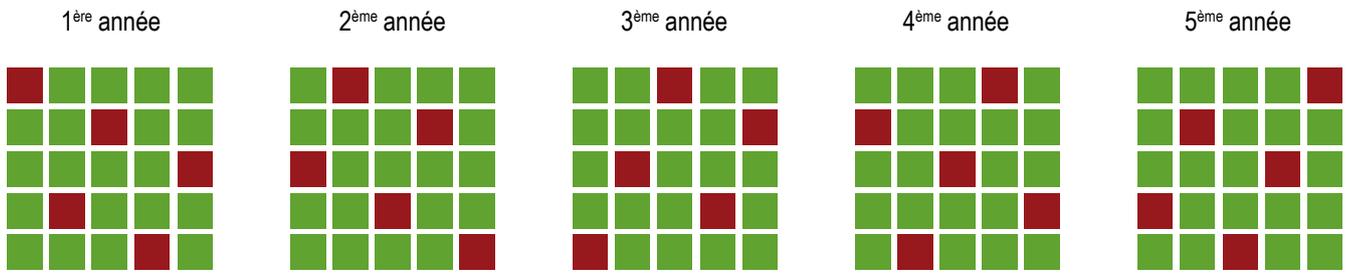
4.2.5 Résolution temporelle

Le MBD s'intéresse particulièrement aux augmentations ou diminutions continues des valeurs obtenues au fil du temps. La période pertinente sur le plan biologique pour observer ces variations dépend de l'intervalle entre deux générations d'organismes observés. Il serait par conséquent souhaitable de recueillir des données à intervalles aussi brefs que possible. D'un autre côté, les contraintes financières limitent la fréquence des relevés. Pour les indicateurs Z7 et Z9, un compromis a été trouvé avec l'échelonnement temporel des relevés. Chaque année, on relève seulement un cinquième de l'échantillon total pour les indicateurs Z7 et Z9 (cf. fig. 7). Ainsi, le relevé a produit pour la première fois des valeurs appariées (hors papillons diurnes) pour un cinquième de l'échantillon la sixième année et pour la totalité de l'échantillon la dixième année. Cet échelonnement présente les avantages suivants:

- > un compte rendu actualisé peut être proposé annuellement une fois la période de démarrage passée;
- > les fluctuations annuelles extrêmes sont lissées;
- > il est possible d'identifier les fortes variations intervenues au cours des cinq dernières années (sur les échantillons partiels) et les variations plus faibles intervenues au cours des dix dernières années (sur l'échantillon complet);
- > les données annuelles permettent d'analyser les tendances chez certaines espèces communes;
- > les ressources peuvent être uniformément réparties entre les années.

Fig. 7 > Echelonnement temporel des relevés de données brutes pour les indicateurs Z7 et Z9

Un cinquième de l'échantillon total seulement est relevé chaque année.



5 > Diffusion des résultats

L'utilité que peut avoir le MBD dépend très largement de l'efficacité avec laquelle le projet fait connaître ses résultats. C'est la raison pour laquelle les questions de communication y ont été intégrées dès le début, par exemple dans le choix même des indicateurs. Lors de l'élaboration du projet, les besoins des publics cibles ont en outre été établis et une palette de produits a été mise au point pour y répondre.

Les possibilités techniques de communication et l'utilisation des médias ont cependant évolué avec le temps. Tirant profit de ces avancées, le MBD n'a cessé d'améliorer ses instruments. A l'avenir, sa communication doit conserver une certaine flexibilité. Aussi les principes et produits de la communication du MBD décrits ci-dessous représentent-ils un instantané. Contrairement à la méthodologie de récolte des données, la communication ne doit pas suivre un schéma figé mais être adaptée en permanence aux besoins des utilisateurs.

5.1 Concept de communication

5.1.1 Objectifs et groupes cibles

La communication a pour objectif:

- > de présenter les résultats sous une forme compréhensible et accessible au public;
- > de faire connaître les travaux en cours et les avancées du projet;
- > d'expliquer et de justifier le concept et les méthodes du MBD.

Les principaux groupes cibles sont les utilisateurs professionnels des données (spécialistes au sein de l'administration, utilisateurs institutionnels, organisations environnementales), toutes les parties directement impliquées dans le MBD (fournisseurs de données, donneurs d'ordre, collaborateurs) ainsi que tous les non-professionnels intéressés (personnes intéressées par la nature, enseignants, étudiants, etc.).

5.1.2 Organisation

L'Office fédéral de l'environnement (OFEV) est responsable de l'ensemble de la communication relative au MBD et à ses résultats. Il a notamment pour mission d'informer les médias et le grand public des avancées importantes du projet ou des découvertes réalisées, par exemple sous la forme de conférences ou de communiqués de presse.

Toutefois, le MBD est un programme de grande envergure produisant en permanence une énorme quantité de données, qui intéressent moins le grand public que de nombreux spécialistes. Pour répondre à cette demande fondamentale avec le plus grand professionnalisme et sans délai, le Bureau de coordination du MBD comprend aussi

des spécialistes de la communication, qui assurent le travail quotidien d'information en étroite collaboration avec les experts scientifiques.

5.1.3 Moyens de communication

Site Web

En s'appuyant sur une combinaison appropriée d'instruments, le MBD contribue à atteindre ses publics de manière ciblée et adaptée aux utilisateurs. Le principal canal de communication du MBD est son site Web, qui possède son propre nom de domaine: www.biodiversitymonitoring.ch. Peu de produits sont en revanche disponibles au format papier.

Outil de communication de base du programme, le site Web du Monitoring de la biodiversité est en service depuis début 2001. S'adressant aussi bien aux profanes qu'aux spécialistes, il présente les faits et chiffres les plus importants concernant la biodiversité et le projet MBD. Les données et la méthodologie de tous les indicateurs sont présentées de manière synthétique et les nombreuses données de base (voir ci-dessous) peuvent être téléchargées. Le site est actualisé en permanence. Composé de près de 300 pages en allemand, français et anglais, il requiert une maintenance importante.

Données de base

Les données brutes (données telles qu'elles sont relevées sur le terrain, par exemple les listes des espèces présentes dans chaque échantillon) ne sont pas publiées, mais elles peuvent être consultées et utilisées sur demande par les personnes intéressées, après signature d'un contrat d'exploitation des données. Par contre, les données de base sont accessibles à tous en allemand, français et anglais. Les données de base sont des données traitées, légèrement agrégées et accompagnées d'un commentaire décrivant leur importance pour la biodiversité. Le public cible de ces données inclut surtout des spécialistes, parmi lesquels les services cantonaux spécialisés, les bureaux d'aménagement, les organismes fédéraux, les organisations environnementales, les instituts de recherche et les participants au programme. Les données sont publiées sur le site Web du MBD sous la forme de dossiers au format PDF. Ces dossiers comprennent des listes de données, des graphiques, des définitions et des commentaires ainsi que, dans certains cas, d'autres informations telles que des listes d'espèces. Les séries de données peuvent être copiées directement par les utilisateurs, qui peuvent ainsi les retravailler facilement.

MBD-Facts

MBD-Facts propose une synthèse des résultats des évaluations spéciales du MBD en les rendant accessibles à un large public. Avec une périodicité irrégulière à raison de deux numéros par an environ, ces publications se composent de 3 à 5 pages rédigées en allemand et en français, dans une mise en page agrémentée d'images et de graphiques. Elles sont disponibles uniquement au format PDF et peuvent être téléchargées sur le site Web du MBD.

Lettre d'information par e-mail

La newsletter du MBD est un bulletin électronique simple, destiné principalement à informer le public cible de la publication des données d'indicateurs nouveaux ou actualisés, mais aussi des avancées importantes du projet. Disponible en allemand et en français, elle est envoyée 3 à 6 fois par an par e-mail aux abonnés. Toutes les personnes intéressées peuvent s'inscrire sur la liste de diffusion de la lettre d'information sur le site Web du MBD.

Lettre d'information interne

Outre la lettre d'information du MBD mentionnée ci-dessus, le service de communication du MBD envoie si besoin une lettre d'information interne (en allemand uniquement) à une liste de destinataires internes. De cette manière, le Bureau de coordination communique à l'ensemble des collaborateurs du MBD – des donneurs d'ordres au sein de l'OFEV aux spécialistes sur le terrain – les informations importantes de la direction du projet. La lettre d'information interne est envoyée en cas de besoin, par exemple au début et à la fin de la saison de travail sur le terrain.

Rapport sur la biodiversité

Dans la série de l'OFEV «Etat de l'environnement» paraît tous les 3 à 5 ans un rapport de 80 pages environ sur l'état et les tendances de la biodiversité en Suisse (voir Bureau de coordination du Monitoring de la biodiversité en Suisse 2009). Cette brochure à la présentation attrayante (disponible en allemand et en français) présente les principaux résultats et évaluations du MBD, tout en dressant un panorama de l'évolution de la biodiversité en Suisse. Le public cible comprend toutes les personnes intéressées par la biodiversité, des spécialistes impliqués aux médias.

Fiche technique

Ce petit dépliant imprimé présente le MBD en allemand, français, italien et anglais. Il fournit des informations essentielles telles que: qu'est-ce que la biodiversité? Qu'est-ce que le MBD? Qu'est-ce qui est mesuré et comment? A quoi sert le MBD? Où et à qui s'adresser? Ce document s'adresse à toutes les personnes en contact direct avec le MBD. Les collaborateurs du MBD diffusent la fiche technique sur le terrain ou lors de conférences.

Articles dans les revues spécialisées

Le MBD publie occasionnellement des évaluations spéciales de données ou des articles sur les méthodes dans des revues spécialisées ou des publications scientifiques reconnues.

> Bibliographie

- Brändli U.-B., Bühler Ch., Zangger A. 2007: Waldindikatoren zur Artenvielfalt: Erkenntnisse aus LFI und BDM. *Journal forestier suisse* 158, pages 243–254.
- Brown J.H., Ernest S.K.M., Parody J.M., Haskell J.P. 2001: Regulation of diversity: maintenance of species richness in changing environments. *Oecologia* 126, pages 321–332.
- Bühler C., Roth T. 2011: Spread of common species results in local-scale floristic homogenization in grassland of Switzerland. *Diversity and Distributions* 17(6), pages 1089–1098.
- Bureau de coordination du Monitoring de la biodiversité en Suisse 2009: Etat de la biodiversité en Suisse. Etat de l'environnement n° 0911, Office fédéral de l'environnement, Berne. 112 pages.
- Gonseth Y., Wohlgemuth T., Sansonnens B., Buttler A. 2001: Les régions biogéographiques de la Suisse. Explication et division standard. Documents environnement n° 137. Berne, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP). 48 pages.
- Hintermann U., Locher R., Rohner J., Weber D., Zangger A. 1996: Monitoring de la biodiversité en Suisse. Rapport sur la première partie de la phase de préparation (travaux de 1996), 214 pages. Non publié, déposé auprès de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, division Protection de la nature, Berne.
- Jones H.L. 1974: Jackknife estimation of functions of stratum means. *Biometrika* 61, pages 343–348.
- Jurasinski G., Retzer V., Beierkuhnlein C. 2009: Inventory, differentiation, and proportional diversity: a consistent terminology for quantifying species diversity. *Oecologia* 159(1), pages 15–26.
- Kéry M., Royle A. 2008: Hierarchical bayes estimation of species richness and occupancy in spatially replicated surveys. *Journal of Applied Ecology* 45, pages 589–598.
- Koleff P., Gaston K.J., Lennon J.J. 2003: Measuring beta diversity for presence-absence data. *Journal of Animal Ecology* 72, pages 367–382.
- MacArthur R.H., Wilson E.O. 1967: The theory of island biogeography. Princeton, Princeton University Press. 203 pages.
- Martinez N., Küttel M., Weber D. 2009: Deutliche Zunahme wildlebender Tierarten in der Schweiz seit 1900. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 41, pages 375–381.
- Magurran A.E. 1988: Ecological Diversity and Its Measurement. Sydney, London, Croom, Helm. 179 pages.
- Noss R.F., Cline S.P., Csuti B., Scott J.M. 1992: Monitoring and assessing biodiversity. In Lykke E., Achieving Environmental Goals, pages 67–85. London, Belhaven Press.
- Olden J. 2006: Biotic homogenization: a new research agenda for conservation biogeography. *Journal of Biogeography* 33, pages 2027–2039.
- Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) 1994: Indicateurs d'environnement – Corps central de l'OCDE. Paris, OCDE. 77 pages.
- Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) 1993: Lignes directrices aux fins d'établissement des monographies nationales sur la diversité biologique. PNUE, Nairobi. 131 pages.
- Reid W.V., McNeely J.A., Tunstall D.B., Bryant D.A., Winograd M. 1993: Biodiversity indicators for policy-makers. World Resource Institute (WRI) / International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) / World Conservation Monitoring Centre (WCMC). 42 S.
- Roth T., Amrhein V., Peter B., Weber D. 2008: A Swiss agri-environment scheme effectively enhances species richness for some taxa over time. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 125, pages 167–172.
- Schmid H. 1994: Ornitop C.H. Station ornithologique suisse de Sempach.
- Stevens D.L. 1994: Implementation of a national monitoring program. *Journal of Environmental Management* 42, pages 1–29.
- Stucki P. 2010: Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse. Macrozoobenthos – niveau R. L'environnement pratique n° 1026. Berne, Office fédéral de l'environnement. 61 pages.
- Terborgh J.W., Faaborg J. 1980: Saturation of bird communities in the West Indies. *American Naturalist* 116., pages 178–195.
- Union internationale pour la conservation de la nature (IUCN) 1994: IUCN Red List Categories. Prepared by IUCN Species Survival Commission. Gland, IUCN. 21 pages.
- Union internationale pour la conservation de la nature (IUCN), 2001: IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. Gland, Switzerland and Cambridge, UK, IUCN. 30 pages.
- Union internationale pour la conservation de la nature (IUCN) 2003: Guidelines for the Application of IUCN Red List Criteria at Regional Levels: Version 3.0. IUCN Species Survival Commission. Gland, Switzerland and Cambridge, UK, IUCN. 26 pages.
- World Conservation Monitoring Centre (WCMC) 1992: Global Biodiversity. Status of the earth's living resources. London, Chapman & Hall. 585 pages.

> Annexes

A1 Indicateurs de pression

E1 = Z10: Etendue des biotopes de valeur

L'indicateur E1 correspond à l'indicateur Z10.

E2: Surfaces d'exploitation

Evolution de la superficie totale de différents types d'utilisation du sol en Suisse et sur des parties du territoire intéressantes.

Définition

Chacun des 13 types d'utilisation du sol définis abrite des biocénoses qui se sont adaptées aux conditions de vie dans ces milieux. Si l'utilisation d'une surface change, le nombre et la composition des espèces qui y vivent changent aussi. Par exemple, si l'on construit sur des terrains agricoles, les communautés préférant les milieux bâtis y trouvent plus d'espace; inversement, l'espace des communautés adaptées aux milieux agricoles se réduit. Ainsi, sur le versant sud des Alpes, les biocénoses spécialistes des milieux construits disposent déjà de plus d'espace que les espèces privilégiant les terrains agricoles.

Importance pour la biodiversité

L'indicateur E2 décrit l'utilisation du paysage et donc l'évolution des milieux naturels. Mais le fait que l'utilisation du sol change ne permet pas de conclure à une augmentation ou à une diminution de la biodiversité. De telles interprétations peuvent uniquement être réalisées en tenant compte d'autres indicateurs du MBD.

Les données collectées pour la statistique de la superficie servent de base à l'indicateur E2. Elles proviennent de photographies aériennes, sur lesquelles on a superposé un réseau de points d'échantillonnage équidistants de 100 mètres. L'interprétation stéréoscopique des photographies a permis de classer chacun des 4,1 millions de points d'échantillonnage dans l'une des 74 catégories d'utilisation du sol de la statistique de la superficie. Les points ambigus ont été vérifiés sur le terrain. La définition précise de ces 74 catégories se trouve dans le catalogue des catégories d'utilisation du sol de l'Office fédéral de la statistique (OFS)¹.

Méthodologie

Pour établir l'indicateur E2, les 74 catégories de base de la statistique de la superficie ont été regroupées en 13 types d'utilisation du sol. Ce regroupement permet de distinguer les types d'utilisation et de couverture importants sur le plan écologique et d'établir une comparaison avec le système européen «CORINE Land Cover».

¹ Office fédéral de la statistique 1992: L'utilisation du sol en Suisse. Statistique de la superficie 1979/85. Catalogue des catégories d'utilisation. Série: Statistique de la Suisse. Berne, Office fédéral de la statistique. 191 pages.

E3: Surfaces des zones laissées à la nature

Evolution de la superficie totale des surfaces laissées à la nature en Suisse et dans les différentes régions biogéographiques.

Définition

Sont considérées comme des surfaces laissées à la nature les zones qui, selon la statistique de la superficie, ne sont pas utilisées et sont situées à une certaine distance, en général au moins 500 mètres, d'infrastructures susceptibles d'avoir un impact sur elles. Sont considérées comme des infrastructures susceptibles d'avoir un impact les zones d'habitation, les lignes de chemin de fer, les remontées mécaniques et autres infrastructures équivalentes. Cette définition se rapporte aux zones sauvages hors forêt.

Font également partie des surfaces laissées à la nature les surfaces forestières non exploitées depuis au moins 50 ans ou situées dans des forêts buissonnantes ou inaccessibles. En outre, pour être considérées comme laissées à la nature, les surfaces forestières doivent être situées à au moins 500 mètres de la route forestière la plus proche et ne pas servir de pâture.

Les plans et les cours d'eau ne sont pas compris dans cette définition. Jusqu'à présent, il n'existe pas de données de base adéquates concernant le milieu sauvage aquatique.

Sont considérées comme «laissées à la nature» les zones situées à 500 mètres au moins des zones d'habitation, des routes (routes forestières et alpines comprises) et des autres infrastructures. En dessous de 1800 mètres d'altitude, 95 % de la surface est couverte d'infrastructures ou située à moins de 500 mètres d'infrastructures. Au-dessus de cette altitude, la proportion est stable à 33 %. Mais toutes ces surfaces ne sont pas considérées comme laissées à la nature car les processus naturels pourraient y être perturbés. Les cabanes et les forêts alpines bénéficient en général d'une desserte et la forêt est exploitée ou entretenue comme forêt de protection.

Importance pour la biodiversité

La valeur des surfaces laissées à la nature réside dans la non-perturbation des processus naturels, et non pas dans la quantité remarquable d'espèces qu'elles pourraient abriter. Les éboulis et les parois rocheuses, par exemple, sont des zones très pauvres en espèces. Mais ils se développent selon leurs propres règles et offrent un habitat à des espèces spécialisées.

L'évolution des milieux à l'abri des perturbations fait naître des états «naturels» durables. Les forêts laissées à la nature comptent, par exemple, un plus grand nombre de gros arbres et une proportion plus élevée de vieux bois et de bois mort que les forêts exploitées. Or, d'innombrables insectes, champignons, lichens et oiseaux dépendent totalement ou en partie de ces structures et de forêts à l'abri des perturbations. Cependant, les forêts laissées à la nature sont d'habitude plus denses et donc plus sombres car des clairières ne s'y forment que suite à des phénomènes naturels tels que coulées de boues, avalanches, tempêtes ou chutes de vieux arbres, créant ainsi des espaces pour des communautés pionnières. Ces forêts n'offrent donc pas d'habitats aux nombreuses espèces d'animaux ou de plantes qui, pour se développer, ont besoin de lumière et de chaleur. L'extension des forêts sauvages peut ainsi avoir un impact négatif sur la

biodiversité. Il en va de même lorsque la forêt sauvage colonise d'anciennes prairies sèches.

Néanmoins, une progression de la forêt sauvage peut être considérée comme positive en principe. En effet, une mosaïque de forêts de protection et de forêts exploitées ayant des caractéristiques différentes, de formes d'exploitation particulières et de surfaces forestières laissées à la nature est la condition qui permet de préserver tout l'éventail des espèces forestières et des fonctions biologiques de la forêt en Suisse.

Il est probable que le changement climatique influera sur la composition de la vie sauvage dans les étages altitudinaux supérieurs parce que la fonte des glaciers libérera des rochers et des moraines ou parce que la limite supérieure des arbres s'élèvera. La limite de la neige remontant elle aussi, il est probable que les infrastructures de sports d'hiver essaieront plus haut en altitude. Il y a donc lieu de s'attendre à ce que les surfaces laissées à la nature continuent de rétrécir.

Les données concernant les surfaces laissées à la nature (hors forêts) utilisées pour l'indicateur E3 se basent sur les relevés de la statistique de la superficie de l'Office fédéral de la statistique et sur le modèle numérique du paysage de la Suisse de swisstopo. La statistique de la superficie indique quelles surfaces ne sont pas utilisées ou occupées, à savoir les zones «buissons, arbustes», «glaciers, névés», «zones humides», «végétation herbacée improductives» ainsi que «rochers» et «éboulis, sable».

Methodologie

Les données concernant les infrastructures proviennent du modèle numérique du paysage de la Suisse (VECTOR25). Les infrastructures ont été classées en deux catégories, selon l'étendue de leur zone d'impact. Pour qu'une surface soit considérée comme sauvage, elle doit être située à 500 mètres au moins d'infrastructures ayant une zone d'impact étendue ou à 25 mètres au moins d'infrastructures ayant une zone d'impact limitée. Les zones d'habitation, les routes (jusqu'à la 4^e classe comprise), les lignes de chemin de fer, les stations de téléphérique d'altitude et de plaine, les remontées mécaniques et leurs équivalents sont considérés comme ayant une zone d'impact étendue. Les cabanes et auberges isolées, les antennes, les monuments et leurs équivalents ainsi que les télébennes et les lignes à haute tension, entre autres, sont considérés comme ayant une zone d'impact limitée.

La distance des points d'échantillonnage de la statistique de la superficie par rapport à l'infrastructure la plus proche a été calculée avec la méthode NEAR dans le système d'information géographique (SIG; station de travail ArcInfo ou ArcGIS 9.2[®]). Les surfaces non utilisées situées hors de la zone d'impact d'infrastructures sont saisies comme surfaces laissées à la nature.

Les données concernant les surfaces forestières laissées à la nature se basent sur les relevés de l'Inventaire forestier national suisse (IFN) des années 1993/95 (IFN2). Les données de l'époque ont été utilisées pour le calcul. Le réseau d'échantillonnage IFN comprend 23 223 points sur sol suisse. L'évaluation des caractéristiques pour le présent inventaire a eu lieu sur des carrés de 50 mètres de côté. Les relevés de données correspondant à ces surfaces ont tout d'abord eu lieu sur la base de photos aériennes, puis les équipes engagées sur le terrain ont relevé sur place des données supplémentaires. Des

représentants de l'Inventaire forestier national suisse ont ensuite calculé les valeurs moyennes ainsi que les erreurs standard pour l'ensemble de la Suisse et pour les six grandes régions biogéographiques puis le Bureau de coordination MBD a converti les erreurs standard en taux de fiabilité en se fondant sur une distribution binomiale.

E4: Longueur des éléments paysagers linéaires

Evolution annuelle de la longueur en kilomètres des cours d'eau ouverts, des haies et des lisières de forêt en Suisse et dans les différentes catégories de paysage.

Définition de l'indicateur

En tant que zones de transition entre différents milieux naturels, les éléments paysagers linéaires sont souvent très riches en espèces. En outre, la plupart d'entre eux relie des espaces naturels généralement différents et servent ainsi d'axes de déplacement à de nombreuses espèces animales. Le recul de ces éléments non seulement représente une perte de milieux naturels, mais il a pour effet d'entraver les déplacements de nombreux animaux. Inversement, la création de nouvelles haies ou de nouvelles lisières de bois ainsi que la régénération de cours d'eau permet de relier des milieux naturels isolés et d'enrichir des écosystèmes. Certains paysages tels que les hauts-marais n'abritent par nature ni haies, ni lisières de forêt, ni cours d'eau ouverts. L'apparition de telles structures dans ces paysages serait malvenue.

Importance pour la biodiversité

En raison du manque de données adéquates, l'indicateur ne dit rien sur la qualité des éléments paysagers étudiés. Or, la qualité d'un milieu naturel est déterminante pour sa biodiversité. Les lisières de forêt riches en structures sont par exemple très importantes, en tant que milieux naturels et en tant qu'éléments de liaison entre forêt et terrains non boisés. Cela est particulièrement vrai sur le Plateau, où la forêt est morcelée en de nombreux îlots forestiers. Or, d'après l'Inventaire forestier national de 2010², seulement 40 % environ des lisières de forêt du Plateau et de l'étage montagnard présentent une diversité de structures élevée.

La progression des haies sur le Plateau et dans les agglomérations est, sans préjuger de leur qualité écologique, dont le détail n'est pas connu, positive pour la biodiversité. En effet, les nouvelles haies ajoutent des structures dans un paysage par ailleurs «nettoyé» par l'agriculture intensive et par la pression des zones bâties. Dans les régions de montagne, en revanche, le nombre de haies stagne. Dans ces régions, l'embroussaillage de surfaces autrefois exploitées de manière extensive, et pour cette raison riches en espèces, entraîne au contraire une perte de biodiversité car les espèces héliophiles ne peuvent plus s'y développer.

L'enfouissement de cours d'eau provoque quant à lui un appauvrissement du paysage et un recul de la diversité des structures et des espèces. Aujourd'hui encore, des cours d'eau disparaissent de la carte nationale en nombre presque aussi grand que durant les précédentes périodes d'observation. Sur le Plateau par exemple, des cours d'eau sont enfouis lors de la viabilisation de zones agricoles ou lors de la construction de zones d'habitation, de zones commerciales et de zones industrielles. Aujourd'hui, de nom-

² Brändli U.-B. (éd.) 2010: Inventaire forestier national suisse. Résultats du troisième inventaire 2004–2006. Birmensdorf, Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL. Berne, Office fédéral de l'environnement, OFEV. 312 pages.

breux cours d'eau enfouis sont toutefois renaturés³. Cette tendance est bénéfique pour la biodiversité.

L'indicateur E4 utilise des données recueillies pour le projet «Paysage sous pression» de l'Office fédéral du développement territorial (ARE) et de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV). Pour la troisième mise à jour du projet, les données se basent sur l'actualisation des sources numériques VECTOR25 de swisstopo destinées à l'établissement des cartes nationales. Les variations de longueur des haies, lisières de forêt et cours d'eau ouverts recensés ont été étudiées sur 112 surfaces d'échantillonnage de 12 km² chacune à l'aide d'un processus GIS automatisé. Le programme a calculé la différence entre les sections apparues et les sections disparues sur les éléments paysagers sélectionnés. Les résultats ont ensuite été estimés pour toute la Suisse et la moyenne annuelle a été établie. La répartition des surfaces d'échantillonnage sur différentes catégories de paysage a permis de procéder à une évaluation régionale. Pour les première et deuxième mises à jour de «Paysage sous pression», intervenues avant l'introduction de VECTOR25, la même évaluation a été faite manuellement à partir des données d'actualisation de la carte nationale.

Methodologie

Les catégories de paysage ont été délimitées de la manière suivante:

- > haute montagne: carte d'aptitude à l'agriculture des sols de la Suisse (catégories «très peu fertiles» et «non exploitables»);
- > régions de montagne: limites standard du cadastre de production agricole (zones de montagne I-IV);
- > Plateau: zone comprise entre les agglomérations et les régions de montagne;
- > agglomérations: recensement de 1980, Annuaire statistique de la Suisse 1983 (p. 64) et carte «Communes de Suisse».
- > Après la troisième mise à jour du projet «Paysage sous pression», les évaluations de quatre périodes d'observation sont disponibles:
 - 4^e période d'observation: 1989–2003;
 - 3^e période d'observation: 1984–1995;
 - 2^e période d'observation: 1978–1989;
 - 1^{ère} période d'observation: 1972–1983.

E5: Diversité des utilisations du sol à petite échelle

Changement de la fréquence des passages d'un type d'utilisation à un autre sur 1 km², agrégé selon les régions biogéographiques et pour toute la Suisse.

Définition

L'indicateur repose sur la classification par catégories d'utilisation du sol de la statistique suisse de la superficie de l'Office fédéral de la statistique.

La répartition spatiale des milieux naturels dans le paysage exerce une influence sur la biodiversité. Des paysages richement structurés offrent davantage d'habitats et sont donc adaptés à un plus grand nombre d'espèces que des paysages monotones. De nombreuses espèces sont tributaires d'un paysage diversifié parce que la recherche de

Importance pour la biodiversité

³ Office fédéral du développement territorial (ARE) / Office fédéral de l'environnement (OFEV) (éd., 2007): Le paysage sous pression: Suite 3. Période d'observation de 1989 à 2003. Berne.

nourriture, l'élevage des jeunes, les phases de repos ou la reproduction s'effectuent dans des milieux naturels de types différents. Le tétras-lyre, par exemple, cherche sa nourriture dans les sous-bois de forêts clairsemées mais effectue sa parade nuptiale dans des espaces ouverts. Par conséquent, une mosaïque de milieux naturels est généralement un élément positif pour la biodiversité. La composition de la mosaïque joue toutefois un rôle déterminant. La densification des réseaux routiers provoque également un morcellement de l'espace, fragmentant des milieux naturels auparavant interconnectés, et elle est donc néfaste pour la biodiversité. Une augmentation de la diversité de l'utilisation et de la couverture du sol peut donc tout aussi bien avoir des effets positifs que des effets négatifs sur la biodiversité. De ce fait, l'indicateur doit être interprété en rapport avec d'autres indicateurs du MBD (en particulier Z7 «Diversité des espèces dans les paysages» et Z8 «Effectifs d'espèces largement répandues»).

L'indicateur E5 compare le nombre moyen de changements d'utilisation et de couverture du sol par km² entre 1979/85 et 1992/97 dans les régions biogéographiques et dans toute la Suisse.

Méthodologie

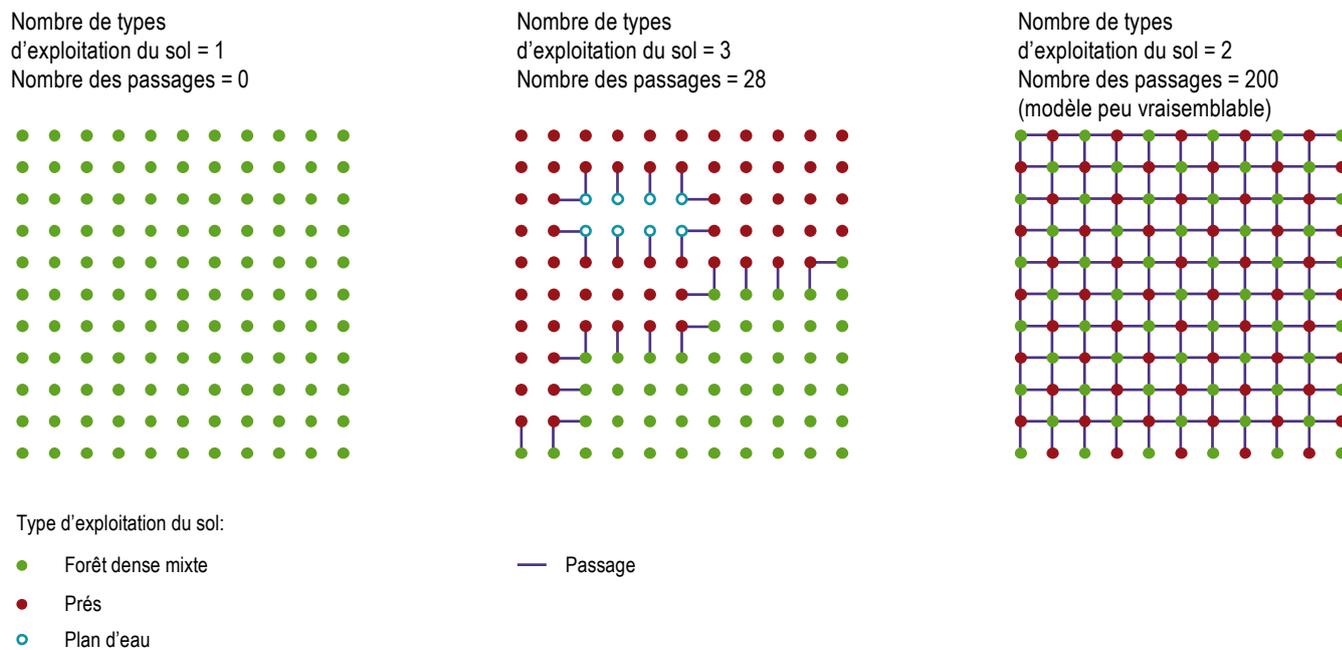
Les données initiales proviennent de la statistique suisse de la superficie de 1979/85 et 1992/97 de l'Office fédéral de la statistique (OFS). Elles ont été relevées sur un réseau de surfaces d'échantillonnage de 100 mètres de côté reposant sur les coordonnées hectométriques. Cela représente 100 points d'échantillonnage par kilomètre carré, soit 4,1 millions de points d'échantillonnage dans toute la Suisse. L'interprétation stéréoscopique des photographies aériennes a permis de classer chacun de ces points dans l'une des 74 catégories d'utilisation de la statistique de la superficie. Les scientifiques du MBD ont regroupé ces 74 catégories d'utilisation en 23 catégories MBD d'utilisation du sol (voir la liste ci-dessous).

Cette nouvelle typologie permet d'établir une distinction entre les utilisations et les couvertures du sol pertinentes sur le plan écologique. De plus, il est possible de faire des comparaisons avec le système européen «CORINE Land Cover». CORINE (Coordinated Information on the European Environment) Land Cover (Informations coordonnées sur l'environnement européen. Couverture du sol) est un système de classification développé à l'initiative de la Commission européenne dont le but est de fournir pour l'Europe des données harmonisées et par conséquent comparables, recueillies sur la base d'images satellites.

Les types d'utilisation du sol du MBD sont comparés sur les points d'échantillonnage avec l'utilisation du sol des points voisins dans les directions horizontales (est-ouest) et verticales (nord-sud). Chaque passage d'une utilisation à une autre est comptabilisé; on peut donc compter de 0 à 200 passages par kilomètre carré.

Fig. 8 > Exemples de schémas d'utilisation du sol

Représentation simplifiée de différents modèles d'utilisation du sol par kilomètre carré.



Liste des 23 catégories d'utilisation du sol du MBD

- | | | |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> > Zones urbanisées > Zones industrielles, zones commerciales et réseaux de communication > Espaces verts artificialisés, non agricoles > Terres arables > Surfaces viticoles > Plantations fruitières > Arbres fruitiers de plein champ > Horticulture | <ul style="list-style-type: none"> > Prés > Pâturages locaux > Bosquets, forêts clairsemées sur surfaces agricoles utiles > Forêt dense de feuillus > Forêt dense mixte > Forêt dense de conifères > Coins de forêts, petits bois > Forêts clairsemées | <ul style="list-style-type: none"> > Zones intermédiaires entre les bosquets et les buissons > Bosquets d'alpage > Herbages naturels > Espaces peu ou non pourvus en végétation > Biotopes humides, végétation de rives > Cours d'eau, ouvrages de protection contre les crues, berges > Plans d'eau |
|---|--|--|

E6: Charge en nutriments dans le sol

Changement des valeurs indicatrices moyennes de la charge en nutriments fournies par les espèces de plantes vasculaires présentes sur des surfaces de 10 m². On a employé les valeurs indicatrices de la charge en nutriments selon Landolt et al. (2010)⁴. Ces valeurs expriment la préférence des plantes pour une teneur plus ou moins élevée du sol en nutriments. L'échelle va de 1 à 5:

1. sol particulièrement maigre;
2. sol maigre;
3. sol ni très pauvre en nutriments, ni très fumé;
4. sol riche en nutriments;
5. fumure excessive.

Définition de l'indicateur

⁴ Landolt E., Bäumler B., Erhardt A., Hegg O., Klötzli F., Lämmler W. Nobis M., Rudmann-Maurer K., Schweingruber F.H., Theurillat J-P., Urmi E., Vust M., Wohlgenuth T. 2010: Flora indicativa. Haupt, Berne, Stuttgart, Vienne. 376 pages.

L'azote est primordial pour la survie des plantes mais, à partir d'une certaine teneur dans le sol, la diversité des plantes et la faune associée diminuent. Il en va de même pour d'autres substances nutritives importantes comme le phosphore et le potassium.

Importance pour la biodiversité

Les plantes sont en concurrence permanente pour les facteurs de croissance comme la lumière, l'eau, l'espace ou les nutriments. Lorsque ces facteurs changent, des espèces différentes prennent le dessus. Certaines plantes, comme l'ortie, croissent particulièrement vite lorsqu'elles disposent de suffisamment de nutriments car elles sont peu exigeantes. Elles évincent alors les espèces ayant des besoins plus spécifiques. Voilà pourquoi les sols riches présentent une variété d'espèces moins importante que les sols pauvres. Une faible diversité des espèces végétales restreint également la diversité des petits organismes. Les prairies présentant une grande diversité végétale attirent par exemple bien plus d'espèces de papillons que les herbages monotones. Du point de vue de la biodiversité, une augmentation de la charge en nutriments du sol n'est donc pas souhaitable.

A côté de la fertilisation active pratiquée par l'agriculture, l'industrie et le trafic contribuent également à charger les sols en nutriments. L'azote atmosphérique parvient même dans les écosystèmes quasi-naturels pauvres en nutriments, comme les forêts, les hauts-marais et les bas-marais, les prairies et les pâturages secs, provoquant fertilisation et acidification. Au cours du siècle dernier, l'industrialisation croissante et l'intensification de l'agriculture ont provoqué une hausse massive des teneurs en nutriments dans les sols de toute l'Europe.

Dans certaines forêts, par exemple, il se dépose chaque année jusqu'à 50 kilos d'azote par hectare, soit trois fois plus qu'il y a cinquante ans. Les apports de 10 à 20 kilos sont déjà considérés comme critiques car un enrichissement en azote acidifie les sols. Dans des sols plus acides, les racines peuvent fabriquer moins de substances immunitaires pour se protéger des champignons nuisibles. De plus, le nombre de vers de terre, importants pour la formation du sol, diminue.

Pour établir l'indicateur E6, on analyse la composition végétale de près de 1500 surfaces d'échantillonnage de dix m² puis on calcule la moyenne arithmétique des valeurs indicatrices de la charge en nutriments fournies par toutes les espèces de plantes vasculaires recensées sur une surface d'échantillonnage (sans les espèces indéterminées et les espèces agrégées). Les évaluations en fonction des étages altitudinaux se basent sur les niveaux thermiques de la Suisse de Schreiber et al. (1997)⁵.

Méthodologie

E7: Intensité d'exploitation agricole

Evolution de la production agricole de différentes plantes cultivées par rapport à la surface de culture et évolution du nombre de têtes de bétail par rapport à la surface agricole utile.

Définition de l'indicateur

L'indicateur E7 porte sur différentes plantes cultivées ayant une importance économique, qu'il étudie séparément.

⁵ Schreiber K.F., Kuhn N., Hug C., Häberli R. 1997: Niveaux thermiques de la Suisse. Département fédéral de justice et police, Berne.

Les animaux de rente sont convertis en unités de gros bétail (UGB).

En règle générale, l'intensification de l'agriculture a pour corollaire un recul de la biodiversité. En effet, l'utilisation intensive d'engrais et de pesticides ou un grand cheptel appauvrissent les surfaces herbagères. L'indicateur ne peut refléter qu'approximativement l'intensité de l'exploitation car le rendement à l'hectare et le nombre de têtes de bétail sont aussi influencés par d'autres facteurs.

Importance pour la biodiversité

Au cours du siècle écoulé, le rendement des principales espèces cultivées a fortement progressé. Ce n'est que dans les années 90 que les bases de la politique agricole se sont modifiées et que l'on a assisté à une prise de conscience écologique. Les exploitants ont commencé à accepter de diminuer les rendements pour s'orienter vers une agriculture durable, les pertes étant compensées par des paiements directs. Les nouvelles méthodes de culture – culture extensive des céréales (1992), production intégrée (1993), prestations écologiques requises (1999), agriculture biologique – ont réduit l'apport de nutriments tels que l'azote, le phosphore ou le potassium, de sorte que la progression du rendement a ralenti. En contrepartie, la biodiversité est favorisée par la réduction de l'emploi d'engrais et de pesticides, l'exploitation à petite échelle et l'hétérogénéité du paysage.

La réduction des rendements n'est pas toujours nécessaire: certaines méthodes de culture nouvelles visant une hausse des rendements sont accessoirement propices à la biodiversité. Ainsi, le maïs n'est plus semé sur des sols nus, comme c'était la norme il y a trente ans, mais sur des sols occupés par des messicoles. Ces plantes accroissent la diversité structurelle et offrent nourriture et habitat aux petits animaux.

Les évaluations de l'indicateur Z9 «Diversité des espèces dans les habitats» montreront si la modification des méthodes de culture accroît réellement la biodiversité dans les surfaces cultivées.

En Suisse, le nombre de têtes de bétail n'a pratiquement pas varié entre 1999 et 2006. Durant cette période, il s'est toujours situé entre 1,14 et 1,16 unité de gros bétail par hectare de surface agricole utile (UGB/ha SAU). En 2008, il a toutefois bondi à 1,24 UGB/ha SAU. Bien qu'il soit redescendu à 1,19 UGB/ha SAU en 2009, il demeure nettement plus élevé qu'en 1999. La diminution du cheptel favoriserait la diversité car elle se traduirait par une diminution des dégâts dus au piétinement, par une baisse des quantités d'azote (lisier) apportées dans le sol (cf. indicateur E6 «Charge en nutriments dans le sol») ainsi que par un recul des importations d'aliments pour animaux, ce qui entraînerait vraisemblablement une augmentation de la diversité des plantes. Les analyses de l'indicateur Z9 «Diversité des espèces dans les habitats» apporteront de la lumière sur ce sujet.

En soi, le pâturage n'est pas nuisible à la diversité car il crée des milieux naturels de valeur. Les vaches, les moutons ou les chèvres qui paissent freinent le reboisement des paysages semi-ouverts (comme les pâturages boisés) qui abritent de nombreuses espèces caractéristiques.

Production végétale

Méthodologie

Le rendement moyen est indiqué en kilogrammes par hectare, pour toute la Suisse et pour chaque type de région agricole⁶. Sept plantes couramment cultivées en Suisse ont été choisies: le blé, l'orge, le triticale, le maïs-grain, la pomme de terre, la betterave sucrière et le colza. En 2005, ces espèces étaient cultivées sur environ 50 % des terres agricoles en Suisse. Certaines de ces plantes ne sont peu ou pas cultivées dans les régions de collines ou de montagne. Pour cette raison, l'indicateur E7 fait état uniquement des moyennes reposant sur les données de 20 exploitations au moins.

Les données relatives à la production végétale proviennent d'un échantillon. Quelque 3500 exploitations – sur un total de plus de 60 000 percevant des paiements directs de la Confédération – fournissent chaque année leurs données comptables à l'Agroscope Reckenholz-Tänikon (ART). Celui-ci calcule l'évolution économique sur la base d'exploitations de référence et assure l'évaluation centralisée des données comptables pour la Suisse. Les exploitations ne sont pas choisies de façon aléatoire car il n'est pas possible d'imposer aux exploitants de tenir une comptabilité analytique complète.

Les intervalles de confiance ne sont pas calculés car les exploitations ne sont pas choisies au hasard, mais selon une procédure de quotas proportionnels par strates de l'échantillon ne garantissant pas une distribution normale des données.

L'indicateur représente les moyennes glissantes sur cinq ans.

Nombre de têtes de bétail

Les différents cheptels sont convertis en unités de gros bétail (UGB; 1 UGB = 1 bœuf de 650 kilogrammes) et chiffrés par hectare de surface agricole utile. On obtient ainsi le nombre moyen de têtes de bétail (charge en bétail) par hectare (UGB/ha). La conversion des différents animaux de rente en UGB est régie par l'ordonnance sur la terminologie agricole (OTerm) et les coefficients de conversion sont calculés sur la base des déjections azotées et phosphorées. Le nombre d'UGB/ha est un indicateur de l'intensité avec laquelle l'élevage est pratiqué. Les données relatives au nombre de têtes de bétail proviennent d'une enquête générale. Le recensement agricole réalisé par l'OFAG (Office fédéral de l'agriculture) et par l'OFS (Office fédéral de la statistique) contient des données sur les espèces et le nombre d'animaux de rente dans chaque exploitation agricole. A cet effet, chaque exploitant doit remplir un questionnaire normalisé et l'envoyer au canton. Le jour de référence du recensement tombe début mai. Les questionnaires sont vérifiés par la Confédération et par les cantons et gérés dans la base de données centrale de l'OFAG.

L'indicateur E7 est calculé pour l'ensemble de la Suisse et pour tous les cantons. Ses chiffres sont disponibles à partir de 1999.

⁶ L'article 2 de l'ordonnance sur les zones agricoles énumère les critères à utiliser pour classer les zones agricoles dans l'un des trois types de régions suivants:
- région de plaine: zone de plaine
- région de collines: zone des collines, zone de montagne I
- région de montagne: zones de montagne II à IV

E8: Surfaces forestières dominées par des espèces allochtones

Evolution de la proportion de forêts dominées par des essences allochtones par rapport à la surface totale des forêts dans l'espace examiné.

Définition de l'indicateur

Sont considérés comme des essences exotiques le robinier, le pin noir d'Autriche, le pin Weymouth, le sapin de Douglas, le thuya, le séquoia, les autres conifères exotiques ainsi que le chêne rouge, le peuplier italien, le marronnier d'Inde, le tulipier de Virginie et les autres feuillus exotiques.

Une surface forestière est considérée comme dominée par des essences allochtones lorsque les espèces ci-dessus représentent au moins 50 pour cent du bois sur pied dans cette surface.

Les essences allochtones peuvent perturber la chaîne alimentaire, entrer en concurrence avec les essences indigènes ou modifier le milieu naturel. Elles permettent à d'autres organismes allochtones de s'introduire dans nos paysages, souvent au détriment d'espèces indigènes. En effet, les «passagers clandestins» s'attaquent non seulement à leurs plantes hôtes allochtones habituelles, mais aussi aux essences indigènes, qui sont généralement démunies contre cette nouvelle menace. Ainsi, les peuplements d'ormes suisses sont décimés par la graphiose, une mycose que l'on présume d'origine asiatique. En outre, lorsque des essences importées évincent des essences indigènes, les insectes qui dépendent de plantes hôtes précises perdent une source de nourriture. Inversement, rares sont les espèces d'insectes indigènes pouvant tirer parti des espèces ou des variétés introduites; ce sont généralement celles qui ont des exigences alimentaires moins spécialisées.

Importance pour la biodiversité

Comme le montrent les chiffres de cet indicateur, la culture d'essences exotiques est pour le moment pratiquement négligeable en Suisse et aucune tendance à la hausse n'est constatée. Cette situation pourrait cependant évoluer en raison du changement climatique si des essences adaptées à des températures plus clémentes sont plantées.

Il suffit toutefois de regarder au-delà de nos frontières pour s'apercevoir des conséquences de la plantation à grande échelle d'essences exotiques. En Espagne, par exemple, des espèces d'eucalyptus à croissance rapide provenant d'Australie ont été implantées dans des forêts entières et ces plantations remplacent aujourd'hui en maints endroits les associations végétales épineuses de maquis et de garrigue adaptées au climat sec. Les écosystèmes de ces paysages ont ainsi été entièrement transformés.

Parmi les essences allochtones énumérées ici, le robinier est la seule espèce problématique, mais surtout en lisière ou en dehors des forêts. Il se répand spontanément, en particulier sur les surfaces rudérales et les stations maigres, où il concurrence avec succès la végétation pionnière indigène. Résultat: de précieuses prairies maigres peuvent s'embroussailler puis se reboiser en quelques années. Le robinier accélère cette évolution car il est capable de fixer l'azote dans le sol, de sorte que des espèces forestières appréciant les sols riches se multiplient soudain sur un sol qui était auparavant maigre. C'est la raison pour laquelle le robinier figure sur la liste noire bien qu'en tant que papilionacée il nourrisse des insectes.

Les chiffres concernant les zones forestières dominées par des essences allochtones se basent sur les échantillonnages de l'Inventaire forestier national suisse (IFN). Les relevés correspondants ont eu lieu dans les années 1983/85 (IFN1), 1993/95 (IFN2) et 2004/06 (IFN3).

Méthodologie

Pour le calcul des situations de l'IFN1, de l'IFN2 et de l'IFN3, les données relatives aux essences dominantes ont été utilisées. Elles reposent sur 10 980 points d'échantillonnage pour l'IFN1, 6 412 points pour l'IFN2 et 6 608 points pour l'IFN3.

Dans un premier temps, des relevés ont été effectués sur la base de photos aériennes. Puis des équipes engagées sur le terrain ont recueilli des données supplémentaires à l'intérieur de deux cercles concentriques: on a recensé sur une surface circulaire de deux ares tous les arbres atteignant un diamètre de 12 cm au moins à hauteur de poitrine et sur une surface circulaire de 5 ares tous les arbres atteignant un diamètre de 36 cm au moins à hauteur de poitrine. La moitié au moins du bois sur pied dans les deux cercles doit être allochtone pour qu'on puisse parler de «surfaces dominées par des essences allochtones».

Des collaborateurs de l'Inventaire forestier national suisse ont ensuite calculé les valeurs moyennes et les erreurs standard pour l'ensemble de la Suisse ainsi que pour les six grandes régions biogéographiques. Le bureau de coordination MBD a converti a posteriori les erreurs standard en intervalles de confiance de 95 % en se fondant sur une distribution binomiale.

E9: Proportion des surfaces de rajeunissement comportant un rajeunissement artificiel

Evolution du ratio entre les surfaces forestières rajeunies artificiellement et la superficie de rajeunissement totale dans l'espace examiné.

Définition de l'indicateur

C'est le degré de recouvrement qui détermine l'appartenance à l'une ou l'autre des trois catégories «rajeunissement artificiel», «rajeunissement mixte» et «rajeunissement naturel».

- > Rajeunissement naturel: jeunes forêts provenant de germination naturelle ou de rejets de souches, où le rajeunissement par des plantations ne dépasse pas 20 %.
- > Rajeunissement artificiel: jeunes forêts issues de plantations, où le rajeunissement naturel ne dépasse pas 20 %.
- > Rajeunissement mixte: toutes les surfaces n'entrant dans aucune des deux précédentes catégories.

Par rapport aux années 1980, l'étendue du rajeunissement naturel a augmenté tandis que celle du rajeunissement artificiel a reculé. Actuellement, 80 % des forêts suisses rajeunissent naturellement. Généralement, le but des plantations se limite désormais au renforcement des forêts de protection, à la promotion de la biodiversité et à la production de bois noble.

Importance pour la biodiversité

Au siècle dernier, de nombreuses forêts variées et adaptées aux stations ont reculé devant les plantations d'épicéas monotones qui ont colonisé les hêtraies traditionnelles.

Depuis, la proportion de conifères dans les jeunes forêts a de nouveau reculé sur le Plateau et, au milieu des années 1990, les jeunes peuplements étaient plus riches en feuillus que les vieux peuplements. La sylviculture naturelle a manifestement favorisé le redéveloppement de milieux naturels adaptés aux stations et permis aux forêts de retrouver leurs cycles naturels.

Les tempêtes, les incendies ou l'exploitation économique des forêts entraînent la formation de clairières qui, si l'on n'intervient pas, sont bientôt colonisées par les premières espèces pionnières qui profitent de la lumière éclairant ces surfaces ouvertes. Après un certain temps, les espèces pionnières sont remplacées par d'autres plantes, qui céderont à leur tour la place à la «végétation définitive», dont la croissance est lente. Chaque stade de cette évolution est caractérisé par un ensemble floristique et faunistique différent. La station présente relativement tôt des structures riches et habituellement aussi une grande diversité d'espèces. Elle conserve cette diversité si elle est correctement entretenue lors des stades ultérieurs. Ce rajeunissement naturel favorise en outre les essences locales, dont le patrimoine génétique est particulièrement bien adapté aux conditions locales.

Les chiffres concernant la part des surfaces forestières faisant l'objet d'un rajeunissement artificiel se basent sur les échantillonnages de l'Inventaire forestier national suisse (IFN). Les relevés correspondants ont eu lieu dans les années 1983/85 (IFN1), 1993/95 (IFN2) et 2004/06 (IFN3).

Methodologie

Sont considérés comme des surfaces de rajeunissement uniquement les peuplements au stade de développement du recrû ou du fourré. Dans un premier temps, des relevés ont été effectués sur la base de photos aériennes. Puis des équipes engagées sur le terrain ont relevé sur place des données supplémentaires: pour l'inventaire des jeunes forêts, on a recensé les essences d'arbres et de buissons atteignant une hauteur de 10 cm au moins et un diamètre de 11,9 cm à hauteur de poitrine. La catégorie de rajeunissement est répertoriée à partir d'un degré de recouvrement de 1 %. L'IFN1 a traité 728 points d'échantillonnage, l'IFN2380 points et l'IFN3389 points. Chaque unité de relevé terrestre est constituée de deux cercles concentriques, appelés satellites, d'un rayon de 2,12 mètres et positionnés à une distance de 20 mètres l'un de l'autre, donnant ainsi une surface totale de 28 m² par unité de relevé de recrû.

Des collaborateurs de l'Inventaire forestier national suisse ont ensuite calculé les valeurs moyennes et les erreurs standard pour l'ensemble de la Suisse ainsi que pour les six grandes régions biogéographiques. La conversion des erreurs standard en intervalles de confiance a été effectuée a posteriori.

E10: Bois mort

Evolution du volume de bois mort sur pied et à terre en Suisse et dans les différentes régions. Le volume de bois mort est indiqué séparément pour différents types de forêts.

Définition

Sont considérés comme du bois mort les arbres à terre, mais aussi les arbres sur pied déjà morts qui, à une hauteur de 130 cm, présentent un diamètre d'au moins 12 cm. Le type de forêt est défini d'après l'essence dominante, c'est-à-dire l'essence représentant

la plus grande partie de la somme des surfaces de coupe des troncs à une hauteur de 130 cm (surface terrière). La forêt accessible a été prise en compte, mais sans la forêt buissonnante.

Les troncs d'arbres en décomposition sur le sol, les amas de branches et les arbres morts toujours sur pied abritent et nourrissent de nombreux organismes vivant dans le bois (xylobiontes), tels que champignons, mousses, lichens, insectes ou oiseaux. Les escargots sont également plus fréquents aux abords du bois mort à terre. Environ un cinquième des organismes vivant en forêt sont tributaires du bois mort. Le bois mort est un composant des forêts naturelles et un maillon de la chaîne alimentaire. Les arbres morts abritent des espèces différentes selon qu'ils sont à terre ou encore sur pied, selon la taille des morceaux en décomposition, selon l'avancement de la décomposition et selon les essences.

Importance pour la biodiversité

Aujourd'hui, de nombreux xylobiontes sont menacés, c'est le cas, par exemple, de plus de la moitié des coléoptères peuplant le bois mort. La quantité de bois mort nécessaire à la préservation des espèces menacées fait toujours l'objet de recherches. Il est certain cependant que l'équation «plus = mieux» ne s'applique pas car une grande biodiversité demande aussi beaucoup d'arbres vivants. Les premières études réalisées^{7,8} estiment que le volume optimal de bois mort se situe entre 20 et 40 m³ par hectare. L'indicateur E10 révèle cependant qu'en moyenne les forêts suisses ne contiennent pas plus de 12 m³ de bois mort par hectare. Il est incontestable que le volume de bois mort dans la plupart des forêts est aujourd'hui insuffisant d'un point de vue écologique, en particulier dans les forêts appauvries du Plateau et du Jura.

En comparaison, les forêts naturelles d'Europe, c'est-à-dire les forêts qui ne sont plus exploitées depuis au moins 50 ans, contiennent nettement plus de bois mort. Les forêts de feuillus non exploitées, de même que les forêts d'épicéas non exploitées de l'étage subalpin, contiennent en moyenne entre 44 et 132 m³ de bois mort par hectare⁹.

La plupart des forêts de plaine sont cependant exploitées de manière plus ou moins intensive. Une étude publiée par l'Office fédéral de l'environnement et la Station ornithologique de Sempach décrit ce que pourrait être une exploitation compatible avec l'environnement¹⁰. Cette étude préconise pour les forêts exploitées du Plateau, du Jura et de l'étage subalpin une quantité de bois mort de 10 à 15 m³ par hectare. La forêt suisse atteint bien ce minimum en moyenne, mais le bois mort y est très mal réparti: on en trouve une partie considérable sur les surfaces ravagées par l'ouragan Lothar et pratiquement rien ailleurs.

Les chiffres concernant le bois mort se basent sur des échantillonnages de l'Inventaire forestier national suisse (IFN). L'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL) a recueilli ces données dans les années 1993/95 (IFN2) et 2004/06 (IFN3). Pour le calcul des états de l'IFN2 et de l'IFN3, les données comprenant des

Méthodologie

⁷ Brändli U.-B., Ulmer U. 1999: Naturschutz und Erholung. In: Brassel P., Brändli U.-B. (éd.): Inventaire forestier national suisse. Résultats du deuxième inventaire 1993–1995, pages 279–329. Birmensdorf, Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage. Berne, Office fédéral de l'environnement. Berne, Stuttgart, Vienne, Haupt.

⁸ Bütler R., Lachat T., Schlaepfer R. 2005: Grundlagen für eine Alt- und Totholzstrategie der Schweiz. EPFL, Lausanne. 100 S.

⁹ Bütler R., Schlaepfer R. 2004: Bois mort dans l'écosystème forestier: combien en faut-il? Journal forestier suisse 155 2, pages 31–37.

¹⁰ Hahn P., Heynen D., Indermühle M., Mollet P., Birrer S. 2005: Exploitation des bois et protection de la nature. Guide pratique Série L'environnement pratique. Publié par l'OFEFP et par la Station ornithologique suisse. Berne et Sempach. 113 pages.

chiffres sur le bois mort ont été utilisées. L'IFN2 a recueilli les données sur 6412 surfaces d'échantillonnage et l'IFN3 sur 6608 surfaces.

L'IFN a collecté des données sur les arbres présents sur des surfaces d'échantillonnage circulaires de 500 m² chacune. Ces surfaces d'échantillonnage, situées aux nœuds d'intersection d'un maillage de 1,4 kilomètre de côté, couvrent l'ensemble de la surface forestière suisse. Sur des surfaces dites d'interprétation – des carrés de 50 mètres de côté –, l'IFN a en outre recueilli des données sur les volumes et les surfaces. Dans un premier temps, l'IFN a étudié les surfaces d'échantillonnage à l'aide de photos aériennes. Des équipes de terrain ont ensuite recueilli des données sur place.

L'IFN2 n'a comptabilisé le bois mort que lorsque l'essence d'origine était encore identifiable. En raison de ce choix, la part du bois mort à terre a été en partie fortement sous-estimée.

E11: Prélèvements dans les cours d'eau

Nombre de prélèvements dans les cours d'eau pour utilisation de la force hydraulique en Suisse. Selon la carte des débits résiduels, les prélèvements de plus de 50 % du débit Q_{347} sont considérés comme importants du point de vue environnemental. Le débit Q_{347} est le débit naturel d'un cours d'eau atteint ou dépassé pendant 347 jours par an en moyenne. A l'article 4, lettre h de la loi sur la protection des eaux, le débit Q_{347} est défini comme «le débit d'un cours d'eau atteint ou dépassé pendant 347 jours par année, dont la moyenne est calculée sur une période de dix ans et qui n'est pas influencé sensiblement par des retenues, des prélèvements ou des apports d'eau.»

Définition

De grandes quantités d'eau sont prélevées dans les rivières et les fleuves en vue de la production d'énergie. Il reste souvent très peu d'eau sur les tronçons à débit résiduel situés en aval des points de prélèvement. Si l'on y ajoute la pollution des eaux et l'aménagement des cours d'eau, les conséquences sont immenses. Sur 63 espèces de poissons et de cyclostomes, 32 figurent aujourd'hui sur la liste rouge, 8 sont éteintes en Suisse et 1 est éteinte au niveau mondial (cf. indicateur Z5 «Bilan du degré de menace»). Outre une quantité et une qualité d'eau satisfaisantes, beaucoup d'espèces de poissons indigènes ont besoin de cours d'eau préservés, qui puissent leur offrir une alimentation, des possibilités de refuge et des lieux de frai en quantité suffisante. L'intégrité des possibilités de migration joue également un rôle important.

Importance pour la biodiversité

Les tronçons ayant un débit résiduel peu fourni sont le plus souvent soumis à de fortes variations de température. Il y fait trop chaud en été et trop froid en hiver. Dans les cas extrêmes, il arrive même qu'ils gèlent en hiver. Ces variations de température, qui ne sont pas naturelles, peuvent entraver le développement de nombreux organismes aquatiques, avec parfois des conséquences mortelles.

Un faible débit résiduel implique aussi une réduction de la vitesse d'écoulement. Cela prive les espèces adaptées aux courants forts du milieu naturel qui leur convient le mieux. L'affaiblissement du courant entraîne un accroissement des dépôts de matières en suspension, ce qui peut modifier fortement les propriétés physiques et chimiques du lit des rivières et des fleuves. En conséquence, les poissons tels que la truite de rivière

ou l'ombre de rivière, qui fraient dans le gravier, ne trouvent plus de lieux de ponte adaptés. Suite au colmatage (obturation des orifices et des fissures par les sédiments), d'autres organismes qui vivent dans les trous et les failles des fonds pierreux, comme les trichoptères ou les plécoptères, voient eux aussi leur habitat disparaître.

Lorsque les débits résiduels sont trop faibles, la nappe phréatique risque également de se réduire car des quantités d'eau moins importantes s'infiltreront sous la surface. Avec la raréfaction des épisodes de saturation des sols en eau et de formation de nappes perchées, les zones humides, par exemple les bas-marais, finissent par s'assécher. Les espèces végétales hydrophiles sont privées de leur milieu naturel et s'éteignent.

Les tronçons de débit résiduel asséchés temporairement ne peuvent plus accueillir d'organismes aquatiques. Ces tronçons restent donc pauvres en espèces même s'ils sont alimentés en eau la majeure partie du temps.

Non seulement les prélèvements importants ont des répercussions sur l'écologie des cours d'eau, mais la forte irrégularité de l'écoulement compromet, elle aussi, le milieu naturel de nombreuses espèces aquatiques. Un tiers des cours d'eau suisses sont concernés par les éclusées produites par des ouvrages hydroélectriques.

Outre leurs conséquences négatives sur le plan écologique, les débits résiduels trop faibles nuisent à l'attrait des fleuves et des rivières.

Les données concernant les prélèvements dans les cours d'eau reposent sur la carte des débits résiduels en Suisse¹¹. Selon l'article 82 de la loi sur la protection des eaux (LEaux, RS 814.20), les cantons sont tenus de dresser l'inventaire des prélèvements d'eau existants et de transmettre celui-ci à la Confédération. Le contenu de cet inventaire est fixé par l'article 36 de l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux, RS 814.201) du 28 octobre 1998. Les données fournies par les cantons ont été enregistrées dans la base de données «INVENT» de la Confédération. Après concertation avec les services spécialisés compétents des cantons, les données ont été mises à jour à la fin de l'année 2004. La qualité des données relève de la responsabilité des cantons.

Méthodologie

Les étages de végétation ont été définis sur la base du document «Niveaux thermiques de la Suisse»¹². L'affectation des points de prélèvement aux différents étages de végétation a été effectuée dans le système d'information géographique (SIG). Les points de prélèvement qui n'ont pas pu être clairement affectés à un étage de végétation (cours d'eau, rochers, hors frontières) ont été classés en fonction de leur altitude.

E12: Longueur des tronçons de cours d'eau perturbés

Evolution de la longueur totale des tronçons de cours d'eau perturbés par rapport à l'ensemble des cours d'eau.

Définition de l'indicateur

¹¹ Kummer M., Baumgartner M., Devanthery D. 2007: Carte des débits résiduels en Suisse. Prélèvements et restitutions d'eau. Etat de l'environnement n° 0715. Office fédéral de l'environnement, Berne. 90 pages. Etat: 2009.

¹² Schreiber K.F., Kuhn N., Hug C., Häberli R., Schreiber C. 1997: Niveaux thermiques de la Suisse. Département fédéral de justice et police, Berne. 69 pages et 5 cartes.

Les cours d'eau naturels correspondent à la classe d'état écomorphologique I du niveau R. Les chenaux et pieds de berge de ces cours d'eau ne sont pas aménagés. Leur largeur de lit mouillé varie et les zones riveraines – suffisamment larges – sont à l'état naturel ou semi-naturel. Plus les cours d'eau sont aménagés, plus leur perturbation est importante. La catégorie «peu atteint» correspond à la classe d'écomorphologie II, les catégories «très atteint», «artificiel/non naturel» et «mis sous terre» aux classes d'écomorphologie III, IV et V. Les cours d'eau des catégories «naturel» et «peu atteint» sont dans un bon état écomorphologique. L'état des cours d'eau des catégories «très atteint», «artificiel/non naturel» et «mis sous terre» est considéré comme mauvais. Une faible proportion de tronçons perturbés peut être qualifiée de positive.

Les cours d'eau dont les berges et les lits sont non aménagés et riches en structures variées recèlent d'importants habitats, en particulier pour les jeunes poissons et leurs proies. Un grand nombre de ces habitats a cependant disparu du fait de la correction, de l'endiguement et de la mise sous terre des cours d'eau au cours des deux siècles passés. Ces mesures visaient à exploiter les cours d'eau à des fins de transport ou de production d'énergie ou à protéger les zones d'habitation et les zones agricoles des inondations.

Importance pour la biodiversité

Dans les cours d'eau dont les rives et les lits ont été artificialisés, les petits organismes et les poissons sont privés des habitats de petite taille dont ils ont besoin. De nombreuses espèces de poissons remontent les fleuves pour se reproduire. Les obstacles tels que les seuils, les centrales au fil de l'eau, les barrages et autres ouvrages transversaux empêchent leur migration et celle d'autres organismes aquatiques. La plupart des poissons ne peuvent pas franchir les obstacles de plus de 50 cm, certaines espèces échouant déjà face à des obstacles de 20 cm. Le morcellement artificiel de leur milieu naturel perturbe aussi les espèces sédentaires car il empêche la dissémination et le mélange des populations. Des populations trop petites et isolées ne peuvent pas survivre à long terme.

L'état écomorphologique des cours d'eau suisses a été étudié sur 30 000 kilomètres dans 24 cantons entre 1997 et 2008. La densité des relevés était très variable. Dans les Alpes centrales et sur le versant sud des Alpes, ils ont été limités aux principaux cours d'eau. Les études ont été réalisées selon la méthodologie du module «Ecomorphologie» de niveau R (analyses régionales) du système modulaire gradué mis au point par l'OFEV. Les cours d'eau ont donc été évalués et classifiés sur la base des paramètres suivants: variabilité de la largeur du lit mouillé, largeur du cours d'eau, endiguement du fond du lit, endiguement du pied de la berge, étendue et nature des rives. Les résultats ont ensuite été reportés sur le réseau hydrographique de VECTOR25. Les tronçons de cours d'eau cartographiés ont fait l'objet d'une extrapolation. Pour chaque tronçon de cours d'eau, la différence entre la largeur cartographiée des zones riveraines et la largeur requise a été définie sur les deux berges. Puis les données ont été extrapolées afin de déterminer la taille des zones riveraines et d'estimer leurs déficits. Les grands fleuves suisses tels que l'Aar, la Reuss, le Rhin, le Rhône, etc. n'ont pas été intégrés dans l'extrapolation car la méthode tient trop peu compte de la complexité des cours d'eau faisant plus de 15 mètres de large. Les données pour la Suisse, le Jura et le

Méthodologie

Plateau proviennent de la publication «Ecomorphologie des cours d'eau suisses»¹³. Les données sur le versant nord des Alpes ont été évaluées conformément aux besoins du MBD.

E13: Qualité des eaux

Evolution de la teneur en substances organiques problématiques et de la température dans les eaux courantes et les eaux stagnantes helvétiques ainsi que de la concentration de nitrates dans la nappe phréatique.

Définition de l'indicateur

La Suisse se caractérise par une grande variété d'eaux courantes et stagnantes. Notre pays possède en outre une importante nappe phréatique. La responsabilité de la Suisse dans la préservation des eaux et des organismes qui les peuplent est donc décisive. Outre la qualité de l'eau, les prélèvements dans les cours d'eau (cf. indicateur E11 «Prélèvements dans les cours d'eau») et l'aménagement des lits et des rives de même que les seuils, les centrales hydrauliques ou encore les barrages (cf. indicateur E12 «Longueur des tronçons de cours d'eau perturbés») jouent un rôle essentiel dans la qualité des cours et des plans d'eau en tant que milieu naturel.

Importance pour la biodiversité

Jusqu'au milieu du XX^e siècle, les eaux usées non épurées étaient rejetées directement dans les eaux de surface, ce qui affectait gravement la qualité de l'eau. A partir de 1957, la Suisse a construit des stations d'épuration, qui ont eu un impact positif sur la qualité des eaux. Les techniques d'épuration modernes ont permis d'améliorer notablement la qualité de l'eau durant les dernières décennies¹⁴.

Les nitrates proviennent principalement des activités agricoles, des eaux usées et de divers processus de combustion (émissions d'oxyde d'azote). Les plantes vasculaires assimilent l'azote essentiellement sous la forme de nitrates (cf. indicateur E6 «Charge en nutriments dans le sol»). Si ceux-ci atteignent la nappe phréatique, cela signifie que le mode d'exploitation n'est pas adapté au site. Les concentrations de nitrates sont encore élevées dans la nappe phréatique, voire trop élevées dans près de 20 % des cas (plus de 25 mg de nitrates par litre). Cela concerne surtout les zones d'agriculture intensive et les régions densément peuplées, comme le Plateau ou les vallées du Jura.

Les phosphates sont interdits dans les lessives depuis 1986. Depuis cette date, les concentrations de phosphore et de phosphates dans les cours d'eau ont fortement reculé. Comme les nitrates, le phosphore et les phosphates proviennent principalement des eaux usées et des activités agricoles. Ce recul est positif car les phosphates sont un nutriment limitant pour les algues et d'autres plantes aquatiques de Suisse. Des concentrations élevées de phosphates peuvent entraîner une croissance importante de la biomasse végétale. Pour décomposer la biomasse morte, les micro-organismes ont besoin d'oxygène, qui ensuite manque aux poissons par exemple. Les produits de la décomposition de la biomasse végétale comprennent en outre des substances cytotoxiques telles que l'ammonium. La carence en oxygène et les produits toxiques de la décomposition peuvent perturber les cours d'eau au point de les rendre inhabitables.

¹³ Zeh Weissmann H., Könitzer C., Bertiller A. 2009: Ecomorphologie des cours d'eau suisses. Etat du lit, des berges et des rives. Résultats des relevés écomorphologiques (avril 2009).Etat de l'environnement n° 0926. Berne, Office fédéral de l'environnement. 100 pages.

¹⁴ Office fédéral de l'environnement 2006: Au fil de l'eau, Magazine Environnement n° 4/2006, page 63.

pour la plupart des organismes aquatiques. Depuis plus de 20 ans, de l'air ou de l'oxygène pur est amené dans les lacs de Sempach, Hallwil et Baldegg afin d'assurer leur survie¹⁵.

L'ammonium a un effet neurotoxique sur certains organismes. Il est donc très nocif, même à faibles concentrations. Par ailleurs, l'ammonium (NH₄⁺) crée un équilibre chimique avec l'ammoniac (NH₃), une substance toxique dangereuse pour les poissons. Cet équilibre dépend en outre de la température de l'eau. Une hausse de cette dernière provoque un déséquilibre en faveur de l'ammoniac, ce qui peut avoir des conséquences considérables sur l'ichtyofaune.

La surfertilisation n'est généralement plus un problème majeur pour la plupart des cours d'eau. Cependant, la qualité de l'eau est encore altérée par les produits phytosanitaires, les additifs contenus dans les carburants et les micropolluants, en particulier dans les petits et moyens cours d'eau du Plateau suisse, où l'agriculture est intensive. Les micropolluants sont les résidus d'innombrables produits d'usage quotidien, par exemple les produits cosmétiques, les médicaments, les hormones, les détergents, les désinfectants et les produits de traitement du bois. Ces substances sont présentes en très faibles concentrations (de quelques nanogrammes à quelques microgrammes par litre) dans les cours d'eau. Certaines d'entre elles peuvent toutefois avoir des effets négatifs sur les écosystèmes aquatiques même à très faibles concentrations.

La hausse de la température de l'eau se répercute non seulement sur la chimie des cours d'eau, mais aussi directement sur la biologie des organismes aquatiques. Une température environnante plus élevée entraîne un accroissement de l'activité et donc des besoins en énergie et en oxygène alors que la concentration d'oxygène dans l'eau diminue. La truite de rivière et l'ombre commun, qui ont besoin d'une eau froide riche en oxygène, sont sensibles à la hausse des températures, notamment dans les cours d'eau plus chauds du Plateau. Le réchauffement des cours d'eau déplace leur habitat vers des altitudes plus hautes¹⁶. A l'inverse, une hausse de la température de l'eau dans les ruisseaux et fleuves froids des Préalpes et des Alpes peut être bénéfique au développement de la truite de rivière puisque ses conditions de vie s'en trouvent améliorées.

La dégradation de la qualité des eaux et l'augmentation de leur température peuvent se refléter dans la composition des biocénoses des macroinvertébrés. Les espèces ayant des exigences écologiques moins importantes (ubiquistes) prédominent sur de vastes tronçons de cours d'eau tandis que les espèces plus spécialisées disparaissent¹⁷.

L'indicateur E13 fait état de la qualité de l'eau dans les cours d'eau, les lacs et les nappes phréatiques et montre comment elle évolue en Suisse en ce qui concerne les nutriments (nitrates et phosphore) et la température. De plus amples informations sur le sujet sont disponibles dans l'Atlas hydrologique de la Suisse. Les valeurs mesurées sont exprimées en milligrammes par litre.

Méthodologie

¹⁵ Spreafico M., Weingartner R. 2005: Hydrologie der Schweiz. Ausgewählte Aspekte und Resultate, rapports de l'OFEG, série Wasser n°7, Office fédéral des eaux et de la géologie, 2005, Berne. 137 pages.

¹⁶ Güttinger H., Hypothèse : Une modification du régime thermique des eaux a entraîné un déclin des populations piscicoles et une baisse des captures de poissons, in Fischnetz 2004. Sur la trace du déclin piscicole. Rapport final, EAWAG/OFEP, Dübendorf, Berne, pages 125-133.

¹⁷ Rey P., Ortlepp J., Koordinierte biologische Untersuchungen am Hochrhein 2000. Makroinvertebraten, Connaissance de l'environnement n°345, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, 2002, Berne. 98 pages.

Les observations sur l'évolution des eaux courantes en Suisse reposent sur les données de 12 stations du réseau de «surveillance nationale continue des cours d'eau suisses» NADUF. Le réseau de mesures NADUF surveille la concentration de certaines substances contenues dans l'eau des principaux cours et plans d'eau depuis 1972. Le réseau NADUF est géré par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), l'Institut de recherches hydrologiques de l'EAWAG et l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL). Les échantillons récoltés sont soumis à une analyse chimique tous les 14 jours. Pour établir l'indicateur E13, on a choisi de considérer à titre représentatif le nitrate et l'orthophosphate en raison des données disponibles pour ces deux substances. Les chiffres fournis indiquent le 90^e centile. Les valeurs sont classées selon les catégories de couleurs du module «Chimie des eaux» du système modulaire gradué mis au point par l'OFEV.

Pour suivre l'évolution de la qualité des eaux des lacs suisses, on évalue les données des stations de mesure cantonales sur six lacs. Au printemps, 2 à 12 échantillons sont prélevés à différentes profondeurs. Pour le phosphore total, c'est la concentration annuelle moyenne qui est indiquée.

Les données relatives aux nappes phréatiques sont recueillies par l'Observatoire national des eaux souterraines NAQUA. Depuis 2002, l'évolution de la qualité des nappes phréatiques est suivie dans près de 550 stations de mesure représentatives réparties sur l'ensemble du territoire suisse. Des échantillons sont prélevés dans les stations de mesure une à quatre fois par an. Les chiffres fournis indiquent les concentrations de nitrates maximales mesurées.

Pour étudier l'évolution de la qualité des eaux du Plateau en ce qui concerne les nutriments, nous avons évalué les données de 57 stations de mesure cantonales. De 1986 à 2005, ces stations ont enregistré des séries de mesures continues pour les substances ammonium, nitrates et orthophosphate. Chaque année, des échantillons sont prélevés 4 à 12 fois ponctuellement ou bien 12 à 365 fois pendant 24 heures. Le 90^e centile est calculé pour chaque période de cinq ans. Les chiffres fournis indiquent les valeurs moyennes avec un intervalle de confiance de 95 %. Les stations de mesure sont situées dans les cantons d'Argovie (5), de Berne (5), de Lucerne (13), de Saint-Gall (1), de Thurgovie (1), de Vaud (6) et de Zurich (26).

Les relevés de température effectués dans les stations servent à calculer les moyennes journalières (courbes de variation établies par l'OFEV). Les températures (moyenne glissante sur cinq ans) sont classées dans trois plages de températures:

- ≥9° C entre le 1^{er} novembre et le 31 mai de l'année suivante (212 jours);
- >19° C entre le 1^{er} juin et le 31 octobre (153 jours);
- >25° C entre le 1^{er} juin et le 31 octobre (153 jours).

Cette classification correspond aux plages de températures qui sont en rapport direct avec la biologie de la truite de rivière (voir ci-dessus).

Les données relatives à la demande biochimique en oxygène (DBO5) sont relevées par l'«Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft» (AWEL) du canton de Zurich. Depuis

2007, les échantillons composés sont relevés hebdomadairement et non plus quotidiennement.

Le système modulaire gradué est un projet conjoint de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) et de l'Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux (EAWAG). L'objectif du projet est d'élaborer des méthodes standardisées d'étude et d'analyse de l'état des cours d'eau suisses. Le module «Chimie des eaux» du système modulaire gradué permet de classer l'état d'un cours d'eau sur une échelle de cinq allant de «très bon» à «mauvais» en fonction des concentrations de différentes substances. Un code de couleur a été attribué à chaque appréciation, le rouge correspondant au classement le moins bon et le bleu au classement le meilleur. Les valeurs situées dans les zones bleue ou verte satisfont aux prescriptions de l'ordonnance sur la protection des eaux dans la mesure où les substances étudiées sont mentionnées dans l'ordonnance.

Tab. 8 > Classement de l'état chimique des cours d'eau selon le module «Chimie des eaux» du système modulaire gradué

Appréciation	Nitrates (mg/l N)	Orthophosphate (mg/l P)	Ammonium (<10° C) (mg/l N)	Phosphore total (mg/l P)	DBO ₅ (mg/l O ₂)
Très bon	<1,5	<0,02	<0,08	<0,035	<2,0
Bon	1,5–5,6	0,02–0,04	0,08–0,4	0,035–0,07	2,0–4,0
Moyen	5,6–8,4	0,04–0,06	0,4–0,6	0,07–0,105	4,0–6,0
Médiocre	8,4–11,2	0,06–0,08	0,6–0,8	0,105–0,14	6,0–8,0
Mauvais	≥11,2	≥0,08	≥0,8	≥0,14	≥8,0

© MBD (indicateur E13). Source: Liechti, 2010.

E15: Morcellement du paysage

Evolution du morcellement du paysage sur les surfaces terrestres en dessous de 2100 mètres d'altitude en Suisse et dans les régions biogéographiques.

Définition

Au cours des 70 dernières années, le développement des infrastructures a produit un morcellement croissant des paysages. Or, plus il y a d'obstacles dans les paysages, plus la liberté de déplacement des animaux est entravée.

Importance pour la biodiversité

Les nouvelles constructions rétrécissent les milieux de vie de la faune et de la flore sauvages car les routes, les chemins de fer, les maisons ou les usines occupent de l'espace (cf. indicateur E2 «Surfaces d'exploitation»). En outre, de nombreux vertébrés ainsi que d'innombrables insectes meurent chaque année sur les routes.

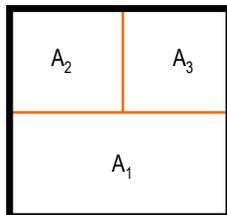
Les infrastructures non seulement privent les plantes et les animaux de leur milieu naturel, mais elles ont également un impact indirect sur le paysage – au travers du bruit, de la lumière, des gaz d'échappement ou de la modification des microclimats. Beaucoup d'espèces animales évitent les constructions humaines, ce qui réduit d'autant plus leur espace vital potentiel. Le morcellement rétrécit donc fortement les espaces de tranquillité de la faune sauvage. Les espèces les plus touchées sont celles qui, comme le lynx, ont besoin de beaucoup d'espace (150 km² en moyenne pour cette espèce).

Le rétrécissement et le morcellement des milieux naturels déciment et isolent les populations d'animaux, ce qui accroît le risque qu'elles disparaissent localement. Dans la plupart des cas, on ignore dans quelle mesure une espèce est perturbée par le rétrécissement et le morcellement de son milieu naturel et de nombreuses espèces faunistiques ne réagissent qu'après un laps de temps considérable.

Les infrastructures empêchent de nombreuses espèces d'animaux de se propager, par exemple en raison de leur réticence à traverser des zones urbaines. Pour les espèces d'animaux qui vivent au sol, les routes peuvent constituer des obstacles infranchissables parce qu'elles sont trop sèches, trop larges, trop fréquentées ou clôturées. Les espèces ayant besoin de beaucoup d'espace sont particulièrement touchées. Les animaux migrateurs sont souvent confrontés à de gros obstacles. Les cerfs rouges se déplacent par exemple sur plusieurs dizaines de kilomètres entre leurs quartiers d'été situés en montagne et les zones plus clémentes où ils passent l'hiver. Les grenouilles et les crapauds peuvent également migrer sur plusieurs kilomètres.

On mesure le morcellement du paysage à son maillage effectif (m_{eff}), qui est calculé au moyen de la formule suivante:

Méthodologie



Surface A_{total}	4 km ²
A_1	2 km ²
$A_2 = A_3$	1 km ²
Largeur de maille effective	1,5 km ²

$$m_{eff} = \frac{1}{A_{total}} (A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + A_4^2 + A_5^2 + \dots + A_n^2)$$

Pour l'exemple ci-dessus, il en résulte:

$$m_{eff} = \frac{1}{4} (2^2 + 1^2 + 1^2) = \frac{4+1+1}{4} = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ km}^2$$

Les données pour 2007 et 2001 sont extraites des cartes nationales au 1:25 000 (VECTOR25). Pour 1980 et 1960, les cartes nationales au 1:100 000 et, pour 1935, les cartes Dufour au 1:100 000, ont été numérisées. Sont considérés comme des barrières les autoroutes, les routes de 1^{re} et 2^e classe, les lignes de chemin de fer, les barrages et les conduites forcées, les zones urbaines et les zones industrielles (y compris les aéroports et les gares). Les frontières sont également considérées comme des barrières, sauf pour les enclaves de Büsingen et de Campione. On a utilisé le procédé de connexion des maillons frontières pour éviter un morcellement artificiel dû aux frontières des régions¹⁸.

¹⁸ Moser B., Jaeger J.A.G., Tapppeiner U., Tasser E., Eiselt B. 2007: Modification of the effective mesh size for measuring landscape fragmentation to solve the boundary problem. – Landscape Ecology 22(3), pages 447–459.

A2 Indicateurs d'état

Z1: Nombre de races de bétail et de variétés de plantes cultivées

Evolution du nombre total de variétés de plantes cultivées et de races d'animaux domestiques reconnues en Suisse. Pour des raisons pratiques (données disponibles), l'indicateur porte actuellement sur un nombre limité de races d'animaux: les bovins, les chèvres, les moutons et les porcs.

Définition de l'indicateur

L'indicateur est calculé d'une part pour l'ensemble des races de rente et, d'autre part, pour chaque espèce animale prise séparément.

On entend par race animale un groupe homogène d'animaux de rente qui se distingue d'autres groupes appartenant à la même espèce grâce à des caractéristiques visibles et définies.

Pour l'indicateur Z1 (comme pour Z2), les animaux de rente sont considérés comme appartenant à une race ou à une espèce lorsqu'ils sont inscrits dans un herd-book tenu par une organisation d'élevage reconnue par la Confédération.

En ce qui concerne les plantes cultivées, l'indicateur est calculé pour l'ensemble des variétés d'une sélection d'espèces considérées comme méritant d'être conservées et faisant l'objet de mesures de conservation dans le cadre du Plan d'action national pour la conservation et l'utilisation durable des ressources phytogénétiques dans l'alimentation et l'agriculture (PAN-RPGAA) de l'OFAG.

La préservation des races de bétail et des variétés de plantes cultivées favorise la diversité génétique des organismes utiles. Cette diversité génétique offre une protection précieuse en cas d'épizooties, de maladies infectieuses et de maladies parasitaires car certaines races ou variétés résistent mieux que d'autres à des maladies déterminées. Cela vaut également pour les variations climatiques: certaines variétés peuvent résister mieux que d'autres aux modifications à des facteurs climatiques.

Importance pour la biodiversité

Les races ou variétés éteintes disparaissent pour toujours (sauf si des gamètes, des semences, des tissus, des plantes ou des parties de plantes ont été conservés). Les effectifs (cf. indicateur Z2) permettent de mesurer le risque d'extinction d'une race ou d'une variété et d'en suivre l'évolution. Autrefois, il n'y avait en Suisse que 18 races de bétail à onglons (quatre races bovines, deux races porcines, quatre races ovines et huit races caprines). Il s'agissait de races suisses officielles, donnant droit à des aides de la Confédération. En ratifiant la Convention sur la diversité biologique (RS 0.451.43; entrée en vigueur en 1995), la Suisse s'est engagée à soutenir la conservation des ressources génétiques. Depuis lors, des programmes spécifiques ont pour but de surveiller et de promouvoir les races de bétail et les variétés de plantes cultivées rares et menacées (originaires de Suisse ou enracinées dans la tradition culturelle). L'accord du GATT de 1995 a facilité l'importation de nouvelles races ou variétés, de sorte que des autorisations spéciales ne sont plus nécessaires pour chaque importation. En outre, l'ordonnance sur l'élevage a été considérablement assouplie en 1999. Désormais, les organisations d'élevage reconnues reçoivent des subventions qui ne sont pas limitées à

un petit nombre de races, mais qui s'étendent à l'ensemble des races élevées. Elles sont ainsi davantage incitées à élever de nouvelles races. De surcroît, les fédérations d'élevage peuvent fixer elles-mêmes leurs buts d'élevage, ce qui entraîne une diversification de l'activité. Peu à peu, les acteurs de la filière ont accepté l'idée que la productivité ne doit pas être le seul critère qui régit l'élevage et la sélection et qu'il fallait tenir compte aussi de la diversité génétique de chaque espèce. Pour ces raisons, il est de nos jours improbable que l'une des races visées par l'indicateur Z1 s'éteigne en Suisse dans la mesure où ses effectifs ne sont pas extrêmement faibles (peu d'individus, races élevées principalement par des amateurs).

Cependant, la diversité génétique ne dépend pas seulement du nombre de races, mais aussi du nombre de reproducteurs qui contribuent à la reproduction de la race. Autrefois, par exemple, chaque village avait son taureau, qui déterminait les caractéristiques du troupeau local. Depuis les années 1980, l'insémination artificielle s'est généralisée et l'éleveur peut commander la semence de n'importe quel taureau. Mais souvent, les paysans préfèrent les mêmes taureaux, c'est-à-dire ceux qui sont considérés comme les meilleurs de leur race. En conséquence, il y a moins de reproducteurs et la diversité génétique décline.

Outre leurs propriétés génétiques, des races ou des variétés peuvent également présenter des particularités écologiques, économiques ou historico-culturelles, comme la vache d'Hérens, dont les combats donnent lieu chaque printemps à un événement socioculturel en Valais.

En ce qui concerne les plantes cultivées, la situation est fondamentalement différente. Le nombre de variétés cultivées dépasse de loin celui des races de bétail. Le travail d'identification, de description et de protection est par conséquent plus important et plus difficile. La Suisse s'est également engagée dans ce domaine en ratifiant le Traité international sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture (RS 0.910.6), qui est entré en vigueur pour notre pays en 2005. La Suisse participe entre autres au développement et à la mise sur pied d'un système d'information mondial sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture.

Les organisations d'élevage qui comptabilisent le cheptel d'une race doivent être reconnues par la Confédération. Le herd-book enregistre l'ascendance, l'identité, les performances, les caractéristiques et le signalement des animaux d'une race ou d'une population d'élevage. L'Office fédéral de l'agriculture (OFAG) recueille et compile ces données chaque année. Les autres fournisseurs de données sont Vache Mère Suisse, Pro Specie Rara et Swissherdbook.

Méthodologie

Pour les variétés de plantes cultivées, les informations sont extraites de la base de données nationale (www.bdn.ch) du Plan d'action national pour la conservation et l'utilisation durable des ressources phytogénétiques dans l'alimentation et l'agriculture (PAN-RPGAA) de l'OFAG, qu'administre la Commission suisse pour la conservation des plantes cultivées (CPC). Sont évaluées les listes positives publiées sur Internet, c'est-à-dire les listes de variétés protégées dans le cadre du PAN-RPGAA (descripteur VARCONSERVSTAT «oui»), dont l'identité a été vérifiée (descripteur VARVALIDITY «oui») et dont des accessions sont détenues dans des collections primaires (descripteur GLOBACCVAR >0).

Z2: Proportion des différentes races de bétail et variétés de plantes cultivées

Evolution des pourcentages des différentes races d’animaux de rente et de variétés de plantes cultivées par rapport aux effectifs totaux ou à la production totale de l’espèce en Suisse.

Définition de l’indicateur

On entend par race animale un groupe homogène d’animaux de rente qui se distingue d’autres groupes appartenant à la même espèce grâce à des caractéristiques visibles et définies.

Pour l’indicateur Z2 (comme pour Z1), les animaux de rente sont considérés comme appartenant à une race ou à une espèce lorsqu’ils sont inscrits dans un herd-book tenu par une organisation d’élevage reconnue par la Confédération.

Plus le nombre de races ou de variétés est élevé, plus la diversité génétique est grande. Plus les effectifs d’une race ou les surfaces de culture d’une variété sont importants, plus la variété est grande à l’intérieur de la race ou de la variété car chaque individu constitue une nouvelle variante génétique, sauf en cas de clonage (multiplication végétative). Les clones sont identiques sur le plan génétique. Les vignes, pommes, poires et autres variétés de plantes utiles ou d’agrément sont la plupart du temps multipliées par clonage. Or, il serait bon pour la biodiversité qu’un maximum de races de rente soient élevées en grand nombre et qu’un maximum de variétés de plantes soient cultivées sur de grandes surfaces, surtout si ce sont des races ou des variétés autochtones. En effet, la diversité génétique est une sorte d’assurance-vie car elle permet à une espèce, une race ou une variété de s’adapter aux modifications de l’environnement. Si les conditions climatiques ou géographiques changent, par exemple, il y a généralement dans une population des individus davantage capables de s’y adapter. Ceux-ci ont ensuite plus de chances de se reproduire et de transmettre leur patrimoine génétique à la génération suivante. L’espèce dans son ensemble peut ainsi s’adapter. Le même mécanisme s’applique en cas d’épizooties, de maladies infectieuses ou de maladies parasitaires. Les organismes clonés, qui ont tous le même bagage génétique, n’ont pas cet avantage.

Importance pour la biodiversité

Pour les animaux de rente et les plantes cultivées, ce processus naturel est plutôt l’exception et la sélection est d’habitude le fait de l’homme, qui agit en fonction de ses besoins (pour la production de lait ou de viande, p. ex.). La plupart des agriculteurs préfèrent les races ou les variétés qui présentent le meilleur rapport coût- rendement et se concentrent donc sur l’élevage d’un petit nombre de races et la culture d’un petit nombre de variétés, qui forment ainsi des populations importantes. A l’inverse, les races et les variétés moins productives sont exploitées tout au plus pour une production de niche ou par intérêt personnel. Leur cheptel ou les surfaces qu’elles occupent sont donc réduits. Il serait toutefois préférable pour la biodiversité que les effectifs des races et des variétés rares soient plus importants. Cela offrirait un plus large choix aux éleveurs et le développement continu de nouvelles espèces et variétés améliorées n’est pas nécessairement mauvais pour la biodiversité. Par exemple, les cépages résistants aux champignons n’ont pas ou peu besoin de fongicides, ce qui est bon pour les autres organismes vivant dans les vignobles.

La situation s’améliore depuis quelque temps. La proportion des races d’animaux de rente par rapport aux effectifs totaux d’une espèce a ainsi commencé à évoluer avant

1999. L'assouplissement des règles d'importation permet depuis 1995 l'élevage à petite échelle de nombreuses races (cf. indicateur Z1). Depuis 1999, la part des différentes races à l'effectif total de leur espèce est restée pratiquement constante. Certes, de nouvelles races apparaissent régulièrement, ce qui accroît la diversité génétique, mais leur part est négligeable. Si les effectifs de certaines races rares augmentent fortement, ils restent toutefois très faibles par rapport au nombre total d'animaux de leur espèce car le cheptel des races principales est cent à mille fois plus important que celui de l'ensemble des autres races. Les races traditionnelles restent bien plus nombreuses.

Parmi les plantes cultivées, la tendance est inégale. Les plantes pluriannuelles, telles que les vignes, les pommiers ou les poiriers, ont une évolution très comparable à celle des animaux de rente. En revanche, les données étudiées par le MBD font apparaître des variations importantes dans les variétés de céréales et de pommes de terre.

La diversité peut aussi diminuer au sein d'une race ou d'une variété. Lorsqu'une race ou une variété est élevée uniquement en vue de favoriser une caractéristique déterminée, la base génétique ne cesse de rétrécir et une partie de la diversité diminue avec le temps. Heureusement, les objectifs d'élevage ou de culture ne cessent de changer car les exigences posées aux animaux de rente et aux plantes cultivées évoluent elles aussi. De nos jours, les éleveurs sont en outre sensibles au problème de la consanguinité et s'efforcent de renouveler régulièrement les populations reproductrices. Depuis que la Confédération a assoupli les normes d'élevage en 1999, une même race est élevée dans des buts différents (production de viande ou de lait, p. ex.), ce qui accroît la diversité génétique.

Cependant, la diversité génétique dépend non seulement du nombre de races ou de l'importance numérique de chaque race, mais aussi du nombre de mâles ou de fécondateurs qui interviennent dans la reproduction de la race ou de la variété. Autrefois par exemple, chaque village avait son taureau, qui déterminait les caractéristiques du troupeau local. Depuis les années 1980, l'insémination artificielle s'est généralisée et l'éleveur peut commander la semence de n'importe quel taureau. Mais souvent, les paysans préfèrent les mêmes taureaux, c'est-à-dire ceux qui sont considérés comme les meilleurs de leur race. Il peut ainsi arriver que, dans une race, une grande partie des animaux aient le même père. Le taureau Pickel (race tachetée rouge, section Red-Holstein) a ainsi produit 30 000 descendants femelles en un peu plus de dix ans. De cette façon, la diversité génétique décline. Les organisations d'élevage indiquent aux éleveurs pour chaque taureau les ascendances qui pourraient causer des problèmes de consanguinité.

Lorsque des races ou des variétés sont menacées, il est particulièrement important de préserver et de favoriser la diversité génétique du cheptel ou de la population végétale. La Confédération soutient notamment des projets qui surveillent l'évolution de la diversité génétique de quatre races de moutons menacées (le mouton de l'Oberland Grison, le mouton de l'Engadine, le roux du Valais et le mouton miroir). Elle encourage des projets similaires en faveur de la vache d'Evolène et de la chèvre bottée.

Les animaux qui ne sont pas inscrits dans un herd-book ont un potentiel génétique parfois plus varié que celui des animaux de pure race inscrits, qui ont été élevés pour présenter des caractéristiques précises. Toutefois, ce potentiel n'est pas exploité car seuls les animaux inscrits dans un herd-book sont utilisés pour l'élevage.

Animaux de rente

Méthodologie

Les organisations d'élevage reconnues par la Confédération tiennent un registre. Le herd-book enregistre ainsi l'ascendance, l'identité, les performances, les caractéristiques et le signalement des animaux d'une race ou d'une population d'élevage. L'Office fédéral de l'agriculture (OFAG) tient une liste des cheptels donnant droit à des contributions.

L'Office fédéral de la statistique (OFS) recense chaque année le nombre total d'animaux de rente. A cet effet, l'OFS prend en compte tous les animaux de rente vivant sur les exploitations agricoles qui satisfont au moins à l'un des critères suivants: 1 hectare de surface agricole utile; 30 ares de cultures spéciales; 10 ares de cultures protégées; 8 truies ou places pour truies; 80 porcs à l'engraissement ou places de porc à l'engraissement; 300 unités de volaille. Les animaux de rente vivant dans des fermes qui ne satisfont pas à l'un de ces critères n'apparaissent dans aucune statistique. Cela est particulièrement fréquent pour les moutons et l'on estime que le nombre total indiqué dans la statistique est inférieur de plusieurs milliers de têtes aux effectifs réels. En revanche, les bovins, les porcs et les chèvres sont en grande majorité recensés.

Variétés de plantes cultivées

L'indicateur Z2 porte sur les espèces de plantes et leurs variétés pour lesquelles on dispose de séries de données fiables pour l'ensemble de la Suisse. En principe, il serait souhaitable de connaître les surfaces sur lesquelles est cultivée chaque variété. Pour les cultures de grande longévité (vergers ou vignes), ces données sont au moins en partie disponibles. L'OFAG recueille chaque année des données pour la statistique des cultures fruitières de la Suisse. La part des cultures non recensées par variété est relativement importante dans les cultures de cerises et de prunes: elle est de 38 % pour les premières et de 31 % pour les secondes (données 2011). Il est difficile de savoir ce que recouvrent ces données, qui pourraient fausser le tableau. C'est pourquoi l'indicateur ne prend actuellement en compte que les pommes et les poires.

Les données concernant les cépages s'appuient sur le recensement de l'OFAG, également annuel, publié dans «L'année viticole» et réalisé à partir des contrôles officiels des vendanges opérés par les cantons.

Pour les pommes de terre et les céréales, il n'existe pas de données issues de relevés directs portant sur les surfaces cultivées par variétés pour l'ensemble de la Suisse. Ce sont donc les données des ventes de plants de pommes de terre et de semences de céréales de l'Association suisse des producteurs de semences (Swisssem) qui sont prises en compte dans l'indicateur Z2. On fait l'hypothèse, sans la vérifier, qu'il existe un degré de corrélation élevé entre les ventes de plants de pommes de terre et de semences de céréales et la superficie des surfaces cultivées car l'achat de semences et, à plus forte raison, de plants de pommes de terre à des fins de stockage ne répondrait à aucune logique. Les semences écoulées par d'autres organisations ne sont pas prises en compte. Cela ne fausse cependant pas l'image globale car un petit nombre de variétés représentent une part importante du total.

Z3: Diversité des espèces en Suisse et dans les régions

Evolution du nombre total des espèces d'une unité taxonomique vivant à l'état sauvage dont la présence en Suisse a été attestée ou établie comme probable pendant au moins neuf des dix dernières années sur la base de méthodes standardisées.

Définition

La définition de l'indicateur Z3 comporte délibérément les restrictions suivantes:

1. L'indicateur se limite à quelques groupes d'espèces pour lesquelles on dispose chaque année de données très fiables concernant leur présence ou leur absence dans une région.
2. L'indicateur ne tient compte que des individus vivant à l'état sauvage. Pour qu'une espèce soit considérée comme vivant à l'état sauvage, elle doit pouvoir se reproduire sans intervention humaine.
3. Le critère de présence ou d'absence au cours de neuf des dix dernières années permet d'écarter les espèces mobiles apparaissant de façon irrégulière, sans donner naissance à des populations ancrées au niveau régional (espèces erratiques ou ne se reproduisant que sporadiquement en Suisse).

Ces dernières années, le nombre d'espèces de vertébrés et d'insectes étudiés est resté relativement stable en Suisse. Il peut varier par exemple lorsque des modifications qui se produisent dans des stations particulières profitent ou nuisent à des espèces rares. Les changements de grande envergure, comme la variation naturelle des aires de répartition ou l'introduction d'espèces, influent également sur le nombre d'espèces. Si la présence d'un grand nombre d'espèces dans une région doit en principe être jugée positive, il ne faut cependant pas que des espèces nouvelles déjà largement répandues refoulent des espèces endémiques moins répandues. Parmi les espèces nouvellement apparues, le ragondin et le guêpier d'Europe ne représentent de ce point de vue aucun danger. La loche d'Asie du Sud-est (*Paramisgurnus dabryanus*) semble elle aussi inoffensive – en tout cas, l'évolution enregistrée jusqu'à présent le suggère. Il pourrait en être autrement du pseudorasbora. Ce petit poisson originaire d'Asie peut, s'il prolifère massivement, devenir un concurrent alimentaire, en particulier pour les alevins indigènes.

Importance pour la biodiversité

Actuellement, plusieurs régions sont recolonisées par des espèces qui en avaient disparu, comme le lynx, le héron cendré, le râle des genêts, la grenouille verte, la huppe, le sanglier ou le loup. Il est évident que la réapparition de grands prédateurs modifie la dynamique prédateurs/proies.

D'autres espèces ont élargi leur aire naturelle de répartition à de nouvelles régions. C'est le cas de la grémille, du roselin cramoisi, du grèbe à cou noir, du milan noir et du fuligule morillon.

En revanche, il n'est pas toujours possible d'empêcher la disparition d'espèces menacées en Suisse. L'extinction d'espèces typiques des sites marécageux autrefois très répandues est un échec amer de la protection de la nature et plus spécialement de la protection des sites marécageux. Ces efforts sont arrivés trop tard pour certaines espèces telles que le courlis cendré.

Ces dernières décennies, le nombre d'espèces à l'échelle régionale a progressé dans de nombreuses régions d'Europe. Cette évolution a plusieurs explications: tout d'abord, les populations d'espèces menacées qui subsistaient ont souvent pu être sauvées grâce à des mesures ciblées de protection de la nature; ensuite, des espèces nouvelles sont apparues dans beaucoup de régions, souvent grâce à l'intervention humaine; enfin, de nombreuses réintroductions ont été couronnées de succès.

Il faut procéder à une série de définitions méthodologiques pour vérifier si une espèce remplit le critère de la présence au cours de neuf des dix dernières années à l'état sauvage:

Méthode

- > Qu'est-ce qui est considéré comme une preuve suffisante de reproduction?
- > Quelles caractéristiques servent à déterminer une espèce?
- > Quels éléments permettent de conclure à une présence les années où il n'y a pas de reproduction attestée?
- > A quelles conditions une espèce est-elle considérée comme absente d'une région?

Des exigences minimales précises sont ainsi définies pour chaque espèce.

Le MBD s'efforce d'obtenir chaque année et dans chaque région une preuve conforme aux définitions adoptées. Les recherches portent sur toutes les espèces des groupes taxonomiques sélectionnés dont la présence a été attestée au moins une fois en Suisse depuis 1988. Pour ce faire, le MBD se repose largement sur les réseaux de signalement existants constitués par des naturalistes amateurs (service d'information de la Station ornithologique de Sempach, karch, CSCF). Enfin, des spécialistes sont également sollicités au cas par cas afin de combler de façon ciblée des lacunes dans les informations (par exemple pour étudier des groupes d'espèces compliqués, comme les petits mammifères, ou pour rechercher des espèces disparues).

Parfois, des données nouvelles montrent que des espèces ont été mal classées au niveau régional. Cela modifie les nombres d'espèces par rapport aux chiffres fournis les années précédentes sans pour autant refléter des progressions ou des reculs. L'évolution des connaissances taxonomiques peut également amener à réviser les nombres d'espèces, sans pour autant modifier les tendances.

Une procédure spéciale a dû être adoptée pour les séries de données de 1900 à 2000: en raison de lacunes, il n'est pas possible de proposer un aperçu régional; seuls les résultats pour l'ensemble de la Suisse sont donc indiqués.

Dans un premier temps, une liste de toutes les espèces pouvant avoir rempli les critères d'occurrence du MBD au moins une fois entre 1900 et 2000 a été établie pour chaque groupe taxonomique. On a ensuite recherché pour chaque espèce les années au cours desquelles elle a rempli les critères de l'indicateur Z3 la concernant ou concernant son groupe. Enfin, les espèces présentes certaines années en Suisse mais jamais pendant neuf ans sur une période de dix années consécutives ont été exclues du calcul de l'indicateur.

Les espèces restantes ont été divisées en différentes catégories (occurrence constante, disparition, apparition, plus d'un changement de statut). Lorsque cela était possible, le statut des espèces rares a été recherché pour chaque année entre 1900 et 2000 afin d'établir à l'année près les possibles changements de statut.

Pour certaines espèces, la littérature spécialisée ou les banques de données disponibles (Station ornithologique, CSCF, MBD) n'ont pas permis de déterminer de manière définitive le statut ou l'époque du changement de statut. Dans ces cas, le MBD a fait réaliser des expertises, dont il a repris les conclusions. Quatre espèces d'oiseaux (marouette poussin, gobe-mouche à collier, martinet pâle, nette rousse), qui ont certainement rempli les critères du MBD par périodes, n'ont jusqu'à présent pas été classées en raison d'un manque de données.

Dans la mesure où les données concernant les différents groupes d'animaux varient fortement, surtout au cours de la première moitié du XX^e siècle, il n'a pas été possible dans la plupart des cas de repérer les changements de statut à l'année près. Nous avons par conséquent travaillé avec des décennies de référence, en procédant de la manière exposée ci-dessous.

Lorsqu'une espèce remplit nouvellement les critères du MBD, elle est classée comme présente à partir de la décennie suivante. Exemple: le guêpier d'Europe niche tous les ans en Suisse depuis 1991. En 1999, il avait été par conséquent présent durant neuf des dix années précédentes et remplissait dès lors la définition de l'occurrence de l'indicateur Z3. Il a donc été classé comme présent à partir de 2000.

De même, lorsqu'une espèce disparaît de Suisse, elle est classée comme disparue à partir de la décennie suivante.

En ce qui concerne les espèces n'ayant rempli les critères du MBD que durant une courte période, l'application des deux premières règles les ferait apparaître et disparaître au cours de la même décennie. Dans ce cas, l'espèce nouvellement apparue est classée comme présente dans la décennie en cours et comme de nouveau absente à partir de la décennie suivante. Cette règle a été appliquée pour le crapaud vert, la bouscarle de cetti et la rémiz penduline.

Les espèces non indigènes sont prises en compte, mais pas les espèces migratrices qui ne se reproduisent qu'exceptionnellement ou pas du tout en Suisse. Cela concerne les espèces d'oiseaux nicheurs de passage ou hivernant en Suisse, l'anguille d'Europe chez les poissons ainsi que de nombreuses espèces de papillons diurnes et quelques espèces de libellules.

Z4: Présence en Suisse des espèces menacées à l'échelle mondiale

Evolution du nombre total des espèces menacées au plan mondial dont la présence en Suisse a été attestée ou établie comme probable pendant au moins neuf des dix dernières années sur la base de méthodes standardisées.

Définition de l'indicateur

La qualification des espèces menacées à l'échelle mondiale est effectuée par l'UICN selon des critères précis, cohérents et reproductibles. Le degré de menace attribué reflète le risque de disparition au niveau mondial selon la communication de l'UICN en date du 26 avril 2010. L'indicateur Z4 prend en outre en considération des espèces d'invertébrés menacées au plan mondial qui sont présentes en Suisse, mais qui n'ont pas encore été classées par l'UICN.

Sont considérées comme menacées au sens de l'indicateur Z4 les espèces d'animaux ou de mousses des catégories EX (extinct = éteint), EW (extinct in the wild = éteint à l'état sauvage), CR (critically endangered = en danger critique d'extinction), EN (endangered = en danger) et VU (vulnerable = vulnérable) ainsi que les espèces de plantes vasculaires des catégories Ex (extinct = éteint), Ex/E (possibly extinct = probablement éteint), E (endangered = en danger), V (vulnerable = vulnérable), R (rare = rare).

Pour des explications concernant le critère de la présence durant neuf des dix dernières années, voir l'indicateur Z3.

L'indicateur met en avant une partie infime mais d'autant plus importante de la biodiversité suisse. Bien que regrettable pour notre pays, la disparition d'espèces non menacées à l'échelle mondiale telles que le pipit rousseline, la loutre ou le goéland cendré (cf. indicateur Z3) pèse peu sur l'effectif global de ces espèces. En revanche, il y a des espèces dont la présence en Suisse est décisive pour leur survie. La disparition en Suisse au cours du siècle passé d'espèces telles que le jaunet (*Salvelinus neocomensis*), le corégone gravenche (*Coregonus hiemalis*) ou la saxifrage du lac de Constance (*Saxifraga oppositifolia* ssp. *amphibia*) a entraîné leur extinction au niveau mondial.

Importance pour la biodiversité

Le fait qu'aucune des 60 espèces menacées à l'échelle mondiale présentes en Suisse n'a disparu au cours des vingt dernières années doit donc être considéré comme très positif. La redécouverte en Valais de la tulipe sauvage (*Tulipa aximensis*), classée comme éteinte à l'échelle mondiale, est un événement extrêmement réjouissant. Plusieurs espèces très importantes à l'échelle mondiale, telles que l'apron (*Zingel asper*), la tulipe de Didier (*Tulipa didieri*) ou le myosotis de Rehsteiner (*Myosotis rehsteineri*), sont présentes mais gravement menacées en Suisse.

Le calcul de l'indicateur Z4 établit une distinction systématique entre les évolutions dues à la dynamique de la propagation des espèces (extinction, repeuplement, nouveau peuplement) et celles dues aux changements intervenus dans le classement de l'UICN. C'est pourquoi lors de chaque actualisation, il est vérifié que l'UICN n'a pas modifié la liste des espèces menacées. L'UICN n'étant pas en mesure de connaître en détail l'aire de répartition de toutes les espèces au moment considéré, le MBD passe en revue toutes les espèces dont la présence a été signalée en Suisse ou dans un pays limitrophe.

Méthodologie

On vérifie pour toutes les espèces passées en revue si elles ont été présentes dans une ou plusieurs des six régions biogéographiques de Suisse pendant au moins neuf ans durant les dix années précédentes. Les informations requises sont fournies par les données brutes de l'indicateur Z3, tout au moins pour une partie des espèces. Les informations concernant les autres espèces sont collectées dans des banques de données floristiques et faunistiques et sont en règle générale complétées par des expertises.

Z5: Bilan du degré de menace

Nombre des espèces dont la menace a baissé d'un degré en Suisse, moins le nombre des espèces dont la menace a augmenté d'un degré. Les espèces dont le degré de menace a augmenté ou diminué de deux (trois) paliers sont comptabilisées deux (trois) fois.

Définition de l'indicateur

Les listes rouges nationales permettent d'évaluer le degré de menace des espèces vivant en Suisse.

Importance pour la biodiversité

Les listes rouges envoient des signaux d'alarme et montrent si les mesures de conservation sont efficaces. Elles ont une portée légale: selon l'article 78, alinéa 4 de la Constitution fédérale du 18 avril 1999 (RS 101), la Suisse s'engage à protéger les espèces menacées d'extinction. Les listes rouges servent à vérifier si la Suisse accomplit ce mandat constitutionnel.

L'indicateur Z5 montre si le nombre d'espèces sur liste rouge et la menace à laquelle elles sont exposées augmentent ou diminuent. La baisse du nombre d'espèces figurant sur les listes rouges constitue une évolution positive pour la biodiversité et une hausse de ce nombre, une évolution négative. Toutefois, il n'est pas possible de comparer directement les listes actuelles avec celles établies avant 2001 car ces dernières n'utilisaient pas encore les nouveaux critères de l'UICN pour classer les espèces. Il faut donc attendre quelques années avant de pouvoir fournir des chiffres exacts sur les variations des degrés de menace. Les données indiquées ici, à l'exception de celles sur les poissons et les cyclostomes et sur les oiseaux nicheurs, ne constituent donc que des valeurs initiales. Elles permettent néanmoins d'identifier déjà certaines tendances.

Les menaces pesant sur les plantes ont empiré. La part des espèces sur liste rouge est passée d'environ un quart en 1991 à près d'un tiers en 2002. Le nombre d'espèces de mousses considérées comme menacées reste à peu près au niveau de 1991. La situation de nombreuses libellules s'est elle aussi aggravée. La disparition de grandes zones humides a entraîné une diminution des effectifs de rousserolles turdoïdes et de locustelles tachetées. D'autres espèces, qui sont attachées à des stations particulières, se raréfient également en raison de la diminution du nombre et de la superficie de ces stations. Les espèces présentes surtout dans ces milieux naturels sont donc plus nombreuses sur les listes rouges. Mais les nouvelles listes comprennent de plus en plus d'espèces vivant dans les paysages ordinaires. Ainsi, le nombre d'alouettes des champs et de bruants proyers – espèces typiques des zones agricoles – a fortement baissé ces dix dernières années, ce qui laisse penser que l'agriculture continue d'exercer une pression élevée sur la biodiversité.

Toutefois, la menace pesant sur les espèces indigènes n'est pas toujours le résultat d'une évolution négative. Ainsi, le guêpier d'Europe est considéré comme en danger parce qu'il ne niche en Suisse que depuis quelques années et que ses effectifs sont faibles.

En ce qui concerne les orthoptères, les résultats sont contrastés par rapport aux classements de 1994¹⁹. En raison de l'amélioration des connaissances concernant ce groupe d'espèces en Suisse, certaines ont pu être rayées de la liste rouge. A contrario, la situation de quelques espèces fortement menacées s'est encore dégradée.

Les catégories de menace des listes rouges se basent sur les critères de l'UICN de 2001 (version 3.1). La classification s'effectue en deux étapes. Les espèces sont d'abord classées selon des critères mondiaux, comme si la population suisse était la population mondiale. Ensuite, on évalue si le risque que des espèces disparaissent en Suisse augmente ou diminue sous l'influence de populations extérieures. Les espèces sont alors classées dans une catégorie de menace plus élevée ou plus basse ou restent dans la même catégorie.

Méthodologie

La méthode de classification dans les différentes catégories de menace est adaptée en fonction des connaissances dont nous disposons sur les espèces et, dans certains cas, en fonction des relevés sur le terrain effectués pour chaque groupe d'espèces.

Les données actuelles – à l'exception de celles sur les oiseaux nicheurs et sur les poissons et les cyclostomes – ne fournissent qu'une image instantanée de la situation. En raison des différences de taxonomie chez les poissons et les cyclostomes (voir plus haut), seules les données concernant les oiseaux nicheurs peuvent actuellement être utilisées pour calculer des variations.

Les variations sont calculées sur la base des modifications apportées à l'intérieur des catégories de listes rouges. Si une espèce sur liste rouge passe à un niveau supérieur, par ex. de VU (vulnérable) à EN (en danger), elle compte pour un point. Si une espèce est déplacée de deux catégories, p.ex. de CR (au bord de l'extinction) à VU, elle compte double. Les passages de VU à NT (potentiellement menacé) ou LC (non menacé) ou inversement comptent simple. Les passages à un niveau supérieur ou inférieur entre les catégories NT et LC, qui sont hors listes rouges, ne sont pas pris en compte. Les espèces classées pour la première fois en liste rouge sont considérées comme provenant du niveau RE (éteint en Suisse) pour le calcul des variations.

Les espèces dont le statut taxonomique a changé entre deux éditions de la liste rouge ne sont pas prises en compte. Actuellement, cela concerne uniquement le goéland leucopnée (*Larus michahellis*), qui n'était auparavant pas distingué du goéland argenté (*Larus argentatus*).

L'Indice Liste Rouge est calculé selon Butchart et al. (2007)²⁰. Ne sont pas prises en compte les espèces déjà éteintes lors de la première évaluation (RE et EX) ou celles pour lesquelles les données sont insuffisantes (DD). Le nombre d'espèces d'une même catégorie est multiplié par le coefficient de pondération de la catégorie, les produits ainsi obtenus sont additionnés puis divisés par la valeur maximale possible (toutes les espèces N sont éteintes, N*5) puis déduits de 1. La pondération progresse linéairement de EX/RE=5 à LC=0.

¹⁹ Nadig A., Thorens P. 1994. Liste rouge des orthoptères menacés de Suisse. In: P. Duelli (éd.), Listes rouges des espèces animales menacées de Suisse, pages 66–68. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), Berne.

²⁰ Butchart S.M., Akçakaya H.R., Chanson J., Baillie J.E.M., Collen B., Quader S., Turner W.R., Amin R., Stuart S.N. Hilton-Taylor C. 2007. Improvements to the Red List Index. PLoS ONE 2(1): e140. Doi 10.1371/journal.pone.0000140.

Définitions des catégories de menace:

www.bafu.admin.ch/biodiversitaet/10372/10393/index.html?lang=fr

Z6: Effectifs d'espèces menacées

Evolution des effectifs d'une sélection d'espèces menacées ou potentiellement menacées en Suisse, en Europe ou dans le monde.

Définition de l'indicateur

Des inventaires annuels étant généralement effectués, l'indicateur peut être mis à jour chaque année.

Dans des cas exceptionnels uniquement, on pourra se contenter de comparer l'importance des populations à des intervalles de temps supérieurs à un an (p. ex. nombre de carrés d'un hectare effectivement occupés par des plantes pluriannuelles). La taille effective des populations est préférable aux autres indicateurs (p. ex. superficie occupée par la population considérée, nombre de populations isolées distinctes).

Pour établir l'indicateur Z6, on sélectionne en premier lieu des espèces menacées dans le monde ou en Europe. En deuxième lieu, on s'intéresse aux espèces pour la conservation desquelles la Suisse assume une responsabilité particulière ainsi qu'aux espèces menacées en Suisse.

Selon les critères appliqués internationalement, des espèces végétales et animales sont dites en danger critique d'extinction lorsque les meilleures données disponibles indiquent qu'elles sont exposées à un risque extrêmement élevé de disparition à l'état sauvage dans un avenir immédiat (UICN 2004). Lorsque la dernière population disparaît d'un territoire donné, la diversité des espèces s'y appauvrit. C'est pourquoi le groupe des espèces menacées est particulièrement important pour la biodiversité en Suisse (voir aussi l'indicateur Z3).

Importance pour la biodiversité

L'indicateur Z6 est axé sur quelques espèces menacées ou potentiellement menacées et sur l'évolution de leurs effectifs. Cela requiert des séries de données propres aux espèces en question. A la différence des indicateurs Z7 et Z9, l'indicateur Z6 repose sur des estimations, en principe annuelles, de la taille des effectifs (abondance) provenant de programmes de recensement d'espèces menés par des organisations tierces. Etant donné les difficultés méthodologiques et la complexité de ces estimations, nous ne disposons de séries de données que pour très peu d'espèces de la flore et de la faune suisses.

Les exemples retenus pour l'indicateur montrent que les espèces menacées peuvent évoluer de différentes manières: toutes les espèces classées comme menacées ne voient pas leurs effectifs diminuer; certaines restent stables voire progressent.

Il est crucial de comprendre les facteurs qui influent sur l'évolution des effectifs. En effet, la variation des populations de certaines espèces a souvent les mêmes causes que l'augmentation ou la diminution de la biodiversité dans son ensemble. Bien que la diversité des espèces dans son ensemble soit moins sensible aux facteurs environnementaux que certaines espèces prises individuellement, des variations rapides ne sont

pas à exclure, du moins à l'échelle de surfaces de la taille d'un are, d'un hectare ou d'un kilomètre carré. Au-delà des tendances à long terme, la biodiversité – comme certaines espèces – subit aussi des variations permanentes, avec des reculs passagers ou des progressions rapides.

Les espèces prises en exemple pour l'indicateur Z6 suggèrent que ces phénomènes peuvent avoir une vaste gamme d'explications. De très nombreuses espèces sont sensibles aux modifications des milieux naturels qu'elles privilégient. Or, ces modifications ont de multiples causes: changement de type d'exploitation, changement climatique, interactions avec d'autres espèces, mais aussi mesures de promotion prises dans le cadre de programmes de conservation d'espèces. La modification d'un milieu naturel est souvent le résultat d'une combinaison complexe de plusieurs facteurs, d'où la difficulté d'expliquer la biodiversité observée sur un territoire donné ou d'en prévoir l'évolution.

Pour l'indicateur Z6, le MBD utilise exclusivement les données de tiers. Les espèces retenues sont celles pour lesquelles les effectifs sont déjà recensés dans des projets de recherche, des suivis, des programmes de protection, des inventaires, etc. Les sources de données sont donc variées (voir les sources et la description des espèces plus haut).

Méthodologie

Pour qu'une espèce soit prise en compte dans l'indicateur Z6, il faut que les données disponibles à son sujet satisfassent aux critères suivants:

- > Elles sont représentatives des effectifs en Suisse.
- > Elles sont actuelles (la dernière estimation ne doit normalement pas dater de plus de cinq ans).
- > Les données revêtent de préférence la forme de séries; dans des cas clairs, on peut se contenter de points de comparaison à intervalles de dix ans.
- > Presque toutes les grandeurs quantifiables sont envisageables pour rendre compte des effectifs (taille de la population, nombre de populations, surfaces occupées, sections de rive, etc.).

Les espèces sont choisies selon l'ordre de priorité suivant:

- > espèces menacées dans le monde selon la liste rouge de l'UICN (état 2005);
- > espèces menacées en Europe;
- > espèces pour lesquelles la Suisse assume une responsabilité particulière;
- > espèces en danger ou en danger critique d'extinction en Suisse (critères EN et CR de l'UICN)*;
- > espèces vulnérables en Suisse (critère VU de l'UICN)²¹;
- > espèces emblématiques ayant une grande importance pour l'opinion publique et le monde politique (cas isolés).

Le principal problème consiste surtout à trouver des espèces dont les effectifs sont mesurés régulièrement et de manière représentative pour toute la Suisse. Cela explique la prépondérance des oiseaux nicheurs dans l'indicateur.

²¹ De nombreux groupes d'espèces ne font pas encore l'objet de listes rouges suisses établies selon les critères 2001 de l'UICN. Dans ces cas, les listes rouges existantes ont été utilisées (espèces «en danger critique d'extinction» et «en danger»).

Z7: Diversité des espèces dans les paysages

Evolution de la diversité d'une sélection de groupes d'espèces sur des surfaces d'échantillonnage de 1 km².

Définition de l'indicateur

Les surfaces d'échantillonnage font 1 km² pour tous les groupes d'espèces étudiés. Les peuplements sont inventoriés selon des méthodes standardisées. Le réseau d'échantillonnage forme une grille régulière couvrant toute la Suisse à partir d'un point choisi aléatoirement. Afin de pouvoir faire des constats concernant des régions de petite taille, des surfaces supplémentaires ont été définies dans les régions du Jura et du Sud des Alpes. Au total, le réseau d'échantillonnage compte 519 surfaces. Près de 30 surfaces – principalement en haute montagne – sont trop inaccessibles pour être étudiées. Les spécialistes du MBD n'ont pas non plus étudié les surfaces entièrement couvertes par des glaciers ou par des lacs. Ces surfaces d'échantillonnage sont néanmoins prises en compte dans l'évaluation comme n'abritant par définition aucune espèce.

L'indicateur Z7 est calculé pour l'ensemble de la Suisse, mais aussi pour les principales régions biogéographiques. Il est également possible de dresser des constats distincts pour les zones de haute altitude (au-dessus de la limite des arbres) ainsi que pour d'autres portions étendues du territoire. Jusqu'à présent, les relevés concernent les plantes vasculaires (depuis 2001), les oiseaux nicheurs (2001) et les papillons diurnes (2003).

Etant donné la taille importante des surfaces d'échantillonnage de l'indicateur Z7 (1 km²), des facteurs variés influent sur la diversité des espèces étudiées. Le schéma de répartition biogéographique ainsi que certains facteurs physiques, comme la géologie, le relief et le climat, déterminent le potentiel naturel. Les régions des versants nord et sud des Alpes présentent par nature un potentiel important. Les grandes variations d'altitude et le relief marqué de ces régions offrent une grande diversité de milieux naturels et donc d'espèces. Il n'est pas étonnant que les plus grands nombres d'espèces de plantes vasculaires et de papillons diurnes aient été trouvés sur les surfaces étudiées sur les versants nord et sud des Alpes.

Importance de l'indicateur pour la biodiversité

Plus l'influence de l'homme est grande, plus la diversité des espèces est fonction de la nature et de l'intensité de l'exploitation du sol par l'homme. C'est ce que montrent les valeurs relevées dans le Jura et sur le Plateau suisse: le nombre maximal d'espèces répertoriées est presque identique dans ces deux régions, ce qui indique que leur potentiel naturel est comparable, mais le nombre moyen d'espèces répertoriées est plus élevé dans le Jura que sur le Plateau suisse. En ce qui concerne les papillons diurnes, les différences sont telles que même les surfaces d'échantillonnage du Jura les plus pauvres en espèces en abritent à peu près autant que les surfaces d'échantillonnage du Plateau suisse présentant une diversité spécifique moyenne. Ces chiffres démontrent que l'exploitation intensive du Plateau a déjà provoqué la disparition de nombreux milieux naturels précieux et donc des espèces animales et végétales qui en étaient tributaires.

La diversité des espèces dans les paysages dépend de la diversité et de la qualité des milieux naturels: plus les milieux naturels sont variés (prairies, forêts, champs), plus

nombreuses sont les espèces qui y trouvent un habitat adapté. La qualité des milieux naturels joue aussi un rôle essentiel. Il est ainsi important de noter si une surface étudiée abrite seulement des prairies riches ou aussi des prairies maigres. Les animaux et les plantes ne sont pas les seuls à apprécier les paysages variés et richement structurés. C'est le cas aussi des êtres humains, pour des raisons esthétiques. Il est donc souhaitable, en règle générale, que les valeurs de l'indicateur Z7 soient élevées ou augmentent.

Les surfaces d'échantillonnage présentant une faible diversité d'espèces se distinguent principalement des surfaces présentant une grande diversité d'espèces par l'absence de types de milieux naturels moyennement fréquents, comme les prairies maigres. Lorsque ce type de milieux fait défaut, les espèces qui les caractérisent, telles que la sauge des prés (*Salvia pratensis*) ou le demi-deuil (*Melanargia galathea*), ne trouvent plus d'habitat. Les espèces abondantes ayant une aire de répartition étendues sont présentes sur presque toutes les surfaces d'échantillonnage de l'indicateur et influent donc peu sur sa valeur. Les espèces très rares ayant une aire de répartition restreinte ont également peu d'impact sur la valeur de l'indicateur car elles ne sont présentes que très rarement et aléatoirement sur les surfaces étudiées.

Etant donné que l'indicateur Z7 enregistre les variations de la diversité des espèces, il est sensible aux changements dans les modes d'exploitation mais aussi aux catastrophes naturelles, comme l'ouragan Lothar ou la canicule de l'été 2003.

Le nombre d'espèces rencontrées ne suffit pas pour évaluer le développement de la biodiversité. Il faut aussi étudier les différences dans la composition des biocénoses. C'est l'objet de l'indicateur Z12 «Diversité des biocénoses».

Les experts du MBD ont développé pour chaque groupe d'espèces une méthode de relevé offrant un bon rapport coût-utilité et fournissant des résultats qui sont facilement reproductibles et les plus représentatifs possible du kilomètre carré étudié. Les peuplements de plantes vasculaires et de papillons diurnes sont répertoriés sur un transect de 2,5 km de long, lequel suit autant que possible les chemins existants. Le tracé des transects, le nombre de passages effectués (selon l'altitude, une à deux excursions pour les plantes vasculaires et quatre à sept excursions pour les papillons diurnes) et les intervalles de temps entre les passages sont fixés précisément pour chaque surface d'échantillonnage. Lorsqu'il n'y a pas de chemin, le tracé du transect est signalisé sur le terrain et reporté sur un plan. Toutes les espèces rencontrées sont saisies informatiquement sur le terrain. Avec un niveau de saisie constant sur des transects standardisés, on peut mettre en évidence des variations même sans trouver toutes les espèces présentes sur les surfaces de 1 km². La méthode a prouvé son efficacité dès les premières années de fonctionnement. Ainsi, sur les quelque 200 espèces de papillons diurnes prises en considération dans le MBD, 189 ont été répertoriées au moins une fois sur les transects alors que le MBD ne couvre que 0,3 pour mille du territoire suisse. Ce résultat est à la fois surprenant et réjouissant: la plupart des espèces sont manifestement encore assez répandues pour qu'il ne soit pas nécessaire de recourir à des méthodes de recherche spécifiques pour établir leur présence. L'échantillonnage régulier de la Suisse réalisé dans le cadre du MBD a permis de faire pour la première fois des relevés dans des zones isolées rarement visitées par des naturalistes bénévoles.

Methodologie

La grille d'échantillonnage rigide oblige les collaborateurs à rechercher des papillons diurnes même dans des zones présumées pauvres en espèces. Une espèce est apparemment passée longtemps entre les mailles du filet: le nacré noirâtre (*Boloria thore*). Jusqu'à présent classée comme rare et en danger, cette espèce a été observée sur 7 % des surfaces alpines étudiées par le MBD. Grâce à leur représentativité, les données du MBD permettent parfaitement de constater la fréquence des espèces à chaque relevé et son évolution au cours du temps. Les données du MBD sur les papillons diurnes sont par conséquent un élément important pour estimer le degré de menace des espèces sur liste rouge.

A la différence des plantes vasculaires et des papillons diurnes, les oiseaux nicheurs sont inventoriés non pas sur un transect, mais sur l'ensemble des surfaces d'échantillonnage de 1 km². On déroge à ce principe uniquement pour les zones inaccessibles. Dans ce cas, les zones non étudiées sont reportées sur une carte. Les surfaces d'échantillonnage sont parcourues le matin dans une fenêtre temporelle déterminée, deux à trois fois selon l'altitude. La méthode et les relevés sont coordonnés avec le programme de monitoring des oiseaux nicheurs répandus de la Station ornithologique de Sempach.

Le Bureau de coordination du MBD contrôle en permanence la qualité des relevés et de l'évaluation des données brutes. Entre autres mesures, environ 10 % des surfaces sont étudiées à double à des fins de contrôle de qualité. La comparaison des résultats permet de déterminer précisément la fiabilité et par conséquent la valeur informative des données recueillies.

Z8: Effectifs d'espèces largement répandues

Evolution de la fréquence dans les surfaces de quadrillage d'une sélection d'espèces abondantes ou ayant une aire de répartition étendue.

Définition de l'indicateur

Les espèces communes jouent un rôle écologique important car elles représentent la plus grande partie de la biomasse vivante et constituent une source de nourriture abondante pour d'autres organismes. Elles apportent une contribution majeure aux services écosystémiques. Les espèces communes façonnent leur milieu naturel, voire des paysages entiers²². Les espèces de plantes les plus abondantes donnent un aspect caractéristique à leur milieu naturel. Certaines graminées ou herbacées, par exemple, confèrent aux prairies grasses leur structure typique.

Importance pour la biodiversité

Les espèces communes colonisent en général des milieux naturels faisant partie du paysage ordinaire ou bien il s'agit d'espèces peu exigeantes pouvant tirer parti de divers milieux naturels. Des changements dans la fréquence des espèces communes sont le signe d'une transformation des paysages. L'adoption de nouvelles méthodes d'exploitation des prairies peut bouleverser la structure des espèces et l'aspect des paysages ruraux. Parmi les facteurs importants, on peut citer l'épandage de lisier, la période de fauche, l'importance du cheptel ou l'assolement. Les surfaces de promotion de la biodiversité peuvent également avoir un effet sur la diversité des espèces.

²² Gaston K.J., Fuller R.A. 2008: Commonness, population depletion and conservation biology. Trends in Ecology & Evolution 23, pages 14-19.

L'évolution des petits effectifs d'espèces rares ou menacées dépend souvent fortement des aléas météorologiques ou du succès de la reproduction durant une année. Les effectifs des espèces communes sont en revanche robustes et réagissent plutôt lentement. C'est pourquoi ces espèces sont un indicateur fiable de la transformation du paysage ordinaire. Mais jusqu'à présent, les espèces communes, hormis les oiseaux et les arbres forestiers, étaient à peine surveillées. Le MDB comble cette lacune en ce qui concerne les plantes vasculaires, les papillons, les mollusques et les mousses.

La multiplication et la propagation d'espèces communes au détriment d'espèces plus rares sont négatives du point de vue de la biodiversité car elles banalisent et uniformisent les biocénoses dans les milieux naturels. L'indicateur Z12 «Diversité des biocénoses» montre comment les biocénoses évoluent en Suisse.

L'indicateur Z8 se base sur les données des indicateurs Z7 «Diversité des espèces dans les paysages» et Z9 «Diversité des espèces dans les habitats». La présence ou l'absence des espèces sous revue sur les surfaces d'échantillonnage de ces deux indicateurs permet de calculer leur fréquence.

Methodologie

Le MBD calcule pour chaque espèce recensée la manière dont sa fréquence évolue d'échantillonnage en échantillonnage. Ne sont considérés comme progression ou régression que les changements significatifs ($0 \leq p < 0,05$). La signification statistique est déterminée à l'aide du test de McNemar et les intervalles de confiance avec le test de Wald ajusté.

Z9: Diversité des espèces dans les habitats

Evolution de la diversité moyenne d'une sélection de groupes d'espèces sur de petites surfaces aux dimensions standardisées.

Définition de l'indicateur

L'indicateur Z9 mesure la diversité des plantes vasculaires, des mousses et des mollusques sur des surfaces de 10 m². Il est calculé pour différentes catégories d'utilisation du sol dans toute la Suisse. Il fournit également des informations sur la forêt ainsi que les prairies et les pâturages à différents étages altitudinaux.

Pour l'indicateur Z9-Insectes aquatiques, la diversité des éphéméroptères, des plécoptères et des trichoptères est mesurée dans des sections de cours d'eau. La longueur des sections étudiées est définie en fonction de leur largeur.

Les efforts de protection de la nature ne doivent pas se cantonner à des zones spéciales telles que les aires protégées. L'objectif doit être de promouvoir sur l'ensemble du territoire une diversité biologique aussi grande que possible et adaptée aux écosystèmes. L'indicateur Z9 montre comment évolue la biodiversité dans nos paysages quotidiens, c'est-à-dire dans les prairies, champs, forêts et cours d'eaux ordinaires de Suisse.

Importance de l'indicateur pour la biodiversité

L'indicateur Z9 repose sur les relevés des plantes vasculaires, des mousses, des mollusques et des insectes aquatiques. S'il est évident que ces quatre groupes d'espèces ne reflètent pas en totalité l'évolution de la biodiversité, des grands vertébrés aux micro-

organismes, elles permettent néanmoins de dégager des tendances de fond car elles sont sensibles aux principaux facteurs environnementaux, ce qui les qualifie pour rentrer dans la composition de l'indicateur.

L'indicateur Z9 fournit déjà des résultats intéressants. Il montre par exemple que la diversité des espèces de plantes vasculaires dans les prairies de plaine est largement inférieure à la moyenne suisse bien que le potentiel écologique des prairies soit au moins aussi important sur le Plateau qu'à l'étage montagnard. La cause de ce déficit est à rechercher dans l'exploitation intensive des surfaces herbagères. A l'inverse, les données de l'indicateur Z9 montrent une diversité impressionnante de plantes vasculaires et de mousses dans les étages supérieurs, où l'exploitation est plus extensive et a donc une influence bien plus favorable.

Il en va différemment de la diversité des mollusques, qui diminue avec l'altitude. Il ne s'agit cependant pas d'une conséquence de l'intensité de l'exploitation, mais d'un phénomène écologique: les mollusques vivent par nature plus rarement en altitude.

Malgré ces premières tendances qui se dégagent, l'évolution de la diversité des espèces dans les différents milieux naturels et étages altitudinaux ne pourra être analysée avec précision que dans quelques années. Les premières données traduisent un accroissement de la diversité des espèces dans tous les groupes d'espèces et dans plusieurs milieux naturels. Les futures analyses indiqueront dans quelle mesure l'exploitation actuelle et le changement climatique se répercutent sur la diversité des espèces dans les différents milieux.

L'indicateur permettra notamment de savoir dans quelle mesure l'exploitation sylvicole et agricole de notre pays est durable. Les programmes écologiques menés dans l'agriculture laissent par exemple augurer une augmentation de la biodiversité (voir l'art. 76 de la loi sur l'agriculture [RS 910.1] ou l'ordonnance sur les paiements directs [RS 910.13]). Dans quelques années, nous pourrions vérifier cette hypothèse ainsi que les effets de la nouvelle politique forestière.

En ce qui concerne les insectes aquatiques, il est encore trop tôt pour présenter des conclusions probantes car les relevés ont eu lieu sur une partie seulement des surfaces d'échantillonnage.

Les relevés de terrain pour l'indicateur Z9 sont effectués depuis 2001. Le recensement des insectes aquatiques n'a commencé qu'en 2010. Les spécialistes du MBD répertorient les plantes vasculaires, les mousses et les mollusques (escargots) sur de nombreuses surfaces d'échantillonnage réparties sur l'ensemble du territoire. Il s'agit de surfaces circulaires de 10 m². L'ensemble des surfaces d'échantillonnage forme un réseau régulier à partir d'un point choisi aléatoirement. Il compte près de 1650 surfaces, dont une centaine – principalement en haute montagne – sont trop inaccessibles pour être étudiées.

Les experts du MBD ont développé pour chacun des trois groupes d'espèces une méthode de relevé fournissant des résultats reproductibles (voir le film sur le site du MBD: www.biodiversitymonitoring.ch/fr/toile-de-fond/film.html).

Méthodologie

En plus du recensement des espèces présentes, les collaborateurs de terrain du MBD consignent les types de milieu naturel et d'exploitation du sol. Les surfaces d'échantillonnage étant réduites, elles doivent être repérées avec une grande précision: les collaborateurs de terrain déterminent l'emplacement des surfaces au moyen d'un appareil GPS puis ils enfouissent un aimant en leur centre et notent des points de repère bien visibles, qu'ils consignent dans le procès-verbal de repérage.

Le nombre de passages (pour les relevés de plantes, une à deux excursions annuelles selon l'altitude) et les intervalles temporels prévus sont fixés avec précision pour chaque surface. Toutes les espèces de plantes vasculaires observées sur les surfaces d'échantillonnage sont enregistrées informatiquement sur le terrain.

Au printemps, les surfaces sont en outre systématiquement examinées pour détecter la présence de mousses. Des échantillons de chaque espèce sont prélevés pour être identifiés en laboratoire.

La diversité des mollusques est établie à l'aide d'une méthode spéciale: les collaborateurs de terrain effectuent huit prélèvements de sol sur le pourtour de la surface d'échantillonnage. Les prélèvements sont envoyés en laboratoire, où des spécialistes en extraient les coquilles pour identifier les espèces au microscope.

La diversité des insectes aquatiques est déterminée en prélevant, à l'aide d'un filet à insectes, des larves vivantes d'éphéméroptères, de plécoptères et de trichoptères. La longueur des sections de cours d'eau correspond à dix fois leur largeur. En 2010, elle mesurait en moyenne 29 mètres. Des spécialistes déterminent en laboratoire à quelles espèces appartiennent les larves d'insectes prélevées.

Le Bureau de coordination du MBD contrôle en permanence la qualité des relevés et de l'évaluation des données brutes. Environ 10 % des surfaces d'échantillonnage sont examinés à double à des fins de contrôle de qualité. La comparaison des résultats permet de déterminer précisément la fiabilité et par conséquent la valeur informative des données recueillies.

Z10: Etendue des biotopes de valeur

Evolution de l'étendue des biotopes de valeur selon les articles 18 et 21 de la loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN) et revêtant une importance nationale conformément aux définitions des inventaires fédéraux des biotopes (art. 18a LPN).

Définition de l'indicateur

Critères d'admission dans la catégorie «d'importance nationale» conformément aux inventaires des biotopes

Zones alluviales

- > Une zone alluviale associée à un milieu aquatique naturel ou proche du naturel est d'importance nationale si:
 - elle a une superficie de 2 hectares au moins;

- elle abrite sur cette superficie minimale une végétation alluviale typique intacte ou des communautés de substitution qui se développent et se régénèrent de manière proche du naturel;
- elle est en contact direct avec le milieu aquatique associé et elle en subit l'influence (eaux souterraines, inondation).
- > Une zone alluviale séparée artificiellement de son milieu aquatique a une importance nationale si:
 - sa superficie est de 5 hectares au moins;
 - elle dispose d'un autre point de contact (nappe phréatique, écoulement, etc.);
 - elle abrite sur sa superficie minimale une végétation alluviale typique.
- > Pour être reconnues d'importance nationale, les marges proglaciaires et les plaines alluviales alpines (à une altitude supérieure à 1800 mètres) doivent remplir les conditions suivantes:
 - la zone alluviale présente des caractéristiques fluvio-glaciaires ou fluviales sur une superficie de 2500 m² au minimum;
 - elle rentre dans la catégorie «d'importance nationale» sur la base de l'évaluation partielle selon des critères géomorphologiques et biologiques primaires et secondaires;
 - elle n'est ni endommagée ni excessivement polluée.

Hauts-marais et marais de transition

Une surface de hauts-marais se reconnaît à la présence de sphaignes et de plantes vasculaires caractéristiques. Pour être considérée comme d'importance nationale, la surface en question doit mesurer au moins 625 m² d'un seul tenant.

Bas-marais

Un bas-marais d'importance nationale occupe une superficie minimale d'un hectare et abrite une végétation typique, qui comprend sept unités de végétation définies à partir d'espèces caractéristiques: *Phragmition*, *Magnocaricion*, *Scheuchzerietalia*, *Calthion* et *Filipendulion*, *Molinion*, *Caricion davallianae*, *Caricion nigrae*.

Prairies et pâturages secs

Pour évaluer si les objets revêtent une importance nationale, on applique entre autres les critères de rareté, de vulnérabilité et de représentativité des types de végétation, associés au degré de mise en réseau, aux éléments structurels ainsi qu'à d'autres éléments (détails dans le Cahier de l'environnement n° 325: Cartographie et évaluation des prairies et pâturages secs d'importance nationale. Rapport technique, OFEFP Berne 2001).

Dates d'entrée en vigueur

- > Hauts-marais et marais de transition:
 - 1^{er} février 1991 (chronologie et modifications à l'adresse www.admin.ch/ch/f/rs/c451_32.html)
- > Bas-marais:
 - 1^{er} octobre 1994 (chronologie et modifications à l'adresse www.admin.ch/ch/f/rs/c451_33.html)

- > Zones alluviales:
15 novembre 1992 (chronologie et modifications à l'adresse www.admin.ch/ch/f/rs/c451_31.html)
- > Prairies et pâturages secs:
1^{er} février 2010 (chronologie et modifications à l'adresse www.admin.ch/ch/f/rs/c451_37.html).

Un biotope est considéré présentant une valeur s'il est unique, typique ou rare. La survie de nombreuses espèces animales et végétales dépend de ces milieux naturels particuliers. La protection des biotopes est l'une des conditions nécessaires pour préserver à long terme la diversité des espèces en Suisse.

Importance pour la biodiversité

L'indicateur Z10 ne comprend pour le moment que les surfaces prises en compte dans les inventaires fédéraux des zones alluviales, des bas-marais, des hauts-marais ainsi que des prairies et pâturages secs. Les ordonnances fédérales correspondantes précisent que ces milieux naturels doivent permettre de maintenir et développer la faune et la flore indigènes ainsi que leurs fondements écologiques.

Pour survivre durablement et se développer, les biotopes de valeur doivent être suffisamment étendus. Cette condition est d'autant plus importante que la diminution de la superficie et de la qualité des milieux naturels de valeur est souvent une cause décisive de la baisse des effectifs d'une partie des espèces. Bon nombre d'espèces figurant sur des listes rouges sont présentes exclusivement dans un petit nombre de biotopes qui, aujourd'hui, sont réduits à l'état de stations particulières dans le paysage rural. Si les derniers vestiges de ces stations particulières venaient à disparaître, les espèces qui les caractérisent n'auraient plus d'habitat. C'est ainsi que le courlis cendré et la bécassine, qui ont besoin de grandes étendues humides, ne nichent plus régulièrement en Suisse.

A l'heure actuelle, l'indicateur Z10 porte sur une partie seulement de l'étendue totale des biotopes de valeur en Suisse. Il y a à cela deux explications:

D'une part, l'indicateur Z10 n'inclut que les surfaces recensées dans un inventaire fédéral et donc considérées comme revêtant une importance nationale. Or, la superficie totale des bas-marais, par exemple, est supérieure à la superficie des bas-marais classés dans l'inventaire fédéral comme étant d'importance nationale. En effet, de nombreux sites de bas-marais ne remplissent pas les critères minimaux de superficie et de qualité appliqués pour constituer l'inventaire fédéral.

D'autre part, il existe en Suisse des milieux naturels de valeur autres que les zones alluviales, les marais et les prairies et pâturages secs: l'ordonnance sur la protection de la nature et du paysage (OPN) classe parmi les types de biotopes à protéger les sources, suintements et milieux aquatiques, les zones riveraines, les pelouses sèches, les prairies maigres et les pâturages, les forêts de ravins, de pente et thermophiles, les lisières, broussailles et landes, les rochers, éboulis et lapiez, les zones de végétation ségétale et rudérale. Tous ces milieux naturels devraient être inclus eux aussi dans l'indicateur Z10, mais la plupart ne sont pas homogènes ou pas inventoriés. Par conséquent, il est impossible d'estimer la superficie totale effective de tous les biotopes de valeur.

Les surfaces répertoriées dans les inventaires fédéraux ont été retenues en raison de leur beauté (marais), de leur taille et de leurs qualités particulières au moment de l'inventaire. Mais les inventaires fédéraux ne donnent aucune information sur la qualité actuelle des milieux (fonction de l'indicateur Z11) et ne permettent pas non plus de savoir si les biotopes inventoriés grandissent ou diminuent. Or, l'indicateur Z10 est censé refléter l'évolution des biotopes. Mais cet objectif ne pourra être véritablement atteint que si les suivis des inventaires fédéraux documentent de manière fiable l'évolution quantitative et qualitative des biotopes.

Les relevés effectués sur le terrain ont permis de déterminer la superficie exacte de chacun des biotopes inventoriés et de les délimiter par rapport aux zones attenantes. Les suivis n'indiquent pas encore suffisamment bien dans quelle mesure ces superficies ont évolué depuis le relevé initial. On dispose uniquement de données concernant les marais (cf. indicateur Z11).

Méthodologie

L'indicateur Z10 donne la superficie totale des zones alluviales, des bas-marais et des hauts-marais ainsi que des prairies et des pâturages secs figurant dans les inventaires fédéraux. Les surfaces figurant dans plusieurs inventaires n'ont été prises en compte qu'une seule fois.

Les données utilisées pour le calcul de l'indicateur Z10 proviennent uniquement des inventaires nationaux selon l'article 18a LPN. Ces inventaires sont les seuls à offrir la garantie que les biotopes sont évalués et inventoriés selon des critères homogènes sur l'ensemble du territoire suisse. Les calculs reposent sur les chiffres à jour de chaque inventaire.

Z11: Qualité des biotopes de valeur

Evolution de la qualité moyenne des différents types de biotopes figurant dans les inventaires fédéraux selon l'article 18a de la loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage.

Définition

Les définitions opérationnelles sont exposées dans les explications relatives à la méthodologie.

Les marais sont des stations particulières, mais pas des hotspots de la biodiversité, c'est-à-dire des milieux abritant un nombre d'espèces particulièrement élevé. Ils sont même pauvres en espèces – surtout les hauts-marais –, mais accueillent néanmoins des types de végétation très divers. Les marais sont des milieux humides, avec un niveau d'eau élevé en permanence. Hormis les parvocariçaies basophiles, ils sont extrêmement acides et pauvres en nutriments. Les marais sont en outre rares, même s'ils sont plus fréquents dans certaines régions. Après une diminution de leur superficie estimée à 90 %, les marais ne représentent plus que 0,54 % du territoire suisse.

Importance pour la biodiversité

Environ un quart des espèces de plantes vasculaires menacées en Suisse poussent dans les hauts-marais et les bas-marais d'importance nationale. Les différents types de végétation constituent des habitats propres à certaines espèces. Les marais sont par conséquent irremplaçables. De nombreuses espèces de plantes menacées poussent dans

les gouilles, ces dépressions inondées en permanence dans les hauts-marais préservés. Près de 10 % des espèces qui y sont recensées figurent sur la liste rouge des fougères et des plantes à fleurs menacées en Suisse.

En plus des plantes spécialisées qui ne poussent que dans les marais, en particulier différents sphaignes et lichens, ces milieux abritent également des champignons ainsi que des animaux très spécialisés. On compte parmi ceux-ci de nombreuses espèces de libellules, pour lesquelles les gouilles, les rigoles et les surfaces d'eau libre constituent des habitats irremplaçables. La disparition de ces structures entraînerait la perte de ces espèces, celles-ci ne disposant d'aucun habitat de substitution. Il en va de même des espèces de papillons dont les chenilles se nourrissent exclusivement de plantes marécageuses.

Les marais, surtout les tourbières, constituent en outre des archives de la biodiversité. Ce milieu acide et saturé d'eau conserve durant des dizaines de milliers d'années les pollens, mais aussi les résidus grossiers de plantes et d'animaux. Si les tourbières s'assèchent, la tourbe se minéralise et ces archives sont irrémédiablement perdues.

Enfin, les marais sont des éléments importants du paysage, qui font partie intégrante de la biodiversité au niveau des écosystèmes.

Un relevé représentatif a été effectué sur des surfaces d'échantillonnage couvrant au total 102 km² et correspondant à environ 200 hauts-marais et bas-marais d'importance nationale. L'ensemble des catégories de taille, types de marais, altitudes et espaces naturels étaient convenablement représentés. Une photographie aérienne infrarouge de tous les objets a été réalisée et des parcelles homogènes, de 100 à 2000 m², ont été délimitées sur la base des couleurs et des structures. A l'intérieur de ces surfaces, on a inventorié les plantes vasculaires et les mousses ainsi que leur degré de recouvrement. La combinaison de l'interprétation des prises de vues aériennes et des données recueillies sur le terrain a permis d'établir une carte floristique des objets indiquant les différents types de végétation.

Méthodologie

La qualité des sites a été déterminée à partir des indicateurs écologiques suivants:

- > valeur indicatrice d'humidité;
- > valeur indicatrice de substances nutritives;
- > valeur indicatrice d'humus;
- > valeur indicatrice de luminosité;
- > degré d'embroussaillage.

Pour plus de détails, voir Klaus (2007)²³ et la bibliographie qu'il propose.

Les premiers et les seconds relevés ont été comparés afin de déterminer les changements intervenus. Les changements des valeurs indicatrices ont été appréciés en fonction des objectifs de protection de la nature. Un marais est considéré comme fortement

²³ Klaus G. (éd.) 2007: Etat et évolution des marais en Suisse. Résultats du suivi de la protection des marais. Etat: juin 2007. Office fédéral de l'environnement, Berne, Etat de l'environnement n° 0730: 97 pages.

modifié si la variation nette concerne au moins 10 % de sa superficie et si cette variation peut être mise en évidence avec une probabilité d'erreur inférieure à 10 %.

Les évolutions suivantes doivent être qualifiées de positives: humidification (hausse de la valeur indicatrice d'humidité), amaigrissement (baisse de la valeur indicatrice de substances nutritives), formation de tourbe (hausse de la valeur indicatrice d'humus), éclaircissement (baisse du degré d'embroussaillage), renforcement du caractère marécageux (hausse de la valeur indicatrice du caractère marécageux, c.-à-d. progression de la diversité et de la prédominance des espèces marécageuses).

Z12: Diversité des biocénoses

Evolution des degrés de similarité tirés de comparaisons par paires des listes des espèces présentes sur les surfaces d'échantillonnage des indicateurs Z7 et Z9:

Définition de l'indicateur

- > pour les données de l'indicateur Z7 «Diversité des espèces dans les paysages», évolution de la moyenne de l'indice de Simpson (indice de diversité) exprimée en pourcentage (entre 0 et 100) obtenue en comparant par paires les listes des espèces présentes sur les surfaces de 1 km² dans l'unité spatiale considérée.
- > pour les données de l'indicateur «Diversité des espèces dans les habitats», évolution de la moyenne de l'indice Simpson (indice de diversité) exprimée en pourcentage (entre 0 et 100) obtenue en comparant par paires les listes des espèces présentes sur les surfaces de 10 m² dans le type d'utilisation du sol considéré.

Un milieu naturel se caractérise avant tout par des espèces typiques ou présentant des exigences écologiques spécifiques. Ces espèces typiques confèrent à un site son caractère unique. Les espèces dont l'aire de répartition est fortement limitée peuvent elles aussi contribuer à former des biocénoses propres à une région. Il se produit donc une perte de biodiversité locale lorsque les communautés d'espèces ont tendance à s'uniformiser. L'homogénéisation des milieux naturels et des paysages peut être due à l'activité humaine ou à l'introduction, délibérée ou accidentelle, et à la dissémination d'espèces allochtones.

Importance pour la biodiversité

Les méthodes rationnelles d'exploitation agricole (par exemple la fertilisation, l'irrigation) ou l'aménagement des paysages créent partout des conditions de vie similaires. Si cela fait disparaître les particularités des milieux naturels, qu'elles soient d'origine naturelle ou culturelle, il n'est guère surprenant que les biocénoses ne se distinguent presque plus d'une région à une autre. Appelé «homogénéisation biotique», ce phénomène est décrit et déploré avec une fréquence croissante depuis plusieurs années. L'homogénéisation des biocénoses traduit un net recul de la diversité biologique, même si le nombre d'espèces reste stable voire augmente. Ce processus débouche en effet sur une standardisation des prairies, des lisières de forêts ou des haies ordinaires, qui ont alors la même apparence sur l'ensemble du territoire.

Cela montre bien que l'indicateur Z12 fournit une information supplémentaire essentielle pour l'interprétation des indicateurs centraux Z7 et Z9 du MBD. L'augmentation du nombre d'espèces est positive seulement dans la mesure où elle n'est pas due à des espèces allochtones ou peu exigeantes, capables de coloniser de nombreux milieux

naturels différents et d'évincer des espèces spécialisées, entraînant une homogénéisation et un appauvrissement de nos paysages et milieux naturels. Cela est parfaitement illustré par la multiplication des prairies grasses, dont la fertilisation favorise les espèces généralistes appréciant les sols riches, tel le pissenlit, au détriment des espèces de plantes vasculaires typiques des prairies riches en fleurs.

L'indicateur Z12 «Diversité des biocénoses» repose sur les mêmes données que les indicateurs Z7 «Diversité des espèces dans les paysages» et Z9 «Diversité des espèces dans les habitats». Il ne requiert pas d'autres relevés sur le terrain. L'indicateur Z12 est calculé comme suit:

Méthodologie

1. La liste des espèces présentes sur une première surface d'échantillonnage est comparée par paires avec la liste des espèces présentes sur toutes les autres surfaces d'échantillonnage d'une strate. L'indice de Simpson est calculé pour chaque comparaison d'après la formule suivante²⁴:

$$\text{Indice Simpson} = \frac{\text{minimum}(b, c)}{\text{minimum}(b, c) + a}$$

a étant le nombre d'espèces présentes sur les deux surfaces d'échantillonnage et *b* et *c* le nombre d'espèces présentes sur seulement une des deux surfaces d'échantillonnage.

2. Le même processus est appliqué à la deuxième surface d'échantillonnage d'une strate. La liste des espèces présentes sur celle-ci est comparée à la liste des espèces présentes sur la troisième surface d'échantillonnage et sur toutes les surfaces d'échantillonnage suivantes de la strate. On répète le processus jusqu'à ce que l'on ait comparé toutes les paires de surfaces possibles et obtenu un indice de Simpson pour chaque paire.
3. La moyenne de tous les indices de Simpson obtenus, exprimée en pourcentage entre 0 et 100, donne la valeur de l'indicateur.

Si le principe du calcul est simple, il requiert néanmoins un énorme travail en raison de la multitude des comparaisons à effectuer. Afin d'évaluer l'exactitude de la valeur de l'indicateur, on établit un intervalle de confiance à l'aide de la méthode «Jackknife».

Une tendance (à la hausse ou à la baisse) est avérée lorsque les valeurs évoluent de manière significative au cours des années d'observation.

En ce qui concerne l'indicateur Z9, il arrive souvent que certaines trouvailles ne puissent pas être attribuées avec certitude à une espèce, par exemple un fragment de mollusque ou le germe d'une plante. Les éléments de ce type sont tout de même comptabilisés s'il est certain qu'ils n'appartiennent pas à une espèce déjà observée sur la surface d'échantillonnage. Ces espèces supplémentaires peuvent également être prises en compte dans l'indicateur Z12 au moyen d'un calcul par simulation. A cette fin, on part de l'hypothèse que les espèces supplémentaires présentent la même distribution de fréquences que les espèces attestées dans la strate étudiée.

²⁴ Koleff P., Gaston K.J., Lennon J.J. 2003: Measuring beta diversity for presence-absence data. *Journal of Animal Ecology* 72, pages 367-382.

A3 Indicateurs de réponse

M1: Etendue des réserves naturelles

Variation de l'étendue des réserves naturelles ayant un statut légal.

Définition de l'indicateur

L'indicateur M1 ne porte que sur les aires d'importance nationale protégées par la loi et visant la conservation de la biodiversité.

Les données utilisées pour calculer l'indicateur M1 proviennent des inventaires nationaux des biotopes, qui sont établis selon une méthode scientifique uniforme. Leurs objectifs de protection sont axés sur la conservation de la biodiversité.

Les aires protégées régionales et locales sont gérées par les cantons et les communes. Leurs objectifs de protection sont variables et elles ne sont pas toujours au service de la biodiversité. En outre, il n'existe pas de données standardisées les concernant. C'est pourquoi elles ne sont pas prises en compte dans l'indicateur M1.

Les aires de protection du paysage, comme par exemple les sites marécageux, ne sont pas non plus prises en compte car leurs objectifs de protection ne sont pas axés en priorité sur la conservation de la biodiversité.

La protection à l'échelon national de milieux naturels rares et menacés contribue à préserver les éléments indispensables à l'existence de nombreuses espèces animales et végétales. En règle générale, l'augmentation de l'étendue des aires protégées favorise donc la biodiversité si bien qu'elle est considérée comme positive. L'indicateur recense les aires protégées d'importance nationale dont les objectifs de protection sont étroitement liés à la biodiversité et pour lesquelles des données exploitables sont disponibles. Il documente l'application de la législation relative à la protection des biotopes, qui s'est étoffée au cours des années 80 et surtout 90. La protection des biotopes vise à protéger les habitats d'espèces spécifiques.

Importance pour la biodiversité

En Suisse, la forêt, qui couvre 31 % du territoire national, jouit d'une protection générale: la liberté d'utilisation y est restreinte au profit de son développement durable. D'autres milieux naturels, comme la végétation des rives et les cours d'eau, sont également protégés par la loi. Toutefois, il n'existe pas d'inventaire fédéral de ces milieux, ni de données cohérentes à leur sujet. L'indicateur M1 ne porte pas non plus sur les réserves régionales et locales car celles-ci ont été définies avec des méthodes variées. En outre, leur situation et leurs buts de protection ne sont pas toujours axés sur la conservation de la biodiversité. Par conséquent, les aires protégées en Suisse occupent une superficie supérieure aux chiffres de l'indicateur M1.

Il ne faut cependant pas assimiler la protection légale (*de jure*) et la protection de fait (*de facto*). Les effets de la protection légale dépendent de l'efficacité des mesures prises. Par exemple, l'ordonnance sur les zones alluviales prescrit la sauvegarde de la flore et de la faune indigènes typiques des zones alluviales. Mais il faut pratiquer des contrôles de résultat (suivis) pour savoir si les mesures de protection sont effectivement

bénéfiques pour les organismes typiques des zones alluviales (cf. indicateurs M2, Z10 et Z11).

Les données utilisées pour calculer la variation de l'étendue des aires protégées proviennent des inventaires fédéraux des zones alluviales, des hauts-marais, des bas-marais, des prairies et pâturages secs, des sites de reproduction de batraciens, des réserves d'oiseaux d'eau et de migrateurs, des districts francs fédéraux et des données relatives au Parc national.

Methodologie

Pour calculer la superficie totale des aires protégées d'importance nationale ayant un statut légal, l'indicateur M1 additionne l'étendue des zones alluviales, des hauts-marais, des bas-marais, des prairies et pâturages secs, des sites de reproduction de batraciens, des réserves d'oiseaux d'eau et de migrateurs, des districts francs fédéraux et du Parc national. Les surfaces protégées par plusieurs inventaires ne sont comptabilisées qu'une seule fois.

Pour suivre de façon séparée l'évolution de l'étendue des aires protégées par des dispositions strictes, on a également calculé la superficie totale sans comptabiliser les aires protégées par des dispositions plus souples, c'est-à-dire les districts francs fédéraux et les réserves d'oiseaux d'eau et de migrateurs.

L'inventaire fédéral des sites de reproduction de batraciens comprend des objets fixes et des objets itinérants. Ces derniers correspondent à des périmètres à l'intérieur desquels les sites de reproduction sont mobiles. Puisque seuls les sites de reproduction sont protégés, on a comptabilisé uniquement cette partie des objets itinérants aux fins du calcul de l'indicateur. On a ainsi retenu une surface de 0,85 hectare par objet itinérant, soit 10 % de la moyenne des surfaces des objets itinérants figurant dans la version de l'ordonnance mise en consultation en 1994 (art. 3, al. 1 de l'ordonnance sur la protection des sites de reproduction de batraciens d'importance nationale, RS 451.34).

Le calcul de l'indicateur M1 ne tient pas compte des périmètres d'indemnisation des dégâts causés par la faune sauvage figurant dans l'inventaire des districts francs fédéraux.

L'OFEV fournit toutes les données. Il indique l'emplacement des aires protégées sur son site Internet, à l'adresse map.bafu.admin.ch. Les chiffres changent lorsqu'un nouvel inventaire est établi ou lorsqu'un inventaire existant est révisé.

M2: Etendue des réserves naturelles «sûres»

L'indicateur M2 recense les surfaces des aires protégées qui sont répertoriées au niveau national dans les inventaires des biotopes selon l'article 18a de la loi sur la protection de la nature et du paysage (LPN; RS 451) et qui sont administrées au niveau cantonal.

Définition

Les données utilisées pour calculer l'indicateur M2 proviennent des inventaires nationaux des biotopes, qui sont établis selon une méthode scientifique uniforme. Leurs objectifs de protection sont axés sur la conservation de la biodiversité.

Les réserves régionales et locales sont gérées par les cantons et les communes. Leurs objectifs de protection sont variables et elles ne sont pas toujours au service de la biodiversité. En outre, il n'existe pas de données standardisées les concernant. C'est pourquoi elles ne sont pas prises en compte dans l'indicateur M2.

Les aires de protection du paysage, comme par exemple les sites marécageux, ne sont pas non plus prises en compte car leurs objectifs de protection ne sont pas axés en priorité sur la conservation de la biodiversité.

Enfin, le Parc national suisse (PNS) ne figure pas dans l'indicateur car il constituerait une constante dans les chiffres de superficie de la Suisse et de la région biogéographique des Alpes centrales orientales.

La délimitation d'aires protégées est un instrument utilisé depuis les origines de la protection de la nature. Les aires protégées sont dédiées principalement voire uniquement à la protection de la nature. Cette dernière y a la priorité, ce qui ne signifie pas obligatoirement que toute activité agricole y soit exclue par exemple. Mais l'exploitation, quelle qu'elle soit, doit être conforme aux objectifs de protection de la nature propres à la zone concernée.

Importance pour la biodiversité

Au XIX^e siècle, c'est-à-dire aux débuts de la protection de la nature, des réserves naturelles ont été créées dans le but principal de protéger certaines espèces. Aujourd'hui, les efforts se portent de plus en plus sur les écosystèmes et les complexes écosystémiques. Cette tendance s'est accentuée depuis la révision de la loi sur la protection de la nature et du paysage en 1987. A l'époque, les compétences de la Confédération en matière de protection des biotopes ont été renforcées et les bases juridiques des inventaires des biotopes ont été posées. Les objets des inventaires fédéraux abritent les aires les plus précieuses dans leur domaine. Leur protection est indispensable au maintien de la biodiversité. Mais comme ces aires protégées sont relativement petites, il est essentiel qu'elles soient reliées les unes aux autres par des corridors à faune et des aires de mise en réseau (infrastructure écologique). Isolées, les aires protégées ne peuvent pas préserver la biodiversité. Plus les biotopes sont étendus et reliés à des biotopes semblables ou différents, plus leur valeur est importante.

Inscrire une aire dans un inventaire fédéral ne suffit pas à en garantir la protection. Les objets inscrits dans les inventaires fédéraux doivent être protégés et entretenus localement avec efficacité. A cet effet, des règles contraignantes doivent être imposées aux propriétaires fonciers. La protection effective sur place incombe aux cantons, qui mettent en œuvre les mesures de protection ou délèguent cette tâche aux communes.

Toutes les données utilisées pour calculer l'indicateur M2 reposent sur les réponses à un questionnaire fournies par les cantons lors d'une enquête menée en 2010 par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV). Les réponses concernant les inventaires des biotopes de la Confédération ont été évaluées pour l'ensemble de la Suisse et pour les régions biogéographiques. Les objets itinérants de l'inventaire des sites de reproduction des batraciens constituent une exception: comme les données ne correspondent pas à des surfaces mais à des points, les pourcentages calculés se rapportent au nombre total d'objets de l'univers de base concerné.

Méthodologie

L'analyse des données a reposé sur les questions et réponses suivantes:

> *Statut de protection*

Question principale: les objets sous protection sont-ils protégés par des règles contraignantes imposées aux propriétaires fonciers? Réponses possibles:

- Aucune donnée
- Aires de protection inscrites dans le plan d'affectation communal
- Réserve naturelle cantonale
- Zone agricole avec conditions d'utilisation spécifiques au biotope
- Autres
- Aucune règles de protection contraignante pour les propriétaires fonciers

> *Entretien*

Il est essentiel de préserver la qualité des objets sous protection. Cela suppose des prescriptions d'entretien. Qu'en est-il? Réponses possibles:

- Aucune donnée
- Surfaces sous contrat
- Planification forestière
- Planification de la protection, de l'entretien et de mesures
- Autres
- Entretien non assuré

> *Objet mise en œuvre*

On considère que l'objet sous protection est «mis en œuvre» lorsque sa délimitation précise a été effectuée et qu'une réglementation régit les mesures de protection et d'entretien dont il bénéficie. Réponses possibles:

- Aucune donnée
- Oui
- Non

> *Enrichissement écologique nécessaire*

Si les biotopes d'importance nationale présentent généralement une qualité suffisante pour être inscrits dans l'inventaire fédéral correspondant, ils sont néanmoins souvent perturbés. Aux termes de la législation, les atteintes doivent être réparées dans la mesure du possible chaque fois que l'occasion s'en présente. On peut notamment procéder à des régénérations. Réponses possibles:

- Aucune donnée
- Oui, des enrichissements écologiques sont en cours
- Oui, des enrichissements écologiques sont prévus
- Oui, des enrichissements écologiques sont nécessaires, mais pas prévus
- Non, des enrichissements écologiques ne sont pas nécessaires
- Non, les enrichissements écologiques sont terminés

Toutes les données sur lesquelles repose l'indicateur M2 ont été fournies par l'OFEV ou ses mandataires.

M3: Espèces menacées dans les zones protégées

Du point de vue de la protection des espèces, les réserves naturelles sont véritablement efficaces lorsqu'elles abritent beaucoup d'espèces animales et végétales menacées. L'indicateur M3 montre si les aires protégées sont bénéfiques pour les espèces menacées.

L'indicateur M3 établit une corrélation directe entre la protection des espèces et celle des biotopes. Toutefois, les variations de cet indicateur ne peuvent pas être interprétées de manière univoque car plusieurs processus d'importance diverse peuvent en être responsables: le changement du niveau de menace auquel sont exposées certaines espèces, des modifications de la superficie des aires protégées ou encore une variation des effectifs des espèces menacées. Ainsi, un indicateur M3 élevé peut être positif ou négatif selon les processus en cause.

Il n'y a actuellement pas de données disponibles pour l'indicateur M3.

M4: Surface de compensation écologique

Evolution de la superficie totale des surfaces devant contribuer au maintien et à la promotion de la diversité des espèces et des milieux naturels dans les zones agricoles et dont l'exploitation dans ce sens est assurée contractuellement, pour la Suisse dans son ensemble ainsi que par types d'exploitations et par cantons.

Définition de l'indicateur

L'indicateur M4 se réfère à l'ordonnance sur les paiements directs versés dans l'agriculture du 7 décembre 1998 (ordonnance sur les paiements directs, RS 910.13).

Les surfaces de compensation écologique doivent compléter les aires protégées et fournir des habitats supplémentaires aux animaux et aux plantes dans les zones agricoles. Elles ont pour but de promouvoir la diversité des espèces, d'éviter la disparition d'espèces supplémentaires et de permettre le retour d'espèces menacées. La croissance des surfaces de compensation devrait donc promouvoir la biodiversité.

Importance pour la biodiversité

L'indicateur M4 montre que les surfaces de compensation écologique au sens de l'ordonnance sur les paiements directs ont progressé depuis leur introduction en 1993 et jusqu'en 2002. Depuis 2002, leur superficie totale stagne à environ 121 000 hectares. Comparée aux surfaces exploitées intensivement, les surfaces de compensation écologique présentent une diversité d'espèces supérieure, comme l'Agroscope Reckenholz-Tänikon (ART) l'a mis en évidence dans deux études²⁵. Ces surfaces abritent en outre davantage d'espèces exigeantes et spécialisées. Il serait néanmoins souhaitable d'améliorer la qualité des surfaces de compensation écologique car, selon les critères de l'ordonnance sur la qualité écologique (OQE), 72 % des *prairies exploitées extensivement* et 89 % des *prairies exploitées peu intensivement* sur le Plateau sont de qualité insuffisante. La situation se présente mieux en montagne: les deux types de prairies précités répondent la plupart du temps aux critères de l'OQE et sont donc de bonne qualité, ce qui est propice à la diversité biologique.

Des études réalisées par la Station ornithologique de Sempach ont démontré l'importance de la qualité des surfaces de compensation écologique²⁶. Dans les zones ayant fait l'objet d'un enrichissement écologique important avec des surfaces de compensation écologique de bonne qualité, les populations d'oiseaux ont progressé en peu de temps. Selon le Swiss Bird Index, les populations d'oiseaux dans les zones agricoles

²⁵ Herzog F., Walter T. (éd.) 2005: Evaluation der Ökomassnahmen Bereich Biodiversität. Schriftenreihe FAL 56. 208 pages.

²⁶ Kohli L., Spiess M., Herzog F., Birrer S. 2004: Auswirkungen ökologischer Ausgleichsflächen auf typische Kulturlandvögel und ihre Lebensräume. Station ornithologique de Sempach. 84 pages.

ont subi des baisses particulièrement fréquentes entre 1990 et 2003²⁷. Certaines espèces, comme le tarier pâle (*Saxicola torquatus*), potentiellement menacé, ont par contre progressé (cf. indicateur Z6), entre autres grâce au nombre croissant de jachères florales

La compensation écologique contribue aussi à préserver des milieux naturels présentant une valeur écologique mais ayant cessé d'être rentables pour la production agricole. Dans les régions de montagnes, les paiements directs permettent d'exploiter des surfaces isolées et peu productives et de contrer ainsi la reforestation, qui prive d'habitat les espèces héliophiles par exemple. Dans d'autres régions, ils permettent de préserver des milieux proches du naturel qui sont précieux pour la diversité des espèces, comme les vergers haute-tige ou les prairies à litières. Les surfaces de compensation écologique contribuent, avec d'autres mesures relevant des prestations écologiques requises, à préserver la diversité des espèces aquatiques: elles ne sont pas ou peu fertilisées, ce qui réduit la pollution des eaux de surface et des eaux souterraines (cf. indicateur E13).

Le potentiel des surfaces de compensation écologique pour favoriser la biodiversité est loin d'être épuisé. Les efforts doivent être poursuivis et d'autres actions doivent être engagées afin de prévenir de nouvelles disparitions et de permettre aux espèces menacées de regagner du territoire.

L'Office fédéral de l'agriculture (OFAG) et l'Office fédéral de la statistique (OFS) relèvent ensemble les données relatives aux exploitations agricoles, et notamment les indications relatives aux surfaces de compensation écologique. Les évaluations effectuées par les offices fédéraux se fondent sur des questionnaires standardisés qu'il est demandé aux exploitants de remplir. Les informations qu'ils fournissent, qui se rapportent à la date de référence du 1^{er} mai, sont vérifiées par la Confédération et les cantons et entrées dans la base de données centralisée de l'OFAG.

Méthodologie

M5: Surfaces faisant l'objet d'une exploitation «biologique»

Evolution de la superficie exploitée selon les principes de l'agriculture biologique en Suisse et par canton.

Définition

L'indicateur M5 comptabilise toutes les surfaces qui reçoivent des contributions annuelles pour l'agriculture biologique prévues par l'ordonnance sur les paiements directs dans l'agriculture du 7 décembre 1998 (ordonnance sur les paiements directs, RS 910.13). Les exploitations bénéficiaires satisfont aux critères de l'ordonnance sur l'agriculture biologique et la désignation des produits et des denrées alimentaires biologiques du 22 septembre 1997 (ordonnance sur l'agriculture biologique, RS 910.18), qui fixe les exigences suivantes: les cycles et processus naturels sont pris en considération; l'utilisation de matières auxiliaires et d'ingrédients chimiques de synthèse est évitée; les organismes génétiquement modifiés et les produits qui en sont issus ne sont pas utilisés. Font exception les produits vétérinaires; les produits ne sont pas soumis à des rayonnements ionisants, et les produits irradiés ne sont pas utilisés; le

²⁷ Zbinden N., Schmid H., Kéry M., Keller V. 2005: Swiss Bird Index SBI. Artweise und kombinierte Indices für die Beurteilung der Bestandsentwicklung von Brutvogelarten und Artengruppen in der Schweiz 1990–2003. Station ornithologique de Sempach. 44 pages.

nombre des animaux de rente doit être adapté à la surface agricole utile, détenue en propriété ou en affermage, se prêtant à l'utilisation des engrais de ferme; les animaux de rente sont gardés dans des exploitations biologiques conformes aux exigences fixées dans l'ordonnance durant leur vie entière et nourris avec des aliments pour animaux obtenus selon les règles arrêtées dans l'ordonnance.

Dans la seconde moitié du XX^e siècle, la destruction des milieux proches du naturel et l'intensification de l'agriculture ont entraîné un recul considérable de la biodiversité en zone agricole. L'un des objectifs de l'agriculture biologique est de freiner cette évolution négative.

Importance pour la biodiversité

L'agriculture biologique utilise des méthodes respectueuses de l'environnement pour produire dans la mesure du possible en cycle fermé. Elle n'a pas recours aux engrais ni aux produits phytosanitaires de synthèse. Une augmentation de la superficie consacrée à l'agriculture biologique favorise par conséquent la biodiversité. Cela est illustré par le fait que les zones exploitées selon les principes de l'agriculture biologique abritent normalement une plus grande variété de plantes, de petits animaux et d'oiseaux que les zones exploitées de manière conventionnelle. A la suite d'une expérience menée plusieurs années durant sur des parcelles exploitées selon différentes méthodes, l'Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL) a montré que l'on trouvait davantage d'espèces de plantes et de petits animaux sur les sols exploités selon les principes biologiques²⁸. En outre, la structure du sol est plus stable, la biomasse microbienne plus abondante et les vers de terre plus nombreux. Sur les exploitations biologiques, les cultures sont moins denses et le sol reçoit davantage de lumière, ce qui favorise un microclimat important pour la diversité des espèces.

L'agriculture biologique est bénéfique également pour les eaux environnantes, qui ne sont pas polluées par des engrais et des produits phytosanitaires de synthèse (cf. indicateur E13 «Qualité des eaux»). En outre, la volonté de produire en cycle fermé dans toute la mesure du possible fait que les cheptels sont adaptés à la taille de l'exploitation. En d'autres termes, les agriculteurs biologiques ne fument pas excessivement leurs terres et, ainsi, réduisent la pollution des eaux par les nutriments.

Les agriculteurs biologiques sont proportionnellement plus nombreux à œuvrer pour le maintien de la diversité génétique. Ce sont surtout eux qui plantent des variétés anciennes de légumes et de fruits ou qui élèvent des races traditionnelles pour le compte de l'organisation Pro Specie Rara (cf. indicateurs Z1 «Nombre de races de bétail et de variétés de plantes cultivées» et Z2 «Proportion des différentes races de bétail et variétés de plantes cultivées»).

La plupart des études comparant l'agriculture biologique et l'agriculture conventionnelle ont été réalisées dans des régions de grandes cultures. C'est pourquoi l'effet positif de l'agriculture biologique sur les surfaces herbagères et en altitude est assez peu attesté. Or, c'est précisément dans ces zones que se trouvent la majorité des surfaces faisant l'objet d'une exploitation «biologique» en Suisse. En outre, les effets de l'agriculture biologique sont fortement tributaires du site, du climat, des plantes culti-

²⁸ Mäder P, Fliessbach A., Dubois D., Gunst L., Fried P., Niggli U. 2002: Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. Science 296: pages 1694–1697.

vées et des méthodes d'exploitation prédominantes. C'est pourquoi il n'est pas possible de déduire directement de l'indicateur M5 l'impact qu'a l'agriculture biologique sur la biodiversité.

L'Office fédéral de l'agriculture (OFAG) et l'Office fédéral de la statistique (OFS) relèvent ensemble les données relatives aux exploitations agricoles, et notamment les indications relatives aux surfaces cultivées selon les principes de l'agriculture biologique. Les évaluations effectuées par les offices fédéraux se fondent sur des questionnaires standardisés qu'il est demandé aux exploitants de remplir. Les informations qu'ils fournissent, qui se rapportent à la date de référence du 1^{er} mai, sont vérifiées par la Confédération et les cantons et entrées dans la base de données centralisée de l'OFAG.

Methodologie

M7: Ressources financières pour la protection de la nature et du paysage

Evolution des dépenses de la Confédération, des cantons et des communes pour la protection de la nature et du paysage.

Définition

L'indicateur M7 prend en compte toutes les dépenses comptabilisées dans le compte «Protection des espèces et du paysage» dans la statistique financière de la Confédération, des cantons et des communes. Il recense aussi les dépenses de la Confédération liées à la protection de la nature comptabilisées dans d'autres comptes de la statistique financière, pour autant qu'elles figurent dans la Classification européenne des activités et dépenses de protection de l'environnement (CEPA 2000).

Le montant des dépenses de protection de la nature reflète indirectement l'intérêt que notre pays porte à sa nature et la valeur que la politique accorde à la protection de la nature et donc à la biodiversité. Dans les périodes de basse conjoncture, on réduit souvent les dépenses de protection de la nature.

Importance pour la biodiversité

Ces dernières années, la part des dépenses de protection de la nature par rapport aux dépenses totales des collectivités publiques a été relativement stable après avoir progressé au cours des années 1990. En règle générale, la hausse des budgets est positive pour la protection de la nature.

L'idée largement répandue que la protection de la nature ne coûte pas grand-chose n'est que partiellement exacte. Si on laisse le bois mort à terre, par exemple, on économise le coût du travail de déblayage et la nature y gagne un habitat important. Mais à une échelle plus large, la protection de la nature peut occasionner des coûts élevés. La non-exploitation de terres ou de cours d'eau, par exemple, provoque des pertes de production qui doivent être dédommagées. Pour être vraiment efficaces, les aires protégées doivent être entretenues. Bref: maintenir et promouvoir la biodiversité sur le territoire suisse coûte de l'argent.

L'indicateur M7 ne recense pas toutes les dépenses que les pouvoirs publics consacrent à la protection de la nature et du paysage. Il fait bien état de toutes les dépenses que les départements des finances de la Confédération, des cantons et des communes comptabilisent comme des dépenses de protection de la nature. Mais d'autres dépenses sont

liées à la protection de la nature alors qu'elles ne sont pas comptabilisées comme telles. C'est le cas par exemple des passages à faune, qui sont financés sur le compte routier. Néanmoins, les chiffres de l'indicateur M7 reflètent bien l'évolution des dépenses de protection de la nature au fil des ans.

Chaque année, l'Administration fédérale des finances élabore une statistique financière pour la Confédération, les cantons et les communes. Elle utilise à cet effet les données fournies par les services financiers des offices fédéraux, des cantons et des communes, qui ventilent leurs dépenses selon une classification fonctionnelle imposée. Le compte de la statistique financière «Protection des espèces et des paysages» (anciennement «Protection de la nature») comprend les dépenses engagées pour les biotopes, la protection du paysage, le Parc national et les réserves naturelles. A l'occasion de la révision de la statistique financière, les données ont été corrigées rétroactivement à partir de l'année de référence 2008.

Méthodologie

> Répertoires

Figures

Fig. 1 Surface d'échantillonnage utilisée pour l'indicateur Z9	28
Fig. 2 Transect défini pour le recensement des plantes et des papillons diurnes dans le cadre de l'indicateur Z7	34
Fig. 3 diversité quantitative des biocénoses	37
Fig. 4 Réseau d'échantillonnage de l'indicateur Z7	43
Fig. 5 réseau d'échantillonnage de l'indicateur Z9 (plantes vasculaires, Mousses et mollusques)	43
Fig. 6 réseau d'échantillonnage de l'indicateur Z9 (insectes aquatiques)	44
Fig. 7 Echelonnement temporel des relevés de données brutes pour les indicateurs Z7 et Z9	46
Fig. 8 Exemples de schémas d'utilisation du sol	57

Tables

Tab. 1 Regroupement thématique des indicateurs selon la grille PSR	11
Tab. 2 les indicateurs du MBD	12
Tab. 3 les trois niveaux spatio-fonctionnels de la diversité des espèces	14
Tab. 4 prise en compte des Groupes d'espèces dans l'indicateur Z3	21
Tab. 5 Groupes d'espèces menacées à l'échelle mondiale actuellement inclus dans l'indicateur Z4	23
Tab. 6 répartition des surfaces d'échantillonnage terrestres selon les types d'utilisation du sol (unités d'évaluation) de l'indicateur Z9	26
Tab. 7 Groupes d'espèces actuellement pris en compte dans les indicateurs Z9 et Z7 (cf. chiffre 3.3)	31
Tab. 8 Classement de l'état chimique des cours d'eau selon le module «Chimie des eaux» du système modulaire gradué	71