



# Diversité des biocénoses

L'indicateur «Diversité des biocénoses (Z12)» décrit l'évolution de la composition des biocénoses dans les différents types d'exploitation et dans les différentes régions suisses en se basant sur les relevés de présence et d'absence des espèces recensées par les deux réseaux d'échantillonnage des indicateurs «Diversité des espèces dans les paysages (Z7)» et «Diversité des espèces dans les habitats (Z9)».

Une grande diversité des biocénoses est positive. Une uniformisation entraîne en revanche une diminution indésirable de la biodiversité. Les biocénoses deviennent de plus en plus uniformes lorsque les exploitations deviennent de plus en plus homogènes ou intensives ou si partout les mêmes espèces sont introduites. Des sites relativement pauvres en espèces peuvent contribuer à la biodiversité des biocénoses s'ils abritent des espèces absentes des autres sites.

Les résultats disponibles montrent qu'au cours des dix dernières années, la diversité des biocénoses végétales a diminué dans les paysages suisses. La même évolution est observée chez les mollusques au niveau de leurs habitats. L'observation fine des groupes d'espèces montre que selon la région et le type d'exploitation, ils évoluent différemment. Dans certains habitats, la diversité des biocénoses de mousses a même progressé.

État: mai 2015

## Sommaire

Biocénoses dans les paysages suisses: évolution dans le temps.....	2
Biocénoses dans les paysages suisses: état.....	4
Biocénoses dans les habitats: évolution dans le temps.....	5
Biocénoses dans les habitats: état.....	7
Biocénoses dans les étages altitudinaux.....	8
Importance pour la biodiversité.....	11
Définition de l'indicateur.....	12
Méthode de calcul.....	12
Informations complémentaires.....	13

Tableaux et informations complémentaires.....Annexe

L'indicateur Z12 décrit l'évolution de la diversité des biocénoses en Suisse dans les différentes régions et dans les différents habitats. Les biocénoses sont variées lorsque les espèces diffèrent fortement d'une surface d'échantillonnage à l'autre. Ces différences n'apparaissent pas, comme dans les autres indicateurs («Diversité des espèces dans les paysages (Z7)» et «Diversité des espèces dans les habitats (Z9)»), à l'examen du seul nombre des espèces. L'étude de la composition des biocénoses dans les paysages s'effectue en reprenant des listes d'espèces des surfaces d'échantillonnage MBD de l'indicateur «Diversité des espèces dans les paysages (Z7)» et en comparant entre elles des biocénoses sur ces carrés kilométriques. Les compositions des biocénoses de plantes vasculaires, d'oiseaux nicheurs et de papillons diurnes sont observées séparément.

L'indicateur étudie la diversité des biocénoses dans les habitats ou les différents types d'exploitation en comparant les listes d'espèces des surfaces d'échantillonnage de dix mètres carrés de l'indicateur «Diversité des espèces dans les habitats (Z9)». L'indicateur Z12 fait la part entre les biocénoses de plantes vasculaires, de mousses et de mollusques.

À la différence des indicateurs Z7 et Z9, l'indicateur Z12 met l'accent non pas sur le nombre d'espèces, mais sur leurs identités. Une valeur d'indicateur de 100 signifie une diversité maximale des biocénoses. Elle est effective lorsqu'aucune espèce n'apparaît simultanément sur deux des surfaces comparées. Une petite valeur d'indicateur indique que les biocénoses ont de nombreuses espèces en commun.

## Biocénoses dans les paysages suisses: évolution dans le temps

Le tableau 1 montre l'évolution de la diversité des biocénoses dans toute la Suisse et dans les régions biogéographiques au cours des 10 dernières années. Les flèches descendantes indiquent une homogénéisation des biocénoses, les flèches ascendantes une diversification des espèces.

Le graphique 1 illustre l'évolution sur 14 ans de l'indicateur depuis le début des relevés du BDM en 2001.

L'analyse des données des 10 dernières années indique que la diversité des biocénoses de plantes vasculaires dans les paysages suisses est en recul. La diversité des biocénoses de papillons diurnes et d'oiseaux nicheurs semble rester globalement constante. Les oiseaux nicheurs du Jura, dont les biocénoses tendent à s'uniformiser, constituent une exception.

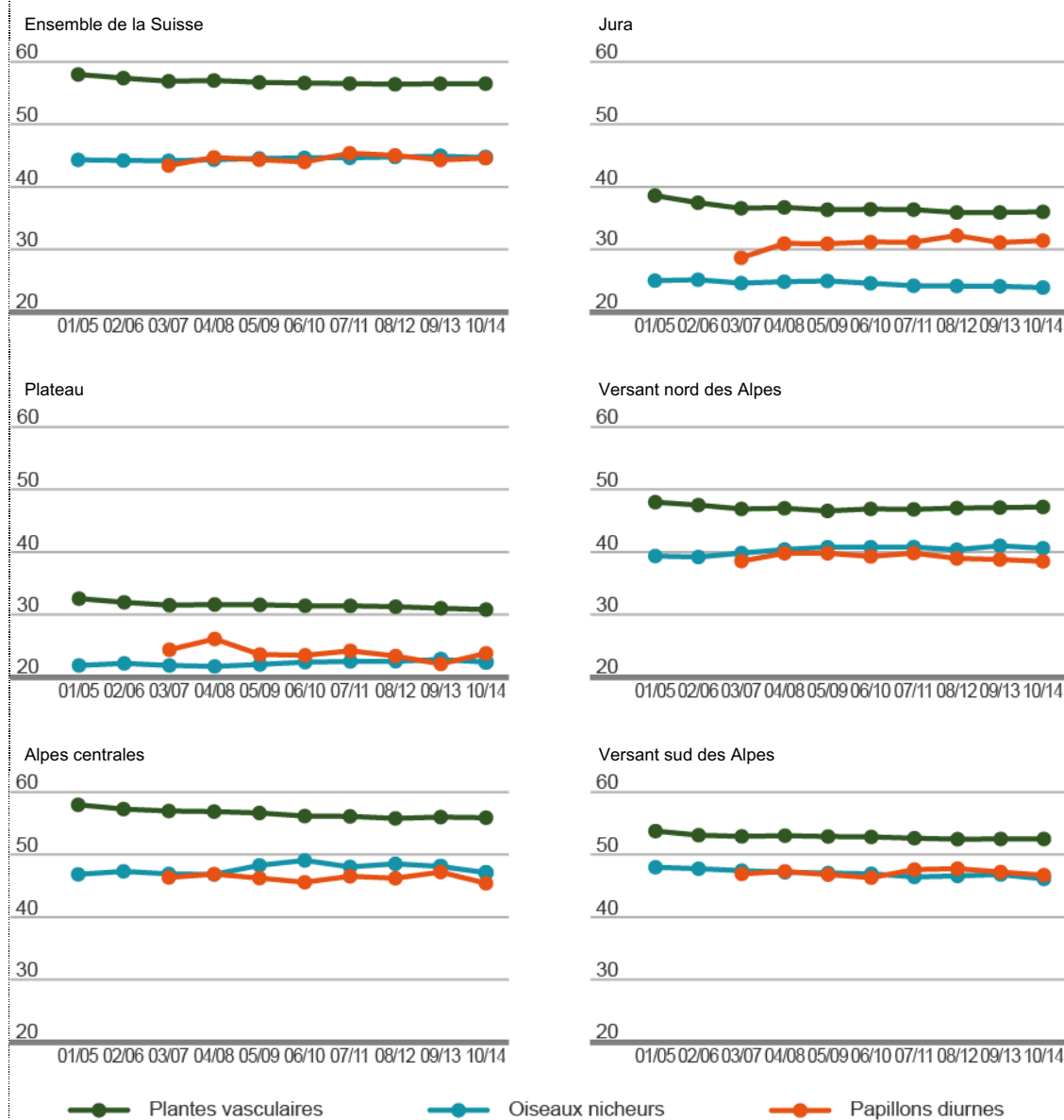
**Tab. 1: Tendance de développement des biocénoses dans les paysages suisses 2005–2014**

Région biogéographique	Tendance plantes vasculaires	Tendance oiseaux nicheurs	Tendance papillons diurnes
Ensemble de la Suisse	↘	→	→
Jura	↘	↘	→
Plateau	↘	→	→
Versant nord des Alpes	→	→	→
Alpes centrales	↘	→	→
Versant sud des Alpes	↘	→	→

© MBD (indicateur Z12). Sources: Relevés du MBD. État: mai 2015

### Graphique 1: Développement des biocénoses dans les paysages suisses 2001–2014

Indice Simpson moyen de toutes les comparaisons par paires des carrés kilométriques depuis le début des relevés. Toutes les surfaces d'échantillonnage sont traitées sur une période de cinq ans. La comparaison complète de toutes les surfaces s'effectue donc sur la même période.



© MBD (indicateur Z12). Sources: Relevés du MBD. État: mai 2015

\*Les papillons diurnes ne sont recensés que depuis 2003.

#### Commentaires

- Les différences de valeur d'indicateur entre les groupes d'espèces sont définies d'après la distribution des fréquences des différentes espèces. Plus un groupe d'espèces contient d'espèces rares et plus la valeur d'indicateur est élevée. L'indicateur décrit cependant surtout l'évolution temporelle, c'est-à-dire la progression ou la régression de la diversité des biocénoses au cours de l'année.
- La diversité des biocénoses dans les paysages suisses évolue différemment du nombre d'espèces des différentes surfaces d'échantillonnage: une progression du nombre d'espèces de plantes vasculaires a par exemple été observée au cours des 10 dernières années (cf. fiche de données de base de l'indicateur «Diversité des espèces dans les paysages (Z7)»). Dans le même temps, les

biocénoses de plantes vasculaires se sont quant à elles uniformisées et se ressemblent de plus en plus. Cette tendance pour les plantes vasculaires se confirme dans presque toutes les régions, sauf sur le versant nord des Alpes où elle n'a plus été observée depuis 10 ans. Cet appauvrissement général des biocénoses végétales se traduit globalement par une baisse de la biodiversité. Les chercheurs pensent que les services écosystémiques dépendent de la richesse de la biodiversité végétale (Isbell et al., 2011).

- Au cours des dix dernières années, la diversité des biocénoses aviaires n'a pratiquement pas évolué. La progression observée sur le Plateau s'est quant à elle atténuée. L'exploitation plus intensive dans le Jura (Horch et al., 2008) est probablement responsable de l'appauvrissement des biocénoses aviaires dans cette région au cours de cette même période.
- Si l'on ne considère pas seulement les 10 dernières années, mais la totalité de la période d'observation depuis 2001, d'autres évolutions – parfois divergentes – de la diversité des biocénoses apparaissent: ainsi sur l'ensemble de la période d'observation, la diversité des biocénoses aviaires progresse dans toute la Suisse ainsi que sur le Plateau et le versant nord des Alpes, contrairement à ce qu'indique le tableau 1 pour les 10 dernières années, durant lesquelles l'évolution est stable.
- En ce qui concerne les papillons diurnes, les variations annuelles de l'indicateur sont particulièrement importantes (cf. fiche de données de base de l'indicateur «Diversité des espèces dans les paysages (Z7)»). Cette évolution de la diversité des biocénoses ne pourra être par conséquent confirmée ou infirmée que dans les prochaines années.

## Biocénoses dans les paysages suisses: état

Le graphique 2 montre la diversité des biocénoses de plantes vasculaires, d'oiseaux nicheurs et de papillons diurnes durant la période d'échantillonnage 2010 à 2014 dans les paysages de différentes régions de Suisse. Plus les biocénoses sont identiques dans les carrés kilométriques, plus la valeur de l'indicateur est faible, et inversement. Au niveau régional, les biocénoses les plus variées se retrouvent dans les paysages du versant sud des Alpes et des Alpes centrales. De manière générale, les biocénoses les plus homogènes se situent dans les paysages du Plateau.

**Graphique 2: Diversité des biocénoses dans les paysages suisses 2010–2014.**

*Indice Simpson moyen de toutes les comparaisons par paires de carrés kilométriques. Plus la coloration des régions biogéographiques est prononcée, plus la diversité des biocénoses y est importante.*

Plantes vasculaires

Oiseaux nicheurs

Papillons diurnes



© MBD (indicateur Z12). Sources: Relevés du MBD. État: mai 2015

### Commentaires

- Les biocénoses de plantes vasculaires et d'oiseaux nicheurs du Jura sont presque aussi homogènes que sur le Plateau. La diversité des biocénoses de papillons diurnes est en revanche légèrement supérieure dans le Jura.
- La différence entre le plateau et le Jura d'une part et les régions alpines d'autre part est due aussi bien à des raisons liées à l'exploitation que d'ordre naturel. Du fait des variations d'altitude plus importantes et du relief plus marqué, les régions alpines abritent naturellement des biocénoses plus diverses que les zones de plaine. Toutefois, l'homogénéité des communautés dans le plateau et le Jura s'explique aussi très probablement par l'exploitation intensive de ces régions, qui a entraîné la disparition des particularités locales (Chételat et al., 2013).
- La valeur de l'indicateur pour la Suisse (voir annexe 1) n'est pas directement comparable aux valeurs recensées dans les régions biogéographiques. Celles-ci ayant été définies selon un modèle de répartition florale et faunique homogène (Gonseth et al., 2001), il est logique que la diversité des biocénoses soit supérieure quand on observe la Suisse dans son ensemble.
- Les chiffres complets ainsi que d'autres informations sont disponibles dans l'annexe 1.

## Biocénoses dans les habitats: évolution dans le temps

Le tableau 2 montre l'évolution de la diversité des biocénoses dans les habitats et dans les différents types d'exploitation au cours des dix dernières années. Les flèches descendantes indiquent une homogénéisation croissante des biocénoses, les flèches ascendantes une tendance à la diversification des espèces.

Le graphique 3 illustre l'évolution sur 14 ans de l'indicateur depuis le début des relevés du BDM en 2001.

La diversité des biocénoses de mollusques diminue actuellement dans plusieurs types d'habitats: les forêts, les prairies et les pâturages, les prairies alpestres et les montagnes ainsi que les zones d'habitation. La tendance à l'homogénéisation des plantes vasculaires s'est entre-temps atténuée. Depuis dix ans, elle n'est plus observable que dans les forêts. Les biocénoses de mousses tendent en revanche à se diversifier, tout du moins dans les forêts, les zones d'habitation et les prairies alpestres.

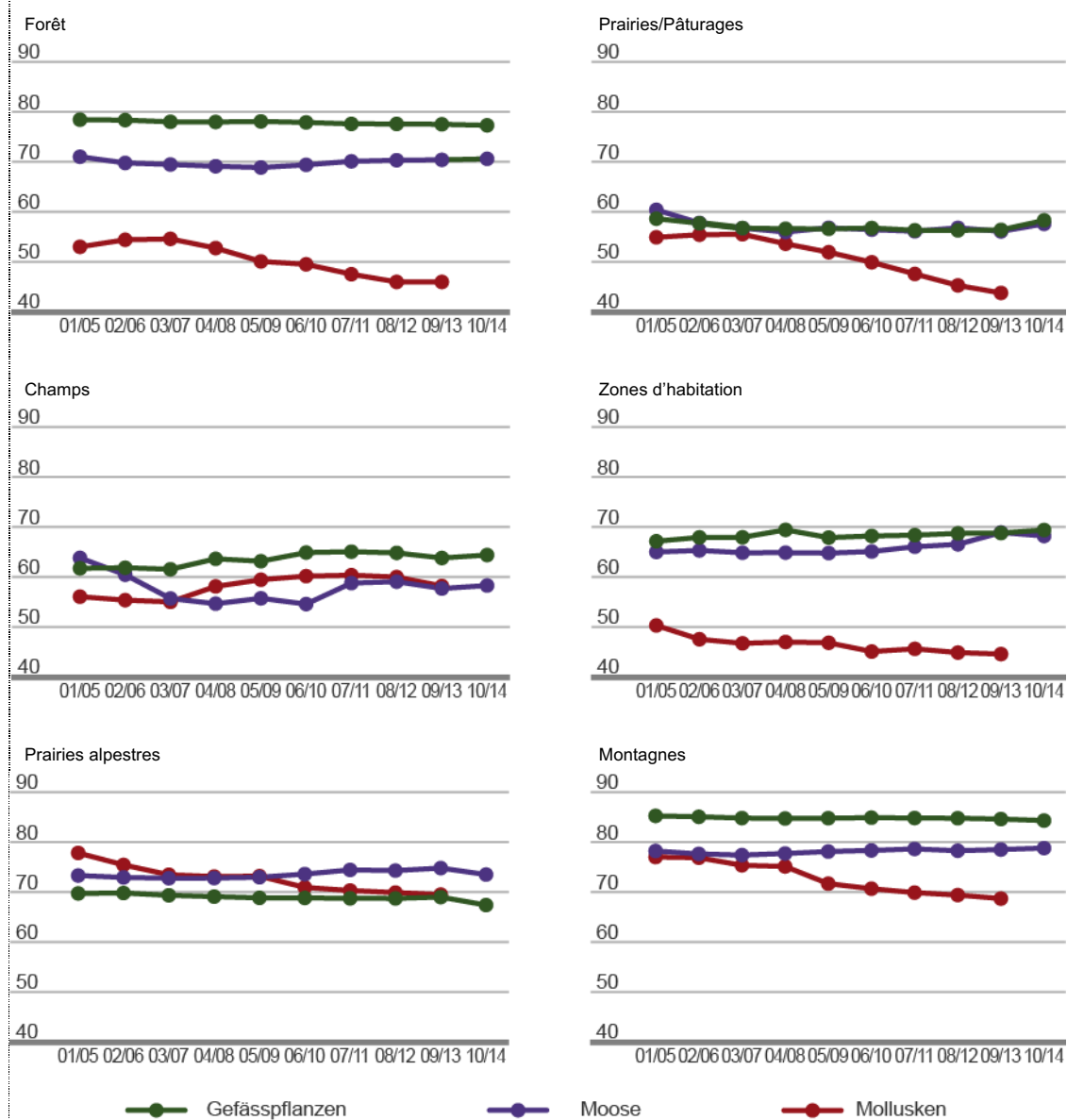
Habitat/Type d'exploitation	Tendance plantes vasculaires	Tendance mousses	Tendance mollusques
Forêt	↘	↗	↘
Prairies/Pâturages	→	→	↘
Champs	→	→	→
Zones d'habitation	↗	↗	↘
Prairies alpestres	↗	↗	↘
Montagnes	→	→	↘

© MBD (indicateur Z12). Sources: Relevés du MBD. État: mai 2015

\*Pour les mollusques, seules les données jusqu'à 2013 incluse sont disponibles.

**Graphique 3: Évolution des biocénoses dans les habitats 2001-2014\***

Indice Simpson moyen de toutes les comparaisons des surfaces d'échantillonnage depuis le début des relevés. Toutes les surfaces d'échantillonnage sont traitées sur une période de cinq ans. La comparaison complète de toutes les surfaces s'effectue donc sur la même période.



© MBD (indicateur Z12). Sources: Relevés du MBD. État: mai 2015

\*Pour les mollusques, seules les données jusqu'à 2013 incluse sont disponibles.

**Commentaires**

- Les différences de valeur d'indicateur entre les groupes d'espèces sont définies d'après la distribution des fréquences des différentes espèces. Plus un groupe d'espèces contient d'espèces rares et plus la valeur d'indicateur est élevée. L'indicateur décrit cependant surtout l'évolution temporelle.
- Au cours des dix dernières années, les biocénoses de plantes vasculaires des forêts se sont homogénéisées. Cette tendance pourrait être due entre autres à l'apport en nutriments en provenance de l'atmosphère (Kohli, 2011). Dans les prairies et les pâturages ainsi que sur les surfaces inexploitées en montagne, une homogénéisation des biocénoses peut être observée, en tout cas sur

toute la période de mesure de 14 ans. Ici aussi, l'apport en nutriments en provenance de l'atmosphère pourrait avoir desservi la diversité des biocénoses (Roth et al., 2013; voir aussi les résultats de l'indicateur E6 «Charge en nutriments dans le sol»). Au cours des dix dernières années, cette tendance s'est toutefois atténuée et n'est plus significative.

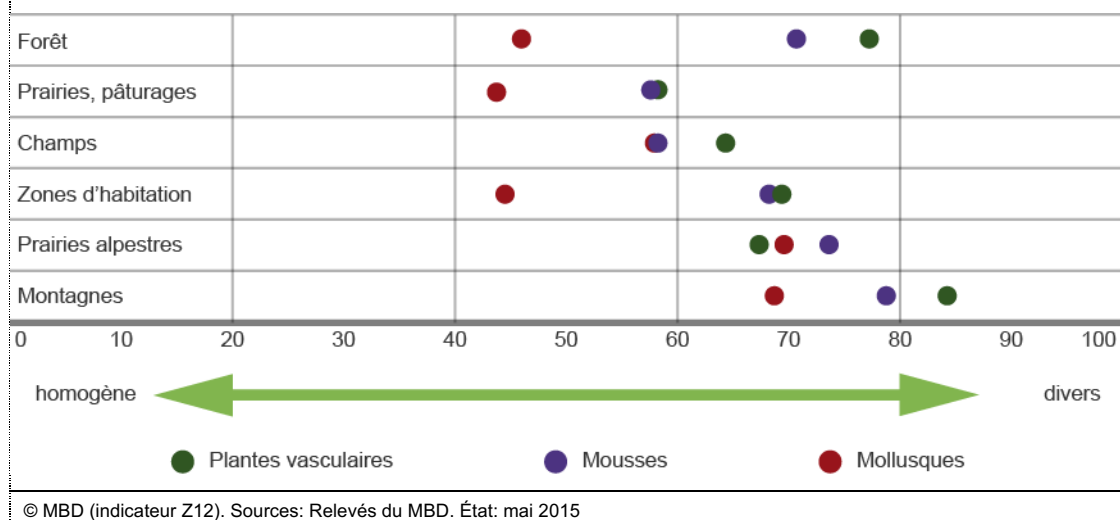
- Une progression de la diversité des biocénoses de plantes vasculaires est même constatée dans les zones d'habitation. Les évaluations spéciales du MBD indiquent que les plantes rudérales thermophiles prolifèrent actuellement à basse altitude (Bühler, 2012). Si cela devait être également le cas pour les espèces jusqu'à présent rares sur les surfaces du MBD, la diversité des biocénoses s'en trouverait alors rehaussée. Des plantes telles qu'*Oxalis fontana*, *Setaria viridis* ou *Arenaria serpyllifolia* agg. sont des exemples de cette tendance. Bien qu'elles ne poussent jusqu'à présent que sur 1 à 2 pour cent des surfaces d'échantillonnage, chacune d'entre elles a colonisé 4 à 8 nouvelles surfaces d'échantillonnage au cours des dernières années.
- À l'exception des champs, la diversité des biocénoses de mollusques régresse sur tous les types d'exploitation. Ce recul est imputable à la prolifération d'espèces de mollusques déjà répandues et peu exigeantes en termes d'habitat (espèces ubiquistes). La fiche de données de base de l'indicateur «Diversité des espèces dans les habitats (Z9)» fournit davantage d'informations à ce sujet.
- Dans les prairies alpêtres, les biocénoses de mousse ne cessent de se diversifier. Cette évolution pourrait être due à une extensification, voire à un abandon de l'exploitation, dans les étages subalpins. Dans les prairies et les pâturages de basse altitude, les biocénoses sont en revanche de plus en plus homogènes. Cette évolution n'est cependant significative que sur les 14 années de relevés. Elle pourrait résulter d'une intensification de l'exploitation à basse altitude. Une évaluation spéciale du MBD consacrée aux changements d'exploitation dans les régions d'estivage a effectivement révélé une tendance à l'extensification des pâturages d'altitude difficilement accessibles et une intensification des pâturages de plaine facilement accessibles.
- Dans les forêts, les biocénoses de mousses tendent à se diversifier. Ceci pourrait être dû à l'augmentation de la proportion de feuillus ainsi que des aires de chablis, bénéfiques en termes de diversité structurelle et de stocks de bois mort (Brändli, 2010).
- Dans les zones d'habitation, la diversité des biocénoses de mousses a progressé au cours des 10 dernières années. Cette tendance n'a été établie avec certitude qu'en 2014. Ses causes sont inconnues et seules des suppositions peuvent être avancées: il est possible ainsi que la forte activité de construction joue un rôle. En effet, contrairement aux plantes vasculaires, certaines variétés de mousses spécialisées peuvent coloniser des surfaces lisses et former des biocénoses caractéristiques, par exemple sur le béton ou sur les toits des maisons. Parmi les spécialistes de ce type d'habitats, on trouve des variétés répandues telles que *Ceratodon purpureus* et *Syntrichia ruralis*. Les données du MBD indiquent que ces variétés ont effectivement gagné du terrain dans les zones d'habitation (voir l'indicateur «Effectifs d'espèces largement répandues Z8»). D'autres variétés de mousses répandues, telles que *Brachythecium rivulare* et *Hypnum cupressiforme*, souffrent en revanche de la progression des surfaces construites. Ces évolutions contraires pourraient concourir à une progression de la diversité des biocénoses.

## Biocénoses dans les habitats: état

Le graphique 4 montre la diversité des biocénoses dans les habitats durant la période d'échantillonnage 2010 à 2014. Plus les biocénoses sont identiques sur les différentes surfaces de dix mètres carrés, plus la valeur de l'indicateur est faible, et inversement. C'est dans l'habitat «montagne» que la diversité des biocénoses est généralement la plus élevée. Ce type d'habitats se compose pour l'essentiel de surfaces de haute montagne.

**Graphique 4: Diversité des biocénoses dans les habitats 2010–2014\***

Indice Simpson moyen de toutes les comparaisons par paires de surfaces d'échantillonnage de dix mètres carrés. La valeur d'indicateur se situe entre 0 (homogène) et 100 (divers).



\*Pour les mollusques, seules les données jusqu'à 2013 incluse sont disponibles.

**Commentaires**

- Par «Montagnes», on entend les surfaces alpines ne faisant pas l'objet d'une exploitation (éboulis, prairies alpines, rochers et landes), toutefois sans glaciers ou rochers inaccessibles.
- La diversité des sites est plus importante dans les montagnes que par exemple dans les forêts ou les prairies. En montagne, les conditions locales – entre autres la température, l'humidité ou le substrat – sont souvent très hétérogènes et peuvent varier du tout au tout sur une distance de seulement quelques centimètres. C'est la raison pour laquelle on y trouve de nombreuses espèces spécialisées. La diversité des biocénoses en est d'autant plus élevée.
- Les pâturages d'altitude se caractérisent, eux aussi, par une forte diversité des biocénoses – surtout celles de mousses et de mollusques. Les biocénoses de plantes vasculaires sont en revanche plus variées en forêt.
- Les chiffres complets ainsi que d'autres informations sont disponibles dans l'annexe 2.

**Biocénoses dans les étages altitudinaux**

Les graphiques suivants montrent la diversité des biocénoses dans les forêts (graph. 5a) ainsi que dans les prairies et les pâturages (graph. 5b). La diversité des biocénoses y est indiquée pour trois étages altitudinaux pour la période d'échantillonnage des 5 dernières années, de 2010 à 2014. Plus les biocénoses sont similaires entre les différentes surfaces de dix mètres carrés, plus la valeur de l'indicateur est faible, et inversement.

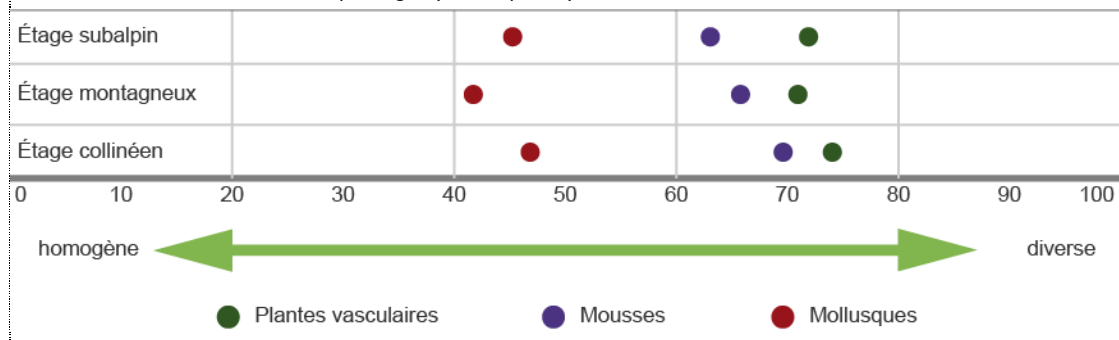
Les forêts de plaine abritent les biocénoses de mousses les plus diversifiées.

Les compositions des espèces de plantes vasculaires, de mousses et de mollusques sont plus variées dans les prairies et pâturages subalpins que dans les prairies et pâturages de basse altitude.



**Graphique 5a: Diversité des biocénoses par étages altitudinaux: Forêts 2010–2014**

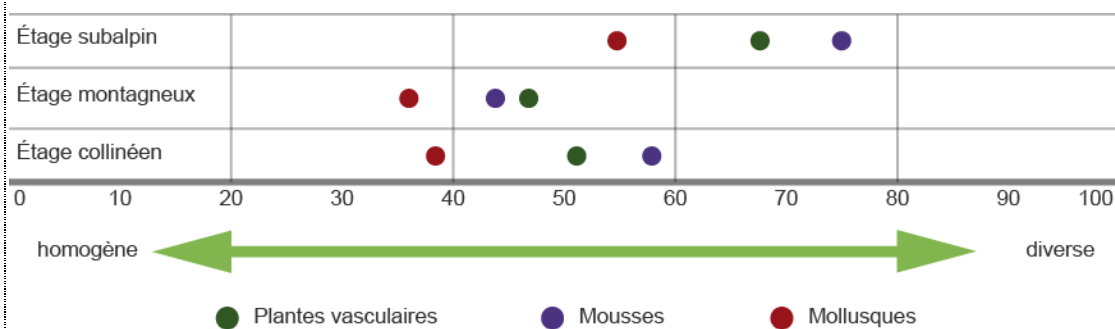
Indice Simpson moyen de toutes les comparaisons par paires de surfaces d'échantillonnage de dix mètres carrés. La valeur d'indicateur se situe entre 0 (homogène) et 100 (divers).



© MBD (indicateur Z12). Sources: Relevés du MBD. État: mai 2015

**Graphique 5b: Diversité des biocénoses par étages altitudinaux: Prairies et pâturages 2010–2014**

Indice Simpson moyen de toutes les comparaisons par paires de surfaces d'échantillonnage de dix mètres carrés. La valeur d'indicateur se situe entre 0 (homogène) et 100 (divers).



© MBD (indicateur Z12). Sources: Relevés du MBD. État: mai 2015

**Commentaires**

- Pour les forêts, prairies et pâturages, il convient de procéder à une subdivision par altitude. Dans ces habitats, différentes biocénoses se développent en effet en fonction de l'étage altitudinal, car de nombreuses espèces ne sont présentes que jusqu'à une certaine altitude. L'exploitation de ces habitats varie aussi selon l'altitude. La répartition des étages d'altitude repose sur les «Niveaux thermiques de la Suisse» (Schreiber et al., 1997). Les catégories utilisées ont été simplifiées en vue de l'évaluation du MBD et regroupées dans les trois étages altitudinaux collinéen, montagneux et subalpin.
- La diversité des biocénoses de plantes vasculaires et de mousses des forêts de plaine est supérieure à celle des forêts d'altitude. L'indicateur «Diversité des espèces dans les habitats (Z9)», qui définit la diversité des espèces uniquement au travers du nombre d'espèces dresse un constat inverse: la diversité des espèces de plantes vasculaires et de mousses dans les forêts de plaine y apparaît nettement plus faible que dans les étages subalpins. Cet exemple et le suivant montrent que la diversité des biocénoses et la diversité des espèces ne doivent pas être en corrélation.

- Chez les mollusques, les nombres d'espèces dans les habitats des forêts, des prairies et des pâturages diminuent en altitude (cf. fiche de données de base de l'indicateur «Diversité des espèces dans les habitats (Z9)»). En revanche, la diversité des biocénoses est la plus importante dans les prairies et pâturages subalpins. Les zones de hautes montagnes séparées par des barrières naturelles occasionnent, en particulier à cause des groupes d'espèces à faible mobilité, des différences marquées entre les biocénoses de certains sites, et donc une valeur supérieure de l'indicateur Z12.
- Les compositions des espèces de plantes vasculaires et de mousses sont aussi plus variées dans les prairies et pâturages subalpins que dans les prairies et pâturages de basse altitude.
- Les chiffres complets ainsi que d'autres informations sont disponibles dans l'annexe 3.

## Importance pour la biodiversité

La «diversité des biocénoses» au sens de l'indicateur Z12 est souvent désignée sous l'appellation «diversité bêta» dans la littérature spécialisée. Cette expression est cependant controversée, car elle est utilisée pour décrire différents phénomènes de la biodiversité. C'est pourquoi le MBD utilise le terme «diversité des biocénoses» plutôt que «diversité bêta» et entend par là une composition spécifiquement locale des biocénoses.

Un habitat se caractérise avant tout par les espèces typiques ou présentant des exigences écologiques spécifiques. Ces espèces typiques confèrent à un site son caractère unique. Les espèces dont la distribution est fortement limitée peuvent aussi contribuer à des biocénoses spécifiques à leur région. Cela signifie une perte de la diversité locale, lorsque les communautés d'espèces convergent en général. L'activité humaine peut entraîner une homogénéisation des habitats ou des paysages, par exemple lorsque des espèces allochtones sont introduites ou plantées. Il en résulte une uniformisation des biocénoses et une perte de la diversité locale.

Les méthodes rationnelles d'exploitation des sols (par exemple fumage ou irrigation) ou l'aménagement des paysages créent partout des conditions de vie analogues. Si, de ce fait, les particularités des habitats spécifiques aux sites, mais aussi d'ordre culturel, disparaissent, il n'est guère surprenant que les biocénoses ne se distinguent presque plus d'une région à une autre. De plus en plus déploré, ce phénomène a été qualifié «d'homogénéisation biotique» au cours des dernières 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, qui ont alors toutes la même apparence sur l'ensemble du territoire.

Cela montre 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 aux espèces allochtones ou peu exigeantes, capables de s'implanter dans de nombreux habitats différents et d'évincer des espèces spécialisées, entraînant une homogénéisation et un appauvrissement de nos paysages et habitats. La multiplication des prairies grasses, dont l'apport en engrais privilégie les espèces généralistes qui apprécient les sols humifères telles que le pissenlit au détriment des espèces typiques de plantes vasculaires des prairies riches en fleurs, en est le parfait exemple.

## Définition de l'indicateur

Pour les données de l'indicateur «Diversité des espèces dans les paysages (Z7)»: évolution de l'indice Simpson moyen (indice de diversité) relativement à toutes les comparaisons par paires des listes d'espèces présentes sur les surfaces d'un kilomètre carré pour la zone observée, exprimée en pourcentage (entre 0 et 100).

Pour les données de l'indicateur «Diversité des espèces dans les habitats (Z9)»: évolution de l'indice Simpson moyen (indice de diversité) relativement à toutes les comparaisons par paires des surfaces de dix mètres carrés pour le type de surfaces d'exploitation observé, exprimée en pourcentage (entre 0 et 100).

## Méthode de calcul

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

1. La liste d'espèces d'une première surface d'échantillonnage est comparée par paires avec celle de toutes les autres surfaces d'échantillonnage d'une strate. L'indice Simpson est calculé pour chaque comparaison d'après la formule suivante (Koleff et al., 2003):

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

$a$  représente le nombre d'espèces présentes sur les deux surfaces,  $b$  et  $c$  le nombre d'espèces présentes sur seulement une des deux surfaces.

2. Le même processus est appliqué à la deuxième surface d'échantillonnage d'une strate. La liste d'espèces de cette dernière est comparée à celle de la troisième surface d'échantillonnage et à toutes les autres surfaces de la strate. Le processus est répété jusqu'à ce qu'un indice Simpson soit disponible pour toutes les paires de surfaces possibles de la strate.

3. La moyenne de tous les indices Simpson calculés, exprimée en pourcentage entre 0 et 100, donne la valeur de l'indicateur.

Si le principe du calcul est simple, il requiert cependant beaucoup de temps en raison des nombreuses comparaisons à effectuer. Afin d'évaluer l'exactitude de la valeur de l'indicateur, un taux de fiabilité de ce dernier est établi au moyen d'une méthode de 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.

Pour l'indicateur Z9, il arrive souvent que les résultats ne puissent pas être affectés de manière sûre à une espèce, par exemple si seul un fragment de mollusque ou le germe d'une plante a été trouvé. Les preuves de ce type sont tout de même comptabilisées s'il est certain qu'elles n'appartiennent pas à une espèce déjà observée sur la surface d'échantillonnage. Pour l'indicateur Z12, ces espèces supplémentaires peuvent également être prises en compte au moyen d'un calcul par simulation. Dans ce cadre, on part de l'hypothèse que les espèces supplémentaires présentent la même distribution des fréquences que les espèces trouvées dans la strate étudiée.

Pour plus d'informations sur la méthodologie, veuillez vous référer à la publication «Spread of common species results in local scale floristic homogenization in grassland of Switzerland» (Bühler & Roth, 2011).

## Informations complémentaires

### Personne de contact pour l'indicateur Z12

Tobias Roth, roth@hintermannweber.ch, +41 (0)61 717 88 62

### Autres indicateurs sur ce thème

- > Z7: Diversité des espèces dans les paysages
- > Z9: Diversité des espèces dans les habitats

### Autres sources d'information

- > Informations détaillées sur le Monitoring des oiseaux nicheurs répandus (MONiR) et le Swiss Bird Index (SBI): [www.vogelwarte.ch](http://www.vogelwarte.ch)

### Bibliographie

- Brändli, U.-B., 2010: Inventaire forestier national suisse. Résultats du troisième relevé 2004 – 2006. Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL, Birmensdorf.
- Bühler, C.; Roth, T., 2011: Spread of common species results in local scale floristic homogenization in grassland of Switzerland. *Biodiversity and Distributions* 17: 1089–1098.
- Bühler, C., 2012: Traces du changement climatique? MBD-Facts N° 4, Office fédéral de l'environnement, Berne.
- Chételat, J.; Kalbermatten, M.; Lannas, K. S. M.; Spiegelberger, T.; Wettstein, J.-B.; Gillet, F.; Buttler, A., 2013: A Contextual Analysis of Land-Use and Vegetation Changes in Two Wooded Pastures in the Swiss Jura Mountains. - *Ecology and Society* 18.
- Gonseth, Y; Wohlgemuth, T.; Sansonnens, B.; Buttler, A., 2001: Les régions biogéographiques de la Suisse – Explications et division standard. Cahier de l'environnement n° 137. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage Berne. 48 pages.
- Horch, P.; Rehsteiner, U.; Berger-Flückiger, A.; Müller, M.; Schuler, H.; Spaar, R., 2008: Bestandsrückgang des Braunkehlchens *Saxicola rubetra* in der Schweiz, mögliche Ursachen und Evaluation von Fördermassnahmen. *Der Ornithologische Beobachter* 105(3): 267-298.
- Isbell, F.; Calcagno, V.; Hector, A.; Connolly, J.; Harpole, W. S.; Reich, P. B.; Loreau, M., 2011: High plant diversity is needed to maintain ecosystem services. - *Nature* 477: 199-U196.
- Keller, V.; Zbinden, N.; Schmid, H.; Volet, B., 2001: Liste rouge des oiseaux nicheurs menacés de Suisse. Éditeur, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne, et Station ornithologique suisse de Sempach. Série OFEFP «L'environnement pratique. 57 p.
- Kohli, L., 2011: Traces du changement climatique? Office fédéral de l'environnement, OFEV. MBD Facts n° 3.
- Koleff, P.; Gaston, K. J.; Lennon, J. J., 2003: Measuring beta diversity for presence-absence data. *Journal of Animal Ecology* 72: 367-382.
- Mollet, P.; Zbinden, N.; Schmid, H., 2009: Steigende Bestandszahlen bei Spechten und anderen Vogelarten dank Zunahme von Totholz? - *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 160: 334-340.
- Roth, T.; Kohli, L.; Rihm, B.; Achermann, B., 2013: Nitrogen deposition is negatively related to species richness and species composition of vascular plants and bryophytes in Swiss mountain grassland. - *Agriculture, Ecosystems & Environment* 178: 121-126.
- 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.

*Ces informations se fondent sur le document allemand 1260\_Z12\_Basisdaten\_2014\_v1 du 16 déc 2015.*