

NOVEMBRE | 2022



# HOTSPOT

## numéro spécial

Le magazine du Forum Biodiversité Suisse

# Le Monitoring de la biodiversité en Suisse (MBD) a 20 ans



QUOI, OÙ  
ET COMMENT?

LES PROTAGONISTES

ANALYSES  
ET TEMPS FORTS

## Éditorial

### IMPRESSUM

#### HOTSPOT

Le magazine du Forum Biodiversité Suisse

NUMÉRO SPÉCIAL «Le Monitoring de la biodiversité en Suisse (MBD) a 20 ans»

#### Édition

Forum Biodiversité Suisse, Académie des sciences naturelles (SCNAT)

Laupenstrasse 7 • case postale • CH-3001 Berne • tél. +41 (0)31 306 93 40 • biodiversity@scnat.ch • biodiversity.scnat.ch

#### Rédaction

Florian Altermatt, Tabea Kipfer, Gregor Klaus, Daniela Pauli, Matthias Plattner, Tobias Roth, Adrian Zangger

#### Autrices et auteurs du bloc d'articles du MBD,

pp. 7 à 37: Stefan Birrer, Christoph Bühler, Markus Fluri, Nico Heer, Pascale Hutter, Tabea Kipfer, Yasemin Kurtogullari, Lukas Kohli, Nicolas Martinez, Matthias Plattner, Tobias Roth, Thomas Stalling, Enrica Steiner, Christian Stickelberger, Adrian Zangger

**Autrices et auteurs des autres textes:** voir l'article correspondant

**Mise en page:** Esther Schreier, Bâle

**Infographiques pp. 8-13:** ikonaut

**Traduction:** Henri-Daniel Wibaut, Lausanne, relecture Danièle Martinoli

**Impression:** Print Media Works, Schopfheim im Wiesental (D). Papier: Circle Volume 100 g/m<sup>2</sup>, 100 % Recycling

**Tirage:** 3600 ex. en allemand, 1000 ex. en français

**Citation:** Forum Biodiversité Suisse (éd.) (2022): Le Monitoring de la biodiversité en Suisse (MBD) a 20 ans. Numéro spécial de HOTSPOT 46, 44 pp.

Ce numéro spécial est joint au HOTSPOT 46|2022. Il a bénéficié du soutien financier de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV). Les contenus ne doivent pas être en accord avec l'opinion de l'OFEV.

Ce numéro spécial ainsi que tous les numéros de HOTSPOT sont disponibles au format PDF sur le site [biodiversity.scnat.ch/hotspot](http://biodiversity.scnat.ch/hotspot).

© Forum Biodiversité Suisse, SCNAT, Berne, Novembre 2022

DOI: 10.5281/zenodo.7056941

#### Page de titre

Un collaborateur du MBD en pleine action pour le recensement des papillons diurnes. Photo Beat Ernst, Bâle



Florian Altermatt



Tobias Roth

Depuis notre plus tendre enfance, nous sillonnons la nature, fascinés par tout ce qui bouge et vit. Les jumelles et le carnet sont nos fidèles compagnons. Nous ressentons quelque part le besoin de documenter le mieux possible les observations fugitives. Chaque observation est unique. En griffonnant dans notre carnet, nous voulons la consigner pour l'avenir, car la somme de nombreuses observations permet d'établir des généralités. Il fallait donc être visionnaire, à la fin des années 1990 – nous avions tous les deux tout juste commencé nos études de biologie –, pour confier la conception du Monitoring de la biodiversité en Suisse (MBD) à plusieurs protagonistes de la Confédération, des cantons et de bureaux d'études. Standardisée, la documentation des observations de la nature est ainsi devenue une mission nationale.

Les données relevées depuis 20 ans montrent de manière systématique et représentative ce que nous ne voyons sinon qu'au plan individuel et local: la biodiversité évolue. Des espèces autrefois familières et répandues disparaissent. Parfois, de nouvelles espèces font leur apparition ou modifient leur territoire sur une grande échelle. Cela modifie peu à peu des biocénoses entières.

Non seulement la biodiversité est en mutation; c'est aussi le cas des thèmes environnementaux considérés aujourd'hui comme importants. La manière dont les données sont analysées et interprétées est également révélatrice des développements sociaux et politiques. Il convient donc de comprendre les résultats et les analyses représentatives comme des projecteurs révélant une partie de ces tendances.

Les données du MBD font aujourd'hui l'objet d'une vaste utilisation. Les travaux sur le terrain et en laboratoire ainsi que la compilation des données s'effectuent toutefois à l'arrière-plan. La qualité des données est uniquement imputable aux nombreux spécialistes. Certains sont de la partie depuis le début du MBD! Il est grand temps de donner un visage à ceux qui se cachent derrière les données.

Le réseau d'observation représentatif du MBD et les relevés standardisés sont une condition préalable à la fourniture de données fiables sur l'état et l'évolution de la biodiversité en Suisse. En l'absence de ces données sur la diversité biologique, on ne pourrait comprendre les corrélations, évaluer les facteurs d'influence ni dépister de nouveaux problèmes. Nous voudrions toutefois non seulement comprendre la biodiversité en Suisse, mais faire en sorte que les données contribuent à sa sauvegarde.

Dans certains cas, les résultats du MBD ont pu influencer des processus politiques et contribuer ainsi à la protection de la biodiversité. Par exemple, la révision des charges limites pour les dépôts d'azote. Il faut cependant renforcer ces activités. Pour y parvenir, le contexte scientifique revêt notamment de l'importance. Le Forum Biodiversité offre à cet égard la plate-forme requise. Il encourage la coopération et l'échange entre parties prenantes et scientifiques utilisant les données du MBD. Il sert aussi de laboratoire d'idées pour réfléchir à la manière de développer un monitoring qui accorde la priorité au long terme et à la pertinence des données.

Nous vous souhaitons une lecture passionnante et espérons que vous pourrez continuer à situer vos observations personnelles, combinées avec les acquis du MBD, dans un contexte national.

Florian Altermatt, président du Forum Biodiversité Suisse  
Tobias Roth, responsable des analyses spéciales auprès du MBD

# Le Monitoring de la biodiversité en Suisse (MBD)

4 **Interview** | «Le MBD est armé pour l'avenir»

## Les équipes du MBD

7 Coordination des projets

25 Plantes vasculaires et mousses

29 Papillons diurnes et oiseaux nicheurs

37 Organismes aquatiques et gastéropodes

## Infographies sur le MBD

8 Réseau de mesures Paysage

10 Réseau de mesures Habitats terrestres

12 Réseau de mesures Cours d'eau

14 Parcours des données du MBD

## Analyses et tendances

16 Schéma spatial de la diversité des espèces

18 Monotonie croissante en Suisse

20 Analyse des causes en forêt

22 Tendances variées en montagne

24 Vision ambivalente de la nature urbaine

26 Le changement climatique affecte tous les groupes d'organismes

30 Les organismes aquatiques trahissent l'état des cours d'eau

32 Davantage de papillons diurnes sur les prairies écologiques

34 Combinaison des données

## Valorisation des données du MBD

38 Contribution à l'indicateur européen des papillons

38 WBS et MBD se complètent

39 Contribution à la recherche écologique en Suisse

39 Base importante pour l'évaluation des eaux

40 Calibrage de modèles spatiaux

40 Indications précieuses sur les espèces fréquentes / moyennement fréquentes

41 Synergies avec ALL-EMA

41 Un MBD pour le DDPS

## Perspectives

44 **Le graphique du MBD** | Données du MBD pour la science

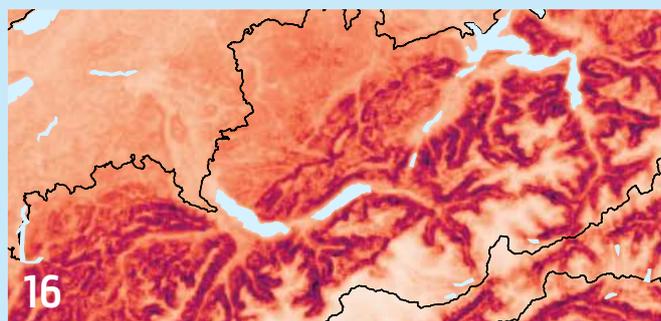
## Bibliographie

Pour des raisons de place, nous indiquerons les références bibliographiques citées dans les articles dans un document téléchargeable sur le lien suivant: > [biodiversity.scnat.ch/hotspot](https://biodiversity.scnat.ch/hotspot)



8

ikonaut



16

MBD



24

Beat Ernst, Bâle



29

Beat Ernst, Bâle



34

Thomas Warent

## INTERVIEW

## «Le MBD est armé pour faire face aux nouveaux besoins»

Le Monitoring de la biodiversité en Suisse (MBD) est un programme essentiel de la Confédération pour la surveillance de la diversité des espèces. À l'OFEV, Jean-Michel Gardaz et Glenn Litsios (jusqu'en 2021) sont en charge du MBD. Les relevés sur le terrain et le traitement des données sont effectués par la société Hintermann & Weber sa, en tant qu'entreprise générale, en collaboration avec une centaine d'entreprises et de spécialistes des espèces. Adrian Zangger a été impliqué dans ce programme dès le début de la phase de conception en 1996. Les trois experts du monitoring dressent un bilan et se tournent vers l'avenir. Les questions ont été posées par GREGOR KLAUS.

**L**orsque le MBD fut créé il y a 20 ans par l'OFEV, les objectifs étaient ambitieux: il était censé détecter de manière précoce des changements dans l'évolution de la biodiversité et permettre à l'OFEV d'effectuer des mises en garde. Le MBD a-t-il pu satisfaire ces attentes?

**Adrian Zangger:** Le MBD fournit des données concernant les tendances majeures. Nous avons, par exemple, attiré l'attention de bonne heure sur l'homogénéisation des biocénoses ainsi que sur ses causes possibles. Les données permettent également d'alimenter le débat au sujet des diverses incidences du changement climatique. Au début, certains ont peut-être été déçus que nous ne puissions fournir immédiatement des résultats. Mais comme les données comparatives faisaient défaut, il fallait d'abord faire des relevés avant que le MBD puisse remplir ses fonctions. Il a fallu attendre deux cycles – dix ans! – pour pouvoir formuler une première affirmation à propos de l'évolution de la diversité des espèces. À partir de 2010, nous avons pu documenter des changements importants, comme le montrent les articles du présent numéro spécial de HOTSPOT.

**Jean-Michel Gardaz:** L'OFEV est très satisfait du MBD. Avec ses deux réseaux d'échantillons, le programme était une nouveauté et avait un caractère pionnier évident. Au début de ce siècle, aucun autre pays n'avait élaboré, même de loin, un programme aussi sophistiqué sur le plan méthodologique. Nous étions un exemple pour de nombreux pays. Jusqu'à ce que le programme puisse démarrer, des experts et des expertes ont mené pendant cinq ans des débats intenses et passionnés, mais aussi polémiques. Et c'était une bonne chose. Il était question, par exemple, du nombre et de la taille des surfaces d'étude, du choix des groupes d'organismes, des méthodes de relevés et de mesures.

**Zangger:** Le pionnier parmi les pionniers était d'ailleurs le canton d'Argovie, avec son programme de monitoring LANAG pour la surveillance à long terme de la diversité des espèces à l'échelle du canton. Nous avons tiré bénéfice des travaux liés à ce programme et nous les avons perfectionnés pour l'ensemble de la Suisse. Au début, nous faisons face à un choix: effectuer de nombreuses mesures approfondies sur peu de surfaces ou bien recenser certaines composantes de la biodiversité sur de très nombreuses surfaces. C'est heureusement la seconde variante qui l'a emporté, car le monitoring doit avoir pour objectif de pouvoir tirer des conclusions représentatives de toute la Suisse. En termes simplifiés, le MBD est un recensement standardisé dans le temps.

**Glenn Litsios:** Aujourd'hui, il existe certes aussi des monitorings de la biodiversité dans d'autres pays, mais ils se concentrent en général sur des zones protégées ou des milieux bien déterminés. Seuls quelques-uns de ces réseaux couvrent un pays entier. En Suisse, nous bénéficions de l'article 699 du Code civil, qui permet l'accès

aux forêts et aux pâturages. En France, par contre, il est interdit d'accéder aux terrains privés. Il n'y est pas possible de définir des surfaces d'échantillonnage selon le principe de la sélection aléatoire. Je suis ravi que la Suisse puisse tirer des conclusions pour l'ensemble du territoire national.

**Le MBD travaille avec deux réseaux terrestres. L'un porte sur la diversité des espèces dans les paysages, l'autre sur les habitats. Deux échelles différentes sont-elles vraiment nécessaires?**

**Zangger:** Oui, absolument! D'abord, les groupes d'espèces étudiés nécessitent des réseaux de mesures différents. Cela n'aurait pas de sens de recenser les gastéropodes ou les mousses et des animaux aussi mobiles que les papillons et les oiseaux sur des surfaces présentant la même taille. Ensuite, un réseau s'intéresse à l'évolution à l'intérieur des habitats et l'autre, aux changements survenus au niveau du paysage. Avec les plantes vasculaires, recensées sur les deux réseaux de mesure, nous pouvons étudier si des causes et des effets différents agissent à l'intérieur des habitats et au niveau du paysage.

**«En termes simplifiés, le MBD est un recensement standardisé dans le temps.»**

Adrian Zangger

**Litsios:** Les données issues des deux réseaux de mesure permettent de répondre à des questions très différentes. Ainsi, l'influence de l'apport en azote peut surtout être observée à l'échelon local, c'est-à-dire sur des surfaces de 10 m<sup>2</sup>. Les carrés kilométriques que nous utilisons dans l'autre réseau de mesure nous permettent, par exemple, de suivre l'influence de l'utilisation du sol. Avec les deux réseaux combinés, nous sommes parfaitement équipés. La grande diversité des données de base nous permet de rester très flexibles, car les problèmes futurs auxquels nous ne pensons pas encore aujourd'hui ont de grandes chances de pouvoir être analysés. La biodiversité est tellement complexe que nous sommes contraints d'observer plusieurs niveaux.

**Zangger:** Cette souplesse apparaît précisément en ce qui concerne le changement climatique: lorsque nous avons élaboré le programme au milieu des années 1990, le climat n'était pas la question essentielle. Aujourd'hui, nous pouvons parfaitement montrer les incidences du changement climatique sur la biodiversité – et

pas seulement la migration des espèces en altitude, mais aussi l'évolution en plaine et en ville.

**Gardaz:** Je vois en général des parallèles évidents entre le MBD et le système de santé. On mesure par exemple régulièrement la température des personnes vulnérables. Si les médecins constatent de la fièvre, des analyses et des mesures complémentaires sont nécessaires.

**Litsios:** C'est une bonne comparaison! On pourrait aussi dire que le MBD, c'est comme MétéoSuisse. Nous mesurons et montrons les changements – et nous transmettons les informations à la société, à la classe politique et à la science. Il est très important de travailler sur le long terme et sans interruption. La valeur des réseaux de mesures n'apparaît qu'avec le temps. Si nous avons de la continuité, nous serons prêts pour l'avenir.

**Gardaz:** Les politiques, les scientifiques ainsi que les experts et les expertes constatent de manière grandissante la plus-value du MBD. De même, le compromis entre une résolution spatiale suffisante et une redondance nécessaire s'avère efficace. Le MBD est donc bien armé pour faire face à de nouveaux besoins.

**Zangger:** Les surfaces en altitude en donnent un bon exemple: autrefois remises en question, elles suscitent aujourd'hui un vif intérêt dans le contexte du changement climatique. Des indices montrent que des changements majeurs ont lieu dans les régions de montagne et dans les vallées, à l'instar des années 1970 et 1980 sur le Plateau suisse. Ils sont maintenant analysés en détail au WSL en tenant compte des données du MBD et d'autres programmes.

**Durant les premières années, le MBD s'est efforcé de suivre toutes les influences importantes subies par la biodiversité à l'aide de 32 indicateurs. Il traitait également des données issues de sources très variées. Aujourd'hui, il n'y a plus que les deux réseaux de mesures terrestres et un réseau pour les milieux aquatiques. Pourquoi cette réduction?**

**Zangger:** Ces réseaux de mesure étaient au cœur du MBD dès le départ. Durant la phase de conception, il a été souhaité qu'un système plus complet soit suivi en ce qui concerne l'état de la biodiversité ainsi que les facteurs d'influence et les mesures à prendre, notamment aussi en fonction des propositions internationales de l'époque. Les 32 indicateurs constituaient un vaste catalogue, même si nous traitons majoritairement des données issues d'autres sources. Notre mandat a été redimensionné par la suite, et nous nous concentrons à nouveau sur l'activité principale – c'est-à-dire le relevé de séries de données reproductibles dans le temps.

**Qu'en est-il de tous les autres indicateurs?**

**Gardaz:** Les indicateurs environnementaux de l'OFEV, les listes rouges et les nouveaux programmes de surveillance, tels que le suivi des effets de la protection des biotopes en Suisse (WBS) et «Espèces et milieux agricoles» (ALL-EMA), couvrent ces domaines. Les données des programmes de surveillance sont intégrées dans plusieurs de ces indicateurs.

**Quel est le rapport entre le MBD et les autres programmes de surveillance?**

**Litsios:** Le MBD fait aujourd'hui partie intégrante d'un système de programmes harmonisés entre eux ou qui se sont développés en tenant compte des autres. Le MBD fournit, par exemple, des données de base à ALL-EMA ou des données de référence au WBS.



Jean-Michel Gardaz, Glenn Litsios et Adrian Zangger (de gauche à droite).  
Photo Gregor Klaus

**JEAN-MICHEL GARDAZ** a étudié la géographie à l'Université de Fribourg et y a soutenu une thèse dans le domaine des sciences de la terre. Il est également titulaire d'un diplôme postgrade en hydrogéologie de l'Université de Neuchâtel et d'un diplôme postgrade en évaluation de l'Université de Berne. Depuis ses débuts en 2002 à l'OFEV, il a été chargé de nombreux projets en lien avec l'observation de l'environnement. Il est actuellement responsable de la conduite des programmes de monitoring de la biodiversité ainsi que de l'évaluation des effets des mesures du Plan d'action Stratégie Biodiversité Suisse.

**GLENN LITSIOS** est biologiste. Il a soutenu une thèse en biologie évolutive à l'Université de Lausanne. Il a dirigé les programmes de suivi de la biodiversité, dont le MBD à l'OFEV pendant six ans. Ses tâches incluaient aussi le développement d'indicateurs et la rédaction de rapports sur l'état de la biodiversité. Depuis janvier 2022, il est directeur d'info fauna CSCF & karch, Centre national de données et compétence pour la faune de Suisse.

**ADRIAN ZANGGER** est biologiste. Chez Hintermann & Weber SA, il coordonne avec une équipe les relevés et les évaluations du MBD pour le compte de l'OFEV. Il a participé à la mise sur pied du MBD ainsi qu'à la conception des différents indicateurs.

**Comment le MBD gère-t-il le fait que les pertes majeures de biodiversité soient survenues bien avant le début des recensements en 2001? À partir d'un niveau très bas de biodiversité, toute mesure mineure peut générer un résultat positif.**

**Zangger:** C'est un défi. Bien sûr, ce serait super si nous avions commencé en 1970. Le MBD montre que les espèces fréquentes et moyennement fréquentes se portent aujourd'hui souvent mieux qu'il y a 20 ans. Il importe toutefois de souligner que nous ne voyons qu'une faible partie de la biodiversité suisse lors de nos relevés. Nous constatons que ce qui devait encore être quotidien il y a 50 ans est aujourd'hui un phénomène rare. C'est à la fois un défi et une grande responsabilité de clairement situer les résultats afin d'éviter tout malentendu.

**Gardaz:** Il est effectivement difficile de communiquer des tendances positives, s'il faut dire en même temps que 35 % des espèces sont menacées ou disparues. C'est pour cette raison qu'il importe que ce ne soit pas les différents programmes qui rendent compte séparément de leurs résultats, mais l'OFEV, qui rassemble toutes les données et les communique.

**Et à quelle conclusion l'OFEV aboutit-il?**

**Gardaz:** Les mesures prises jusqu'à présent commencent à montrer des effets, mais pas encore avec l'ampleur que nous souhaiterions.

rions. Pour en revenir à la comparaison avec le système de santé: si quelqu'un a 40° de température, et le jour suivant 39° C, c'est certes une amélioration mais la personne est toujours dans un état de santé insatisfaisant. En matière de communication, nous devons faire preuve de prudence et de sensibilité.

**Litsios:** Et nous devons placer les résultats dans le bon contexte. On ne peut jamais expliquer l'évolution avec un seul indicateur. Il faut fournir des informations complémentaires, ce qui constitue un grand défi sur le plan de la communication. Si l'on fournit trop d'informations très détaillées, c'est peut-être une bonne chose, mais c'est inintéressant. Si la communication est trop simpliste, on risque d'être mal compris.

#### La continuité du MBD est-elle garantie?

**Litsios:** Le MBD n'est pas remis en question. Certes, une sorte de rationalisation a eu lieu en 2015: on nous a imposé une organisation plus petite et moins coûteuse des réseaux de mesures. L'OFEV a ensuite analysé les risques et les possibilités en consultant différents experts et expertes. Comme le MBD doit répondre à de nouvelles questions avec les données de base, il ne nous est pas possible d'optimiser à volonté le nombre des surfaces d'étude. Le MBD n'est pas un suivi ciblé de l'efficacité des mesures; il doit forcément faire face à un certain degré de redondance. Mais il est apparu que nous avions en montagne de nombreuses surfaces impliquant un gros travail qui engendrait un coût élevé. On nous a demandé à juste titre d'optimiser et d'économiser à ce niveau, ce que nous avons fait.

#### Cela en valait-il la peine?

**Litsios:** En partie seulement. Nous avons dû vite constater que les réductions du nombre de surfaces d'échantillonnage étaient excessives. Divers protagonistes voulaient soudain savoir quels changements étaient en cours en montagne. Aujourd'hui, nous avons réintégré des surfaces supplémentaires en altitude. Dans le milieu urbain, des relevés complémentaires sont désormais aussi effectués. Ces deux mesures doivent se concevoir comme un mandat politique. Nous avons maintenu les coûts à un niveau relativement constant et accru en même temps la portée des résultats grâce aux synergies entre les programmes de monitoring.

**Zangger:** Globalement, nous sommes constants, mais pas entêtés. Nous nous adaptons aux besoins. En 2010, de nouveaux groupes d'espèces se sont ajoutés avec les organismes aquatiques, car les eaux n'étaient pas prises en compte auparavant.

#### Les groupes d'espèces aujourd'hui pris en compte sont-ils vraiment représentatifs?

**Gardaz:** C'est avant tout une sélection réalisable et révélatrice de tendances importantes. Mais certains éléments font défaut, tels que les organismes du sol. Nous nous félicitons également du fait que les politiques exigent une plus grande intégration des insectes.

**Litsios:** Cela concerne tous les programmes de monitoring. Mais nous en sommes encore au stade conceptuel. Une intégration des papillons nocturnes permettrait de fournir des informations sur la pollution lumineuse. Il n'existe actuellement que des données issues d'études de cas. Comme il n'y a ni liste nationale des espèces ni a fortiori liste rouge pour ce groupe d'organismes, cela implique un gros travail préalable.

#### Le MBD peut-il apporter une contribution à l'infrastructure écologique?

**Zangger:** Dans le réseau de mesures au niveau du paysage, il faudrait faire apparaître l'impact de l'infrastructure écologique. Un canton imagine déjà à quoi pourrait ressembler un indicateur correspondant.

**Litsios:** Le MBD offre une base de données permettant de faire apparaître l'évolution des 10 ou 20 prochaines années. Mais ce ne sera pas un suivi des effets, car aucun lien de causalité ne peut être établi. Pour mesurer l'échange génétique, qui doit s'améliorer grâce à l'infrastructure écologique, il faudrait un monitoring spécifique.

## «Les politiques, les scientifiques ainsi que les experts et les expertes constatent de manière grandissante la plus-value du MBD.»

Jean-Michel Gardaz

#### Quels sont les principaux défis du MBD?

**Zangger:** Comme nous l'avons déjà mentionné, il est capital que les données soient bien classées et maintenues dans leur contexte. Le présent numéro spécial ne fournit que des éclairages mais aucune analyse complète sur des habitats ou des influences. Autre défi majeur: pour nous, mandataires, il convient de maintenir la qualité des séries de données déjà publiées. Cela peut paraître simple, mais la routine est extrêmement exigeante! Les quelque 100 membres du personnel du MBD font preuve d'un précieux engagement.

**Gardaz:** Il faut aussi un niveau élevé dans la gestion du programme. Cela concerne entre autres la gestion des données, le contrôle de la qualité ou encore la sécurité du personnel sur le terrain.

**Litsios:** Je vois encore un autre défi: nous avons besoin d'explications des tendances observées. Il est essentiel de pouvoir mieux prendre en compte les pressions. À cet effet, il faut renforcer l'échange avec d'autres programmes d'autres secteurs et avec la recherche.

**Zangger:** C'est aussi mon avis. Nous pouvons au mieux formuler des hypothèses. Nous n'avons jamais promis d'expliquer les causalités. Un monitoring en est incapable. Il faut donc davantage combiner les données issues de sources très variées. Autre défi majeur aujourd'hui: la nécessité de fournir des informations très rapidement, quand de nouvelles questions se posent. Nous les étudions et voyons si et comment nous pouvons contribuer à y répondre. Les néophytes, le changement climatique ou les régions de montagne en sont de bons exemples. Il faut ensuite une analyse ciblée sur la base des données du MBD.

**Gardaz:** La recherche aussi s'intéresse beaucoup à ces données. Elles sont constamment demandées en Suisse et à l'étranger. D'une manière générale, le MBD est indispensable. Il nous aide à identifier les changements subis par notre capital naturel et à adopter les mesures qui s'imposent.

## Qui se cache derrière le MBD?

Derrière le vaste ensemble de données collectées par le MBD se cache le travail de nombreuses personnes. En dépit de l'accroissement notable des possibilités offertes sur le plan technologique, le savoir spécifique de spécialistes demeurera fondamental dans un avenir proche. Cela concerne en premier lieu les spécialistes des espèces pour les relevés sur le terrain mais aussi en ce qui concerne les déterminations en laboratoire.

Au cours des 20 dernières années, environ 200 personnes ont participé à ce programme. Elles ont apporté leur expertise, de la coordination du projet aux relevés de données en passant par leur gestion et leur analyse moyennant des volumes de travail très variés. Elles ont intégré leur expérience dans d'autres projets. Pour cette raison, le présent numéro spécial donne un visage aux données du MBD par le biais de plusieurs portraits.



L'équipe de coordination se réunit chaque année pour échanger avec des experts et des expertes en espèces. Photo Beat Ernst

## Équipe de coordination du projet

L'équipe de coordination du projet rythme le relevé des données au cours de l'année. Cela implique des travaux préparatoires et le pilotage des relevés au cours de la saison (voir p. 14). Une assistance est proposée sur le terrain en cas de difficultés, car il faut parfois prendre des décisions à court terme, en cas de tronçons infranchissables par exemple, ou de questions de sécurité en montagne ou de troupeaux de vaches en pâturage.

L'équipe de coordination gère en outre une banque contenant l'ensemble des données du MBD dont elle assure le contrôle de la qualité. Chaque année, plusieurs indices sont calculés, auxquels s'ajoutent d'autres indicateurs spécifiques tels que l'indicateur de la législation (voir p. 15). De plus, elle effectue des analyses ciblées

à des fins variées en accord avec l'OFEV. Le MBD fournit également des données pour des projets de recherche et accompagne des évaluations externes. Le contact avec les centres de données nationaux est essentiel.

L'harmonisation avec des programmes partenaires permet d'exploiter des synergies dans le relevé et l'analyse des données (voir p. 38-41). L'échange avec divers spécialistes permet à l'équipe de coordination d'améliorer le MBD sur le plan méthodologique. Même si la routine est bien en place au bout de 20 ans, cela n'implique pas l'inertie. L'objectif est de suivre le rythme des développements en cours dans la recherche biodiversitaire et des besoins nouveaux.

## Réseau de mesures «Paysage»

Ce réseau de mesures évalue l'évolution de la diversité des espèces à l'intérieur de vastes surfaces, c'est-à-dire de paysages. Le réseau consiste en près de 500 surfaces d'un kilomètre carré (voir carte à droite). On y recense les plantes vasculaires (depuis 2001), les oiseaux nicheurs (depuis 2001) et les papillons diurnes (depuis 2003). Le MBD se concentre ainsi sur relativement peu de groupes d'organismes.



### Chemins de relevé et sélection des groupes d'organismes

Les relevés du MBD concernant les plantes vasculaires et les papillons diurnes s'effectuent le long d'un chemin de 2,5 km, défini préalablement (transect). Il suit des routes ou des chemins existants. Les oiseaux nicheurs sont recensés sur une surface aussi vaste que possible du kilomètre carré. La sélection des trois groupes d'organismes a été déterminée par la possibilité de standardisation, la précision et le coût, la disponibilité des connaisseurs, la pertinence ainsi que le savoir disponible sur le groupe d'organismes et sa valeur aux yeux du grand public.

### Plantes vasculaires

Le long du chemin (transect), toutes les espèces poussant à une distance de 2,5 m à droite et à gauche du chemin sont déterminées et notées.

La bande prise en compte sera suffisamment large pour que le relevé ne porte pas seulement sur la bordure du chemin, mais aussi sur l'affectation paysagère dominante (champ, prairie, forêt, p. ex.). Selon leur situation par rapport au bord du chemin, de petits habitats tels que les talus, les cordons boisés ou les surfaces rudérales, importantes pour la richesse spécifique d'un paysage, sont aussi inspectés. Le chemin est parcouru deux fois par an (une seule fois en montagne).



### Connexion avec d'autres programmes de monitoring

Une grande partie des surfaces du MBD «paysages» sont aussi utilisées par le monitoring «Espèces et milieux agricoles» (ALL-EMA) et le «Monitoring des oiseaux nicheurs répandus» (MONiR) de la Station ornithologique de Sempach. La conception et la méthodologie ont été reprises et développées dans plusieurs monitorings cantonaux de la biodiversité (AG, GR, LU, TG, p. ex.).

## Papillons diurnes

Pour ce groupe d'organismes, le chemin est identique à celui des plantes vasculaires.

Tous les papillons volant à une distance maximale de 5 m sont déterminés. Chaque observation est enregistrée via l'application avec les coordonnées GPS.

En fonction de l'altitude, quatre à sept passages sont effectués chaque année.

Pour les recensements de papillons diurnes, environ 3000 kilomètres sont parcourus chaque année, et environ 900 kilomètres pour les plantes vasculaires. Depuis le début des relevés, la distance parcourue pour ces deux groupes d'organismes atteint 71 400 kilomètres!



Sur le réseau «Paysage», la diversité des espèces est évaluée sur plus de 500 surfaces d'échantillonnage (d'un kilomètre carré). Le réseau consiste en une grille régulière qui s'étend sur toute la Suisse. Chaque année, un cinquième de l'échantillon est traité. Un cycle de mesures dure par conséquent 5 ans.

L'ensemble des surfaces couvrent 1,2% de la Suisse. Dans le Jura et au Tessin, le réseau de mesures est densifié, ce qui permet aussi de tirer des enseignements régionaux.

- 1 La surface d'échantillonnage la plus élevée se situe à Pontresina (GR), à une altitude moyenne de 2833 m.
- 2 La surface d'échantillonnage la moins élevée se situe dans la commune de Gambarogno (TI) à une altitude moyenne de 333 m.
- 3 Le nombre record d'espèces de plantes vasculaires (420 espèces) a été observé sur la surface d'échantillonnage de Grindelwald (BE).
- 4 Le plus grand nombre d'espèces de papillons diurnes (82 espèces) a été recensé sur la surface d'échantillonnage d'Embd (VS).
- 5 Sur les 2,5 kilomètres du chemin de Zwischbergen (VS), 4387 papillons diurnes ont été dénombrés – un record inégalé.
- 6 Le nombre maximal d'espèces d'oiseaux nicheurs (64 espèces) a été atteint sur la surface d'échantillonnage de Ringgenberg (BE).

## Le pouvoir d'un grand échantillon

Les enseignements du MBD concernant l'évolution de la biodiversité reposent sur un grand nombre de surfaces. C'est seulement si une évolution similaire est observée sur de nombreuses surfaces que des conclusions générales sont possibles. Les développements observés sur une seule surface peuvent s'avérer majeurs, si un ruisseau est mis au jour, par exemple, ou si une gravière est remise en culture. De tels cas isolés ne sont pas forcément représentatifs de l'évolution générale d'une région entière ou de la Suisse dans son ensemble.

## Oiseaux nicheurs

Les recensements des oiseaux nicheurs sont harmonisés par le programme de la Station ornithologique «Monitoring des oiseaux nicheurs répandus» (MONiR). Les passages s'effectuent sur une distance d'une longueur d'environ 5 km, avec l'objectif de recenser les oiseaux nicheurs de manière aussi exhaustive que possible. En plaine, trois inspections matinales sont effectuées dans des fenêtres temporelles d'échantillonnage prescrits (deux en altitude).



# Réseau de mesures «Habitats terrestres»

Ce réseau évalue la diversité des espèces à l'intérieur de petites surfaces et donc d'habitats. Les quelque 1500 surfaces (voir carte à droite) ont une superficie de 10 mètres carrés.

La question principale est la suivante: comment évolue la diversité des espèces au fil du temps et en quoi les différents habitats se distinguent-ils? Le réseau consiste en un échantillon représentatif du territoire suisse. Chaque surface est affectée à une catégorie d'utilisation et à un type d'habitat. Depuis 2001, trois groupes d'organismes sont recensés: plantes vasculaires, mousses et gastéropodes.



## Plantes vasculaires

L'ensemble des espèces de plantes vasculaires croissant à l'intérieur de la surface sont déterminées et consignées. Le degré de couverture de chaque espèce est évalué. Deux passages s'effectuent chaque saison par surface selon des fenêtres temporelles d'échantillonnage prescrites (un seul passage en montagne).

## Surface et méthode

Les surfaces d'échantillonnage de 10 mètres carrés se situent en général dans des prés et des pâturages ou en forêt, mais elles peuvent aussi se trouver dans des champs, des terrains de football, des jardins privés ou des zones industrielles – tous les sites où la biodiversité peut être observée. Pour couvrir exactement 10 mètres carrés, on utilise le «Pflanzenzirkel», un cordon d'une longueur de 1,78 m qui permet de définir la surface circulaire. «Veuillez recenser toutes les espèces de plantes présentes sur ces 10 mètres carrés et évaluer leur couverture»: cette consigne apparemment simple est expliquée en détail sur 20 pages dans les directives du MBD. Ce souci du détail est nécessaire. Il contribue largement à la précision des données du MBD. Un relevé doit aboutir aux mêmes résultats, indépendamment de la personne qui l'exécute.

## Présence et absence

Beaucoup d'analyses ne reposent que sur le nombre d'espèces, c'est-à-dire sur les indications relatives à leur présence ou leur absence. La présence d'une espèce est en effet beaucoup plus facile à évaluer que sa fréquence. Vu le grand nombre de surfaces du MBD, des conclusions approximatives sur les effectifs d'une espèce sont possibles au moyen des indications de présence et d'absence. Néanmoins, le MBD recense également la fréquence des espèces (chez les papillons diurnes, les gastéropodes et les insectes aquatiques – et, depuis 2016 aussi, chez les plantes vasculaires).

## Connexion avec d'autres programmes de monitoring

Le monitoring de la biodiversité du canton d'Argovie (LANAG) existe depuis 1996. C'est le véritable précurseur du MBD; sa conception et sa méthodologie sont très similaires.

La surface circulaire de 10 mètres carrés faisant partie d'un vaste échantillon est devenue une norme pour les relevés de végétation sur de petites surfaces. La méthodologie du MBD est utilisée dans plusieurs autres monitorings de la biodiversité en Suisse, par exemple sur les places d'armes et de tir de la Confédération ou par rapport aux espèces des milieux agricoles (ALL-EMA) ou au suivi des effets de la protection des biotopes (WBS).

En forêt, les surfaces du MBD se situent sur le réseau de l'inventaire forestier national (IFN). De grandes synergies sont donc possibles lors de l'analyse des données. En collaboration avec l'Observatoire national des sols (NABO), des échantillons de sol (0-20 cm) ont été prélevés pour la première fois, divers indices ont été évalués et des oligo-éléments ont été analysés.

## Mousses

Les mousses sont systématiquement recherchées sur chaque site de mesures. Le prélèvement est effectué par la même personne que pour les plantes vasculaires, et seulement lors du premier passage. De petits échantillons de toutes les mousses sont prélevés, les espèces étant déterminées ultérieurement en laboratoire.



Grâce au réseau Habitats terrestres, la diversité des espèces est mesurée sur environ 1500 surfaces. Chacune d'entre elles est circulaire et mesure 10 mètres carrés. La situation des surfaces est fixe et reproductible au centimètre près, d'une part avec le système mondial de navigation satellite GPS et, d'autre part, par le biais de l'aimant enterré au centre de la surface et susceptible d'être trouvé à l'aide d'un détecteur de métaux. Chaque surface est affectée à un type d'habitat et à une catégorie d'utilisation (forêt, prés et pâturages, alpages, champs, milieu urbain, rochers et éboulis). Une seconde catégorisation se fonde sur les étages altitudinaux: collinéen, montagnard, subalpin.

- 1 La surface accessible la plus élevée se situe sur l'Oberrothorn dans le Valais (3078 m).
- 2 La surface la moins élevée se situe à Locarno (TI) (199 m).
- 3 Le nombre record d'espèces de plantes vasculaires (93) est détenu par une surface d'échantillonnage de Grindelwald (BE).
- 4 Le plus grand nombre de mousses (54 espèces) a été observé à Isenthal (UR). Les surfaces les plus riches en espèces de gastéropodes (40) se trouvent à
- 5 Wigoltingen (TG) et à
- 6 Villnachern (AG).

## Échantillonnage

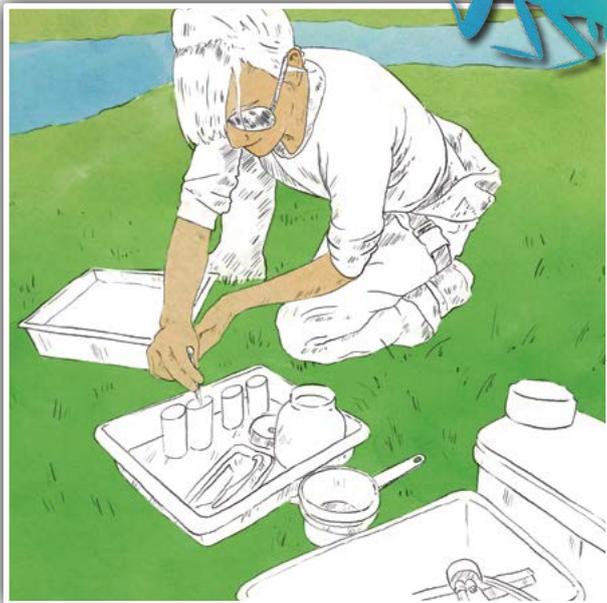
Les surfaces de tous les réseaux du MBD s'inscrivent dans une grille régulière. La situation de la grille a été choisie au hasard. Le MBD dispose de données pour toutes les régions de Suisse pour lesquelles des informations sont requises, tant que la région a une certaine taille. Cette souplesse est un atout pour un monitoring de longue haleine. En effet, nous ne savons pas aujourd'hui à quelles questions le MBD devra répondre à l'avenir.

## Gastéropodes

Huit échantillons de sol sont prélevés autour de la limite extérieure de la surface de mesures (0,6 litre à chaque fois). Au préalable, les gastéropodes sont recherchés sur la surface de chaque échantillon. Les échantillons sont lavés et les coquilles de gastéropode sont triées. Les espèces sont ensuite déterminées en laboratoire.

## Réseau de mesures «Cours d'eau»

Ce réseau évalue la diversité des espèces de petites rivières et de grands ruisseaux. La question principale concerne l'évolution de la diversité des espèces au fil du temps et les différences entre les cours d'eau. Le réseau consiste en un échantillonnage représentatif des cours d'eau suisses (voir carte à droite). Depuis 2010, tous les invertébrés aquatiques sont recensés sur près de 500 tronçons de cours d'eau.



### Organismes aquatiques invertébrés

Tous les invertébrés aquatiques sont collectés et déterminés à l'échelle de la famille. Ces indications permettent le calcul d'indices de qualité de l'eau. Les larves de trois ordres d'insectes (éphéméroptères, plécoptères et trichoptères) sont déterminées par des experts et des expertes jusqu'au niveau de l'espèce. Il en résulte les indices de diversité des espèces du MBD.

### Sécurité

Un plan de sécurité a été défini pour faciliter le travail autonome sur le terrain. Le travail le long des routes, dans les cours d'eau, sur des terrains isolés ou en montagne comporte des risques.

Même si le réseau Cours d'eau consiste souvent en petits cours d'eau, le travail sur le terrain exige des mesures de sécurité particulières. Ainsi, chaque personne est équipée d'un gilet de sauvetage. De plus, sur une trentaine de tronçons, l'accompagnement par une seconde personne est nécessaire.

En montagne, toutes les surfaces terrestres sont évaluées par un ou une guide de montagne, qui donne des recommandations claires. Pour certaines surfaces de montagne, un cours spécifique doit être suivi. Sur les surfaces les plus difficiles, un accompagnement par une seconde personne ou par un ou une guide est prescrit.

### Instruments spéciaux

Hormis l'application de saisie des données par smartphone, tous les relevés du MBD s'effectuent sans investissement technique majeur. Les outils les plus visibles sont l'épuisette et les nombreux petits récipients destinés aux échantillons prélevés dans les cours d'eau, le filet à papillons, le cadre de métal nécessaire à l'extraction des échantillons et le détecteur de métaux utilisé pour repérer les surfaces de mesures.

### Site de mesures

Grâce au réseau Cours d'eau, la diversité des espèces est mesurée sur près de 500 tronçons d'une longueur de 5 à 500 mètres. La longueur des tronçons de cours d'eau échantillonnés est proportionnelle à la largeur du cours d'eau.

Les quelque 500 sites de mesures se situent à l'intersection des coordonnées de carrés kilométriques aléatoires avec les cours d'eau. Les caractéristiques d'éco-morphologie et de qualité de l'eau sont recensées sur chaque site de mesures. Le réseau couvre au total 0,3 % du réseau des cours d'eau suisses (18,2 km sur 65 000 km).

Pour des raisons méthodologiques, les eaux stagnantes ne sont pas échantillonnées en général, de même que les cours d'eau non accessibles. L'approche d'échantillonnage choisie permet de définir un axe prioritaire au niveau des petits cours d'eau. L'échantillon du MBD complète ainsi celui du programme Observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA).



- 1 La meilleure notation de l'état d'un cours d'eau a été attribuée à un cours d'eau près de Vouvry (VS).
- 2 Un nombre particulièrement élevé d'éphéméroptères, de plécoptères et de trichoptères (39) a été recensé dans la commune de Clos du Doubs (JU).
- 3 Le cours d'eau le plus élevé du MBD se situe dans la commune de Binn (VS) à 2629 m.
- 4 Le site de mesures le moins élevé se situe à Brissago (TI) à 197 m.
- 5 Le plus grand nombre d'éphéméroptères, de plécoptères et de trichoptères (4776) a été observé sur un ruisseau près de Gächlingen (SH).



### Kick-Sampling

La méthode de prélèvement est relativement simple: une épissette standard est posée au fond du tronçon de cours d'eau sur 8 sites et le sédiment est remué en amont du filet pendant 30 à 60 secondes. Les organismes sont extraits de la matière recueillie dans l'épissette. L'échantillonnage dans le cours d'eau s'effectue dans des fenêtres temporelles d'échantillonnage précises, définie en fonction des schémas d'activité des éphéméroptères, des plécoptères et des trichoptères. Les larves recueillies sont ensuite envoyées à 12 expertes et experts chargés de les déterminer.



### Connexion avec d'autres programmes de monitoring

Sur le plan méthodologique, les relevés s'inspirent en grande partie de méthodes standards du système modulaire gradué (échantillonnage par kick-sampling, évaluation de l'écomorphologie et du macrozoobenthos IBCH). Une étroite collaboration s'est instaurée avec le programme Observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA).

# Données du MBD: d'où viennent-elles, où vont-elles?

Le MBD contribue à l'amélioration des connaissances relatives à la biodiversité et fournit des informations demandées par de nombreux protagonistes. Cependant, avant que les données ne puissent vraiment être utilisées, de nombreuses étapes sont nécessaires. Cette double page présente la «chaîne de production» des données du MBD au cours d'une année.



## Préparatifs

- > Définition de l'échantillonnage annuel
- > Composition des équipes de terrain et de leur charge de travail
- > Adaptation éventuelle des directives méthodologiques pour les relevés sur le terrain
- > Adaptation éventuelle de la liste des espèces admises à l'échantillonnage



## Instructions

- > Réunion de lancement des équipes de terrain par groupe d'organismes: informations sur les nouveautés, discussion des points délicats
- > Consignes spécifiques au cours de la saison, notamment en raison des intempéries (sécurité)
- > Séances de formation ciblée (détermination de groupes difficiles, formation continue, étalonnage)



## Travail sur le terrain

- > Relevés selon la méthodologie régulière. Une partie des surfaces fait l'objet de doubles relevés pour le contrôle de la qualité
- > Plantes vasculaires, papillons diurnes, oiseaux nicheurs: observation et détermination des espèces sur place. Consignation des observations dans l'application
- > Mousses, gastéropodes, invertébrés aquatiques: collecte des échantillons sans détermination. Triage préalable des échantillons d'invertébrés aquatiques sur place

## Pilotage au cours de la saison

### *Personnel de terrain*

- > Communication permanente de l'avancement des travaux durant la saison
- > Communication immédiate des irrégularités lors des relevés (inaccessibilité, accès interdit, dangers spécifiques, écarts par rapport à la méthode).

### *Direction du projet*

- En réaction aux communications du personnel de terrain, elle décide de la marche à suivre:
- > Consignes spéciales durant la saison (remplacements, adaptations liées à la météorologie)
  - > Transmission de cas au contrôle de la qualité. Adaptations ultérieures des consignes méthodologiques, des transects, de la disponibilité des surfaces

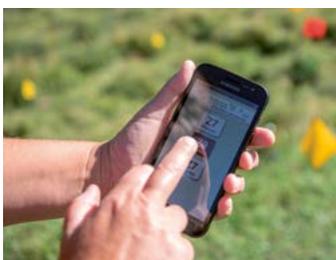


Photo Beat Ernst

### Application de recensement

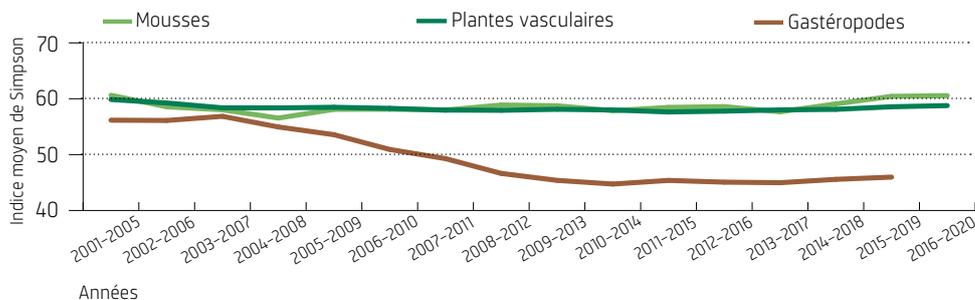
Il est acquis aujourd'hui de pouvoir recenser les espèces sur le terrain à l'aide d'une application smartphone. Au MBD, l'enregistrement des données est numérique depuis déjà 20 ans. Au début, on utilisait des appareils Palm-Pilot; aujourd'hui, ce sont des smartphones android normaux. Avantage déterminant depuis le début: homogénéité des formats de donnée, des noms d'espèces et des catégories pour

l'ensemble du personnel de terrain et importation rapide des données.

Les seuls relevés de plantes vasculaires dans les paysages représentent chaque année à l'échelle nationale environ 50 000 observations d'espèces! L'appli utilisée a été taillée sur mesure pour le MBD et n'a cessé d'être améliorée depuis sa première utilisation de routine en 2012.

**Exemple de produit****basé sur les données du MBD:**

L'indicateur «diversité des biocénoses dans les prairies et les pâturages» est un des indicateurs dits de législation, permettant de vérifier les objectifs définis par le Conseil fédéral et le Parlement. Indice Simpson: p. 19

**Travail en laboratoire***Gastéropodes*

- > Lavage et tamisage des échantillons
- > Triage des coquilles
- > Détermination des coquilles au niveau des espèces

*Mousses*

- > Détermination des échantillons de mousse au niveau des espèces

*Invertébrés aquatiques*

- > Détermination des organismes jusqu'au niveau de la famille. Transmission des échantillons pour la détermination des espèces
- > Détermination au niveau des espèces pour les éphéméroptères, plécoptères et trichoptères

**Gestion des données**

- > Importation/enregistrement des données et des protocoles de laboratoire dans une banque de données centrale
- > Contrôle de l'exhaustivité des prélèvements et des données
- > Intégration des décisions du contrôle de la qualité
- > Documentation de toutes les corrections des données brutes dans un procès-verbal

La banque de données du MBD comprend actuellement 982 000 observations d'espèces (relevés de terrain 2001-2021, ensemble des taxons).

**Communication et utilisation des données**

- > Les données épurées sont validées et transmises à l'analyse des données.
- > Analyse des données sur des thèmes d'actualité
- > Evaluation d'autres indicateurs de la biodiversité par la Confédération et les cantons (indicateurs de législation, «Cercle Indicateurs»)
- > Analyse des données par des tiers, sur demande (universités, p. ex.)
- > Communication des observations d'espèces à InfoSpecies

La liste des publications scientifiques (et peer-review) reposant en grande partie sur des données du MBD comprend actuellement 123 articles. Par ailleurs, les données du MBD sont utilisées dans de nombreuses autres demandes de données chez Info-Species.

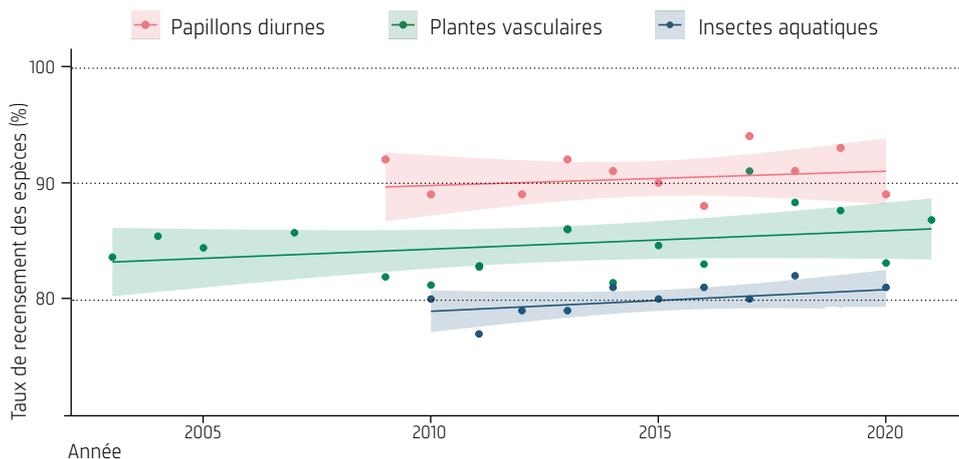
**Contrôle de la qualité**

- > Contrôles de plausibilité des déterminations d'espèces. Questions en retour auprès du personnel de terrain
- > Evaluation d'indices de routine en tant qu'indicateurs de la qualité des données
- > Evaluation des conséquences d'erreurs ou d'écarts méthodologiques
- > Décisions concernant la validité des données brutes

**Détermination de la précision des mesures**

Les méthodes du MBD ne sont pas optimisées dans le but d'aboutir à un recensement de 100 % sur chaque site – le travail serait trop fastidieux. Il s'agit davantage de bien définir la précision des mesures et de la maintenir constante si possible au fil du temps. C'est à ce prix que les tendances resteront comparables et interprétables.

Cela s'applique par exemple à l'efficacité du personnel de terrain, que le MBD contrôle en permanence. Le graphique montre la part des espèces recensées parmi les espèces de plantes vasculaires, de papillons diurnes et d'insectes aquatiques effectivement présentes. Les relevés sur le terrain ont été accompagnés, dès le début, par des analyses de la qualité des relevés. Chaque année, environ 10 % des moyens sont affectés à l'analyse de la qualité des données.



# Schéma spatial de la diversité des espèces

**Le MBD se concentre sur la diversité des espèces dans le paysage normal et complète ainsi d'autres programmes. Les différents schémas de biodiversité en Suisse présentent à la fois de la constance et une évolution permanente. Si les cantons complètent le MBD par des surfaces de mesures supplémentaires, cela permettra d'autres analyses de mesures passionnantes.**

Les données représentatives sur la biodiversité des espèces en dehors des zones de protection de la nature et des hauts lieux de la biodiversité faisaient largement défaut en Suisse jusqu'à la fin des années 1990 (Weber et al. 2004). Le MBD a comblé cette lacune pour les papillons diurnes, les oiseaux nicheurs et les plantes vasculaires. Les données du MBD provenant du réseau de mesures Paysages (p. 8) permettent de modéliser intégralement la répartition de la diversité des espèces (Huwyler et al. 2012).

Les schémas spatiaux présentent des points communs, mais aussi des différences sensibles (figure 1). Ils ont en commun le faible nombre d'espèces dans les régions alpines. C'est une situation naturelle dans toutes les zones de montagne: face aux conditions extrêmes, seul un petit nombre de spécialistes adaptés peuvent survivre. En revanche, l'appauvrissement de la diversité des espèces en plaine est d'origine anthropique. Les champs voués à une agriculture intensive et les vastes agglomérations apparaissent sous forme de tâches claires, c'est-à-dire de surfaces pauvres en espèces.

On constate tout particulièrement la pauvreté en espèces chez les papillons diurnes du Plateau suisse, mais aussi dans de vastes régions du Jura et dans les vallées alpines. Aujourd'hui, il n'y subsiste plus qu'une fraction de la diversité des espèces que l'on pouvait observer vers 1950. Il en va tout autrement dans les étages montagnard et subalpin des Alpes: les habitats y sont encore dans un état naturel ou proche de la nature. À l'inverse, la répartition des nombres d'espèces d'oiseaux nicheurs à basse et moyenne altitude est plus homogène.

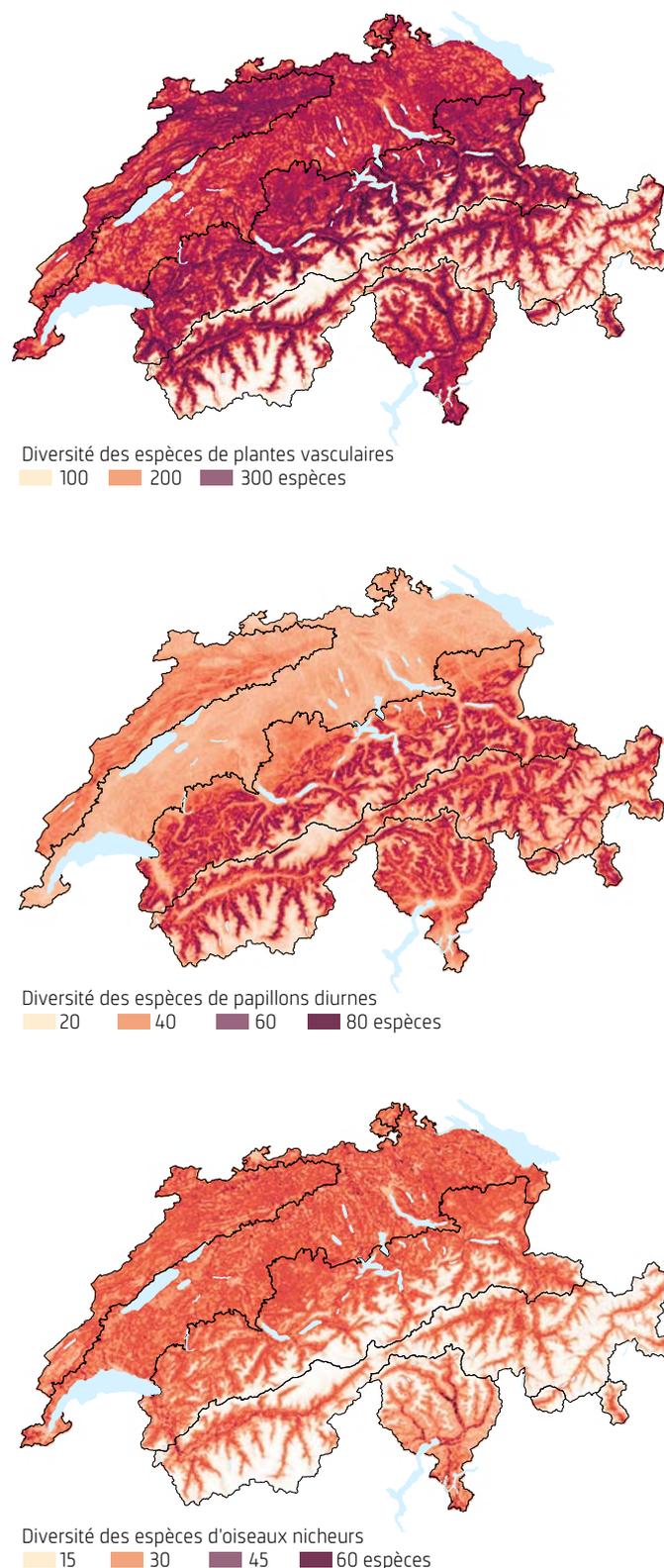
## Évolution fulgurante

Les présences d'espèces et donc les schémas de diversité se sont déplacés au cours des vingt dernières années, comme le montrent les articles du présent numéro spécial de HOTSPOT. En réaction à l'évolution des conditions de vie, par exemple à cause du changement climatique ou des modifications d'affectation du sol, ils continueront de se déplacer à l'avenir (Roth et al. 2021).

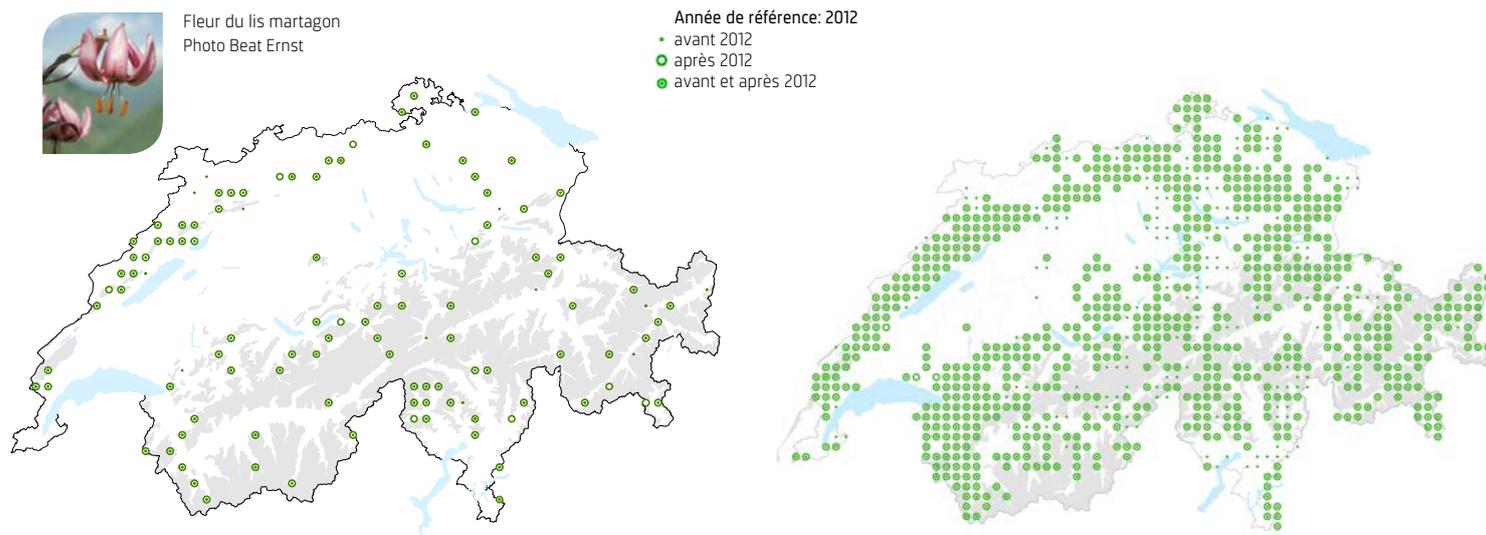
Les analyses des données du MBD sur les papillons diurnes effectuées après l'été caniculaire de 2018 montrent que les réactions aux épisodes extrêmes peuvent s'avérer très rapides, du moins chez les papillons diurnes mobiles (OFEV et al. 2019). Ainsi, certains papillons thermophiles ont sensiblement étendu leur aire de répartition et continuent de monter en altitude dans les Alpes (p. 27).

## Affinage de la vue générale

Le MBD permet de recenser de manière systématique et avec des méthodes constantes la présence d'espèces fréquentes et moyennement fréquentes et les changements qu'elles subissent au fil du temps. Chez le lis martagon, par exemple, le nombre des observations du MBD est resté constant sur environ 20% de toutes les surfaces. Concernant cette espèce visible, la part des retrouvailles demeure élevée, et aucune tendance temporelle ne se manifeste par rapport à sa fréquence. Cependant, comme beaucoup de sites où



**Figure 1:** Répartition de la diversité des espèces en Suisse (période 2017-2021). Les schémas spatiaux de la diversité des espèces au niveau du paysage se distinguent entre les plantes vasculaires, les papillons diurnes et les oiseaux nicheurs (de haut en bas).



**Figure 2:** Répartition du lis martagon en Suisse. Ce séduisant lis est très répandu, malgré quelques lacunes sur le Plateau et dans certaines régions alpines. La carte du MBD (à gauche) indique sur lesquelles des 450 surfaces l'espèce a été observée entre 2002 et 2021. La carte de répartition d'Info Flora (à droite) indique en revanche toutes les observations actuelles et historiques sur une grille de 5x5 km.

le lis martagon est observé passent à travers les mailles du réseau systématique du MBD, la carte ne révèle pas la répartition totale effective de l'espèce. À cet égard, c'est la banque de données d'Info Flora qui fait référence, car elle réunit les observations de tous les programmes et inventaires cantonaux et nationaux ainsi que des particuliers (figure 2).

Les données du MBD complètent ainsi les acquis de plusieurs programmes partenaires et servent de référence essentielle à diverses applications. Pour avoir une vue générale de l'évolution de la biodiversité, il faut combiner les acquis des divers programmes (voir encadré en bas et p. 34 et p. 38).

### Concentration géographique

Divers résultats d'analyses montrent que les données du MBD peuvent être utilisées non seulement pour mesurer la biodiversité dans le paysage commun, mais aussi pour contrôler l'efficacité des

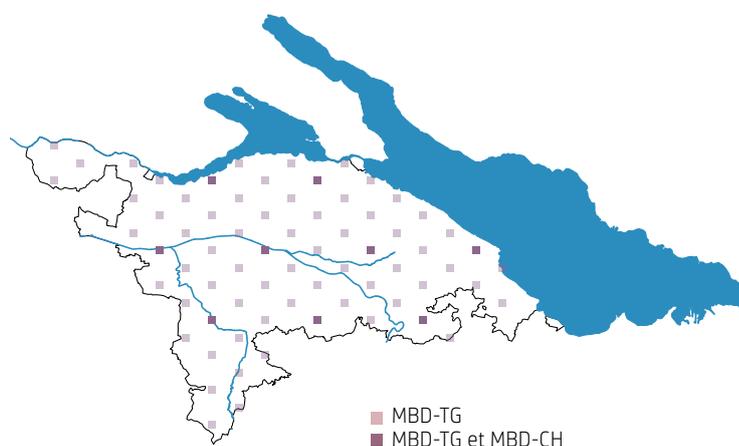
mesures de protection et de conservation (p. 32). À vrai dire, les résultats donnent une vue d'ensemble et ne sont disponibles que moyennant une faible résolution spatiale (en général à l'échelle des régions biogéographiques). Ainsi, le MBD peut fournir des indications générales, mais les détails doivent être analysés dans le cadre d'autres programmes spécifiques.

Les cantons, par exemple, peuvent compléter le réseau du MBD et s'harmoniser avec l'OFEV pour le relevé des données (art. 27a OPN). La convention-programme actuelle Protection de la nature prévoit dans ses objectifs des projets de mise en place et de gestion de monitorings cantonaux (OFEV 2018 et 2020).

Outre l'Argovie, canton pionnier, le canton de Thurgovie recense depuis 2009 la diversité des espèces dans des paysages, et plus précisément sur 63 carrés kilométriques. C'est une forte concentration, car seules neuf des surfaces nationales se situent dans le canton (figure 2) (Geisser et Hipp 2018).

### Des inventaires éclairs comblent les lacunes entre le MBD et les listes rouges

Les analyses et tests méthodologiques communs d'Info Flora et du MBD ont révélé qu'aujourd'hui, concernant l'évolution des effectifs de plantes vasculaires, les plus grandes lacunes résidaient au niveau des espèces moyennement rares et potentiellement menacées. Il s'agit d'espèces trop rares pour être observées régulièrement sur les surfaces d'échantillonnage du MBD, mais suffisamment fréquentes pour ne pas être étudiées spécifiquement dans le cadre des relevés des listes rouges. Pour améliorer les données relatives à ces espèces, Info Flora encourage par conséquent des inventaires éclairs représentatifs (FloraCH 2022). Sur des surfaces d'un hectare, des bénévoles recensent toutes les espèces à l'aide de FlorApp, en plaine, si possible au moins à deux reprises et à des saisons différentes. L'objectif consiste à recenser de manière représentative la flore de toute la Suisse à un rythme régulier.



**Figure 3:** Dans le canton de Thurgovie, le MBD s'est intensifié depuis 2009 grâce à des surfaces supplémentaires permettant de tirer des enseignements généraux sur toute la surface cantonale.

# Monotonie croissante en Suisse

L'indicateur «Diversité des biocénoses» montre qu'un accroissement du nombre d'espèces ne doit pas être jugé positif en soi. En effet, la hausse est souvent liée à la propagation d'espèces déjà fréquentes et à la diminution d'espèces plutôt rares, ce qui a pour effet que les biocénoses se ressemblent de plus en plus.

Des ornithologues expérimentés, qui recensent pour le compte de la Station ornithologique suisse de Sempach les oiseaux nicheurs sur les surfaces du MBD, observent en moyenne sur le Plateau 40 espèces d'oiseaux nicheurs par carré kilométrique à l'occasion de trois passages. Ce nombre diminue à mesure que l'altitude augmente dans les Alpes (figure 1): dans les Alpes centrales, les ornithologues n'ont trouvé en moyenne que 27 espèces d'oiseaux par surface de mesures. Cela signifie-t-il que le Plateau est biologiquement plus varié que les Alpes?

Pas forcément, comme le montre l'indicateur «Diversité des biocénoses». Celui-ci augmente depuis le Plateau en direction des Alpes (figure 2). Cela signifie que les recensements d'oiseaux aboutissent certes à des listes d'espèces notables sur les surfaces de mesures du Plateau, mais elles ne présentent que peu de différences: en général, les mêmes espèces sont responsables du nombre élevé d'espèces. Il en va autrement dans les Alpes: un nombre nettement moindre d'espèces d'oiseaux nicheurs sont observées sur une surface, mais la liste des espèces de la surface voisine est sensiblement différente, surtout lorsque le transect mène à une autre altitude ou à d'autres expositions.

## Diversité des biocénoses

Cet exemple montre que l'évaluation de l'état et de l'évolution de la biodiversité ne peut pas se fonder sur le seul nombre d'espèces. Il importe également d'évaluer la similitude des biocénoses dans une région. Pour exprimer ces différences spatiales entre les diverses surfaces d'échantillonnage, le MBD calcule en plus l'indicateur «Diversité des biocénoses».

Cet indicateur a une valeur située entre 0 et 1. Plus le nombre est élevé, plus les biocénoses sont différentes. L'évolution des biocénoses en prairie est un des 52 indicateurs dits de législation, permettant de vérifier les objectifs fixés par le Conseil fédéral et le Parlement (p. 15).

## Tendance à l'homogénéisation

L'indicateur «Diversité des biocénoses» diminue depuis le début des mesures chez les oiseaux nicheurs, les papillons diurnes et les plantes vasculaires. On peut en déduire que les biocénoses, dans leur ensemble, se ressemblent de plus en plus et deviennent monotones. Ce schéma apparaît le plus souvent quand des espèces fréquentes deviennent plus fréquentes et que des espèces rares se raréfient encore ou disparaissent (cf. encadré). Ce schéma est également observable chez les gastéropodes. Une analyse des prairies et de pâturages montre que seule une poignée d'espèces est responsable de ce schéma. Pour deux d'entre elles, il s'agit d'espèces très fréquentes qui ont élargi leur aire de distribution: la brillante commune et le vertigo commun (figure 3). Ces deux espèces n'ont pas d'exigences particulières par rapport à leur habitat. En revanche, les autres espèces sont des espèces rares dont l'aire de distribution se fragmente. Parmi elles figure le vertigo édenté, une espèce de la liste rouge.

Nombre moyen d'espèces



Figure 1: Nombre moyen d'oiseaux nicheurs sur des surfaces de mesures d'un kilomètre carré dans les régions biogéographiques de Suisse. Données 2016-2020.

Diversité des biocénoses

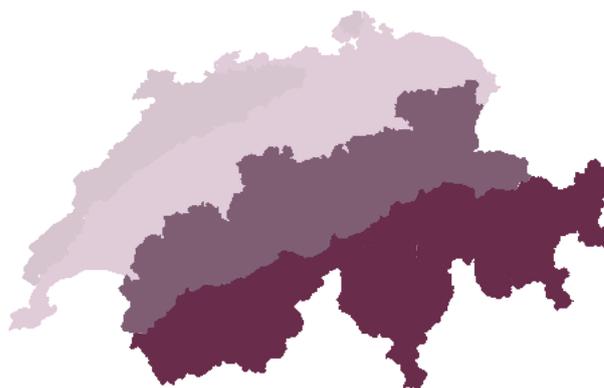
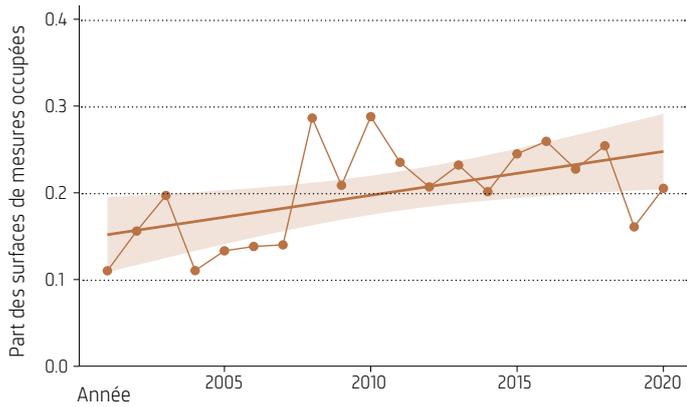


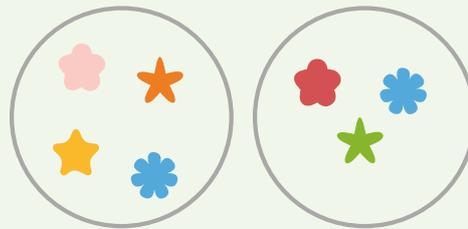
Figure 2: Diversité des communautés d'oiseaux nicheurs dans les régions biogéographiques de Suisse. Données 2016-2020.



**Figure 3:** Fréquence de la présence de vertigo commun (*Vertigo pygmaea*). La droite présente la tendance avec l'intervalle de confiance de 95%. Cette espèce d'escargot vit aussi bien dans des zones humides que sur des pelouses sèches thermophiles. L'accroissement de cette espèce relativement fréquente entraîne une diminution de l'indicateur «Diversité des biocénoses». Photo Nico Heer

**Que signifie l'indicateur «Diversité des biocénoses»?**

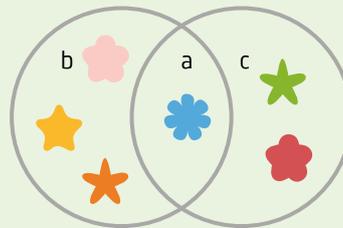
Le nombre des espèces et la diversité des biocénoses ne reproduisent en soi qu'une partie de la diversité spécifique d'un paysage. Une diversité particulièrement élevée ne sera atteinte que si le plus grand nombre possible d'espèces sont présentes sur chaque surface ET si la superposition des listes d'espèces entre les surfaces d'échantillonnage est faible. Un simple exemple de calcul suffira: concernant le nombre d'espèces, il est calculé séparément pour chaque surface. La valeur de l'indicateur résulte de la moyenne de ces nombres (voir à droite).



**Nombre d'espèces**  
Moyenne des nombres d'espèces observées par surface

$$\frac{4 + 3}{2} = 3.5$$

En revanche, le calcul de la diversité des biocénoses se fonde sur la comparaison des listes des espèces (indication de la présence ou de l'absence) de deux surfaces d'échantillonnage. En même temps, la part des différentes espèces est calculée à l'aide de l'indice de Simpson (Koleff et al. 2003) (voir à droite). a désigne le nombre des espèces présentes sur les deux surfaces tandis que b et c désignent le nombre des espèces présentes sur une seule des deux surfaces. Le même processus est utilisé pour toutes les combinaisons possibles de deux surfaces d'échantillonnage. La moyenne de tous les indices calculés donne la valeur de l'indicateur.



**Diversité des biocénoses**  
(indice de Simpson)

$$\frac{\text{Minimum (b,c)}}{\text{Minimum (b, c) + a}}$$

$$\frac{2}{2 + 1} = 0.67$$

Un indicateur de valeur 1 signifie une diversité maximale des biocénoses. De manière purement hypothétique, il sera obtenu si aucune espèce n'est présente sur deux surfaces comparées. Un indicateur de valeur proche de 0 signifie que les biocénoses sont très uniformes. Le calcul est certes en principe très simple, mais fastidieux en raison des multiples comparaisons.

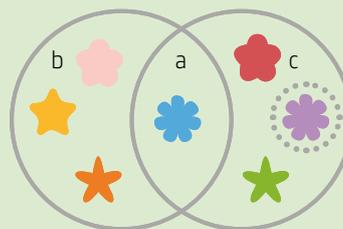
Que se passe-t-il si la biocénose évolue au fil du temps? Deux scénarios sont présentés dans les graphiques à droite:

Dans le scénario de gauche, une espèce rare est devenue plus fréquente et apparaît donc sur plusieurs surfaces. L'espèce marquée apparaît désormais dans la surface de droite. Dans la comparaison par rapport à la situation initiale, plus haut dans le graphique, la diversité moyenne des espèces augmente de 3,5 à 4,0. En même temps, les biocénoses se diversifient, et l'indice de Simpson grimpe de 0,67 à 0,75.

En revanche, dans le scénario de droite, une espèce fréquente devient plus fréquente.

L'espèce marquée migre dans la surface de droite, elle maintient sa présence sur la surface de gauche comme dans la situation initiale. Dans ce scénario également, la diversité moyenne des espèces augmente de 3,5 à 4,0. Cependant, les biocénoses se ressemblent davantage et l'indice de Simpson diminue de 0,67 à 0,5. Les deux scénarios présentés ont donc une incidence identique sur la diversité des espèces, mais contraire sur l'indice de Simpson.

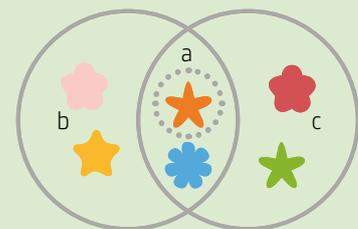
**L'espèce rare devient plus fréquente**



$$\text{No d'espèces moyen} = \frac{4 + 4}{2} = 4.0$$

$$\text{indice de Simpson} = \frac{3}{3 + 1} = 0.75$$

**L'espèce fréquente devient plus fréquente**



$$\text{No d'espèces moyen} = \frac{4 + 4}{2} = 4.0$$

$$\text{indice de Simpson} = \frac{2}{2 + 2} = 0.50$$

# Analyse des causes en forêt

La diversité des espèces de gastéropodes et de mousses sylvicoles ne cesse de croître. La combinaison des données issues de l'inventaire forestier national (IFN) et du MBD, et collectées sur des réseaux d'échantillonnage superposés, offre la possibilité d'identifier les facteurs de cette évolution.

La forêt est un milieu important: environ 40% des espèces animales et végétales présentes en Suisse vivent dans ou de la forêt. L'évolution de la biodiversité sylvicole présente donc un intérêt tout particulier.

Les données du MBD montrent que le nombre moyen d'espèces sylvicoles de mousses et de gastéropodes a augmenté depuis le début des mesures en 2001 (figure 1). Chez les plantes vasculaires, en revanche, aucune tendance similaire n'a été constatée. L'accroissement soutenu de la diversité des espèces de gastéropodes est surtout imputable à la propagation d'espèces fréquentes et déjà très répandues. Le nombre d'individus par surface d'échantillonnage a aussi fortement augmenté. Il convient de s'interroger sur les causes de ces tendances.

## Influence de la structure forestière

L'inventaire forestier national (IFN) collecte notamment des données sur la surface forestière, le nombre de troncs, la réserve de bois, la croissance et l'exploitation. La combinaison de l'IFN et du MBD permet de vérifier directement pour chaque surface si l'évolution de la diversité des espèces va de pair avec une évolution de la structure forestière.

Les résultats montrent que le nombre de plantes vasculaires enregistre une baisse notable, si la densité du peuplement d'arbres s'accroît (tableau 1). C'est également le cas si seules les espèces végétales typiques de la forêt sont prises en compte.

Chez les mousses, en revanche, le comportement est inverse: la diversité des espèces de mousses s'accroît là où les forêts se densifient et deviennent donc plus ombragées. Par ailleurs, les surfaces de mesures du MBD présentant une part de conifères en

diminution enregistrent un accroissement des espèces de plantes vasculaires. Cette tendance se limite aux forêts des étages collinéen et montagnard, où les feuillus sont naturellement prédominants.

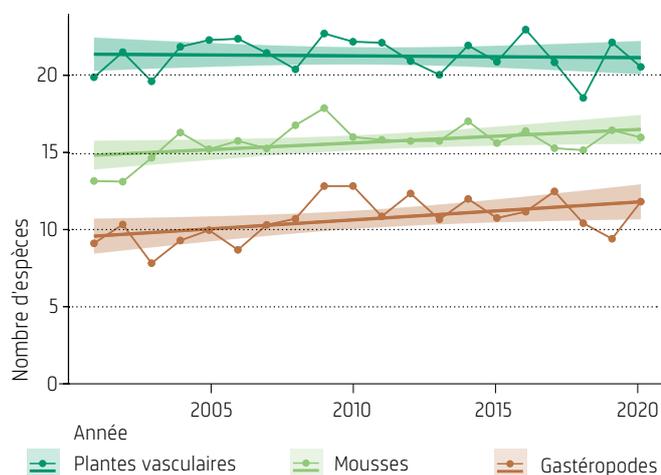
Chez les gastéropodes, l'augmentation du nombre d'espèces s'est cantonnée aux espèces sylvicoles typiques. La corrélation entre la hausse du nombre d'individus observés et l'accroissement du volume de bois mort aux alentours immédiats de la surface du MBD est surprenante.

## Influence des changements environnementaux

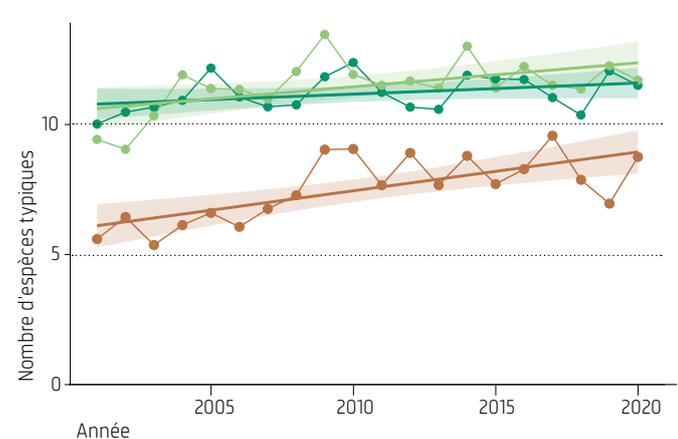
Les cinq caractéristiques de la forêt (bois mort, densité du peuplement, strate arbustive, âge du peuplement et bois de résineux) sont particulièrement importantes pour la diversité des espèces. Hormis le bois mort, elles n'ont guère évolué au cours des dernières années. La hausse notable du nombre d'espèces de mousses et de gastéropodes typiques de la forêt ne peut donc s'expliquer qu'en partie. D'autres facteurs doivent entrer en jeu, lesquels agissent indépendamment de l'exploitation de la forêt, comme le changement climatique ou le dépôt d'azote atmosphérique et les modifications de l'offre en nutriments qui en résultent, du pH et de l'humidité du sol. Tous ces facteurs exercent une action complexe sur les milieux et les organismes. Les données du MBD donnent quelques indications sur d'éventuels vecteurs de ces tendances:

- > Les nombres d'espèces ont affiché une hausse continue et non soudaine. Un épisode extrême (sécheresse, gelée tardive, ouragan) entre donc moins en ligne de compte.
- > L'analyse des indicateurs liés aux plantes vasculaires révèle

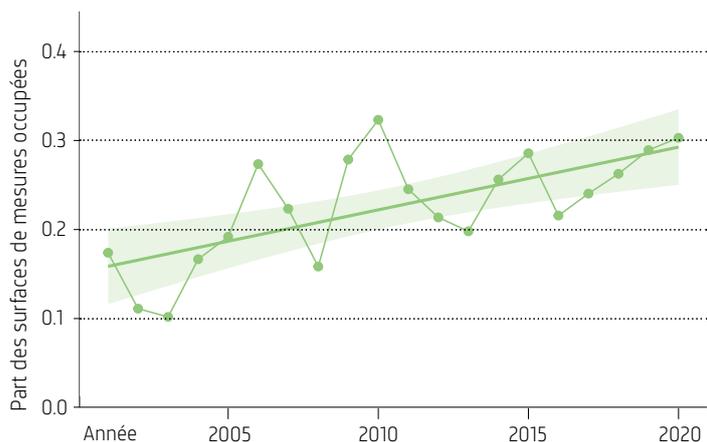
## Tendance pour toutes les espèces sylvicoles



## Tendance pour les espèces typiques



**Figure 1:** Évolution de la diversité des espèces de plantes vasculaires, de mousses et de gastéropodes sur 534 surfaces de mesure du MBD de 10 m<sup>2</sup> situées en forêt. La ligne droite indique la tendance avec l'intervalle de confiance de 95 %.



**Figure 2:** Net accroissement de la part des surfaces de mesures colonisées par *Metzgeria furcata*. Les points désignent les moyennes annuelles des surfaces de mesures en forêt. La ligne droite indique la tendance avec l'intervalle de confiance de 95 %. Photo Heike Hofmann, swissbryophytes

que les conditions ont changé en moyenne en forêt. Les forêts de feuillus sont devenues plus riches en nutriments, plus sombres et plus humides. Ce dernier facteur pourrait favoriser les mousses et les gastéropodes. Par contre, les forêts de conifères ne connaissent aucune tendance correspondante en matière d'humidité, et pourtant les gastéropodes s'y accroissent dans la même mesure. Tant dans la forêt de feuillus que de conifères, le pH, mesuré d'après la valeur de réaction moyenne des plantes vasculaires, a légèrement augmenté. Comme on sait que le pH du sol et la diversité des gastéropodes sont liés, cela pourrait expliquer en partie la diversification de la faune des gastéropodes.

- > Le dépôt d'azote atmosphérique a plutôt diminué au cours des dernières années. Il demeure néanmoins souvent supérieur à la valeur critique pour la biodiversité, surtout à basse altitude («critical load», cf. p. 35). La persistance de taux de dépôt élevés peut générer une hausse de la disponibilité en nutriments, qui a une incidence positive sur la flore de mousses. Notamment pour les mousses épiphytes, le dépôt d'azote est un facteur

essentiel, car elles ne sont pas concurrencées par les plantes vasculaires sur le site. Ces mousses tirent en outre profit du recul de la pollution de l'air par le dioxyde de soufre (Frahm 2009). Il n'est donc pas étonnant que, depuis le début des mesures du MBD, le nombre des espèces de mousses épiphytes par surface d'échantillonnage se soit sensiblement accru. Exemple: *Metzgeria furcata*; la part des surfaces que cette mousse colonise a doublé en l'espace de 20 ans (figure 2).

**Informations précieuses concernant l'évolution de la forêt**

Grâce à son réseau de mesures «Habitats terrestres» (p. 10), le MBD étudie une sélection de groupes d'organismes qui vivent également sur le sol ou y sont recensés. Le MBD ne fournit aucune donnée concernant les groupes d'organismes typiques de la forêt tels que champignons, lichens et coléoptères lignicoles, qui vivent plus haut sur les troncs et dans la canopée. Les données du MBD ne peuvent donc certes pas donner une vue intégrale de l'état de la biodiversité dans les forêts suisses, mais elles fournissent des indications précieuses concernant l'évolution du milieu.

**Tableau 1:** Corrélation entre l'évolution d'une caractéristique de la structure forestière et l'évolution du nombre d'espèces de plantes vasculaires, de mousses et de gastéropodes, et le nombre de gastéropodes observés sur la même surface.

↗ = Corrélation positive significative ou accroissement, p < 0.05  
 ↘ = Corrélation négative significative ou diminution, p < 0.05  
 (↗) = Faible corrélation, p < 0.1

Caractéristiques de la structure forestière d'après l'IFN	Corrélation entre l'évolution de la caractéristique forestière et l'évolution de la diversité des espèces						
	Plantes vasculaires		Mousses		Gastéropodes		
	Toutes espèces	Espèces sylvi- coles typiques*	Toutes espèces	Espèces sylvi- coles typiques*	Toutes espèces	Espèces sylvi- coles typiques*	Individus
Volume total de bois mort						↗	↗
Densité du peuplement	↘	↘		↗			
Degré de couverture de la strate arbustive		(↗)			(↗)		
Age du peuplement	↘			(↗)			
Part du bois de feuillus par rapport au bois de conifères	↗						

\* Selon groupement écologique de Landolt et al. 2010

## Tendances variées en montagne

**Les causes de nombreuses tendances biodiversitaires en altitude sont encore inexpliquées. Chez les papillons diurnes et les plantes vasculaires, une partie d'entre elles sont imputables à la déprise ou à la forte réduction de l'exploitation des prairies et des pâturages.**

Environ deux tiers de la superficie de la Suisse se situe en montagne. Les milieux y sont souvent très riches en espèces. Dans les Alpes, on dénombre 45 espèces de papillons diurnes par surface de mesures (1 km<sup>2</sup>), contre seulement 26 sur le Plateau.

### Indices de déprise

Les zones de haute altitude hébergent des espèces spécialisées. Chez les papillons diurnes, ces espèces sont particulièrement menacées, ce qui est en partie lié au réchauffement climatique (p. 26). On observe toutefois des différences régionales: des réductions particulièrement fortes du nombre d'espèces sont enregistrées dans le nord du Tessin ainsi que dans les vallées grisonnes méridionales (Kipfer et al. 2020), c'est-à-dire dans des régions dont on sait que les surfaces boisées s'étendent en raison de la déprise (figure 1). Outre le changement climatique, l'évolution de l'affectation du sol pourrait donc aussi exercer une influence majeure sur la diversité des espèces de papillons diurnes.

Chez les plantes vasculaires également, on constate une évolution des biocénoses en montagne. Les indices concernant les causes de cette évolution sont fournis par l'analyse des indicateurs écologiques. Ceux-ci informent sur les conditions (lumière, disponibilité des nutriments, humidité, température etc.) dans lesquelles une espèce végétale prospère le mieux. Toute évolution de l'indicateur moyen d'une biocénose suggère un changement dans les conditions ambiantes (figure 2).

Dans la zone d'estivage, l'indicateur moyen de la lumière est en baisse. Cela signifie que les espèces photophiles disparaissent et que les peuplements végétaux se densifient. En même temps, ce sont surtout les surfaces isolées qui enregistrent une diminution des indicateurs de la lumière, alors que la part des indicateurs de jachère y augmente légèrement. Cette évolution est révélatrice d'une déprise.

### Tendances contradictoires

Dans les régions de basse altitude, l'indicateur de lumière en revanche progresse légèrement. Parmi les espèces responsables de cet accroissement figurent des espèces prairiales typiques mais aussi des indicateurs de dérangement fréquents et répandus, tels que la véronique des champs, la renoncule rampante et le brome mou. Ils ont la réputation de combler le manque d'autres espèces dans les prairies et les pâturages. Leur présence pourrait être liée à la plus grande fréquence de fauche ou le surcroît de pacage, qui provoque la création d'espaces dégagés au sol.

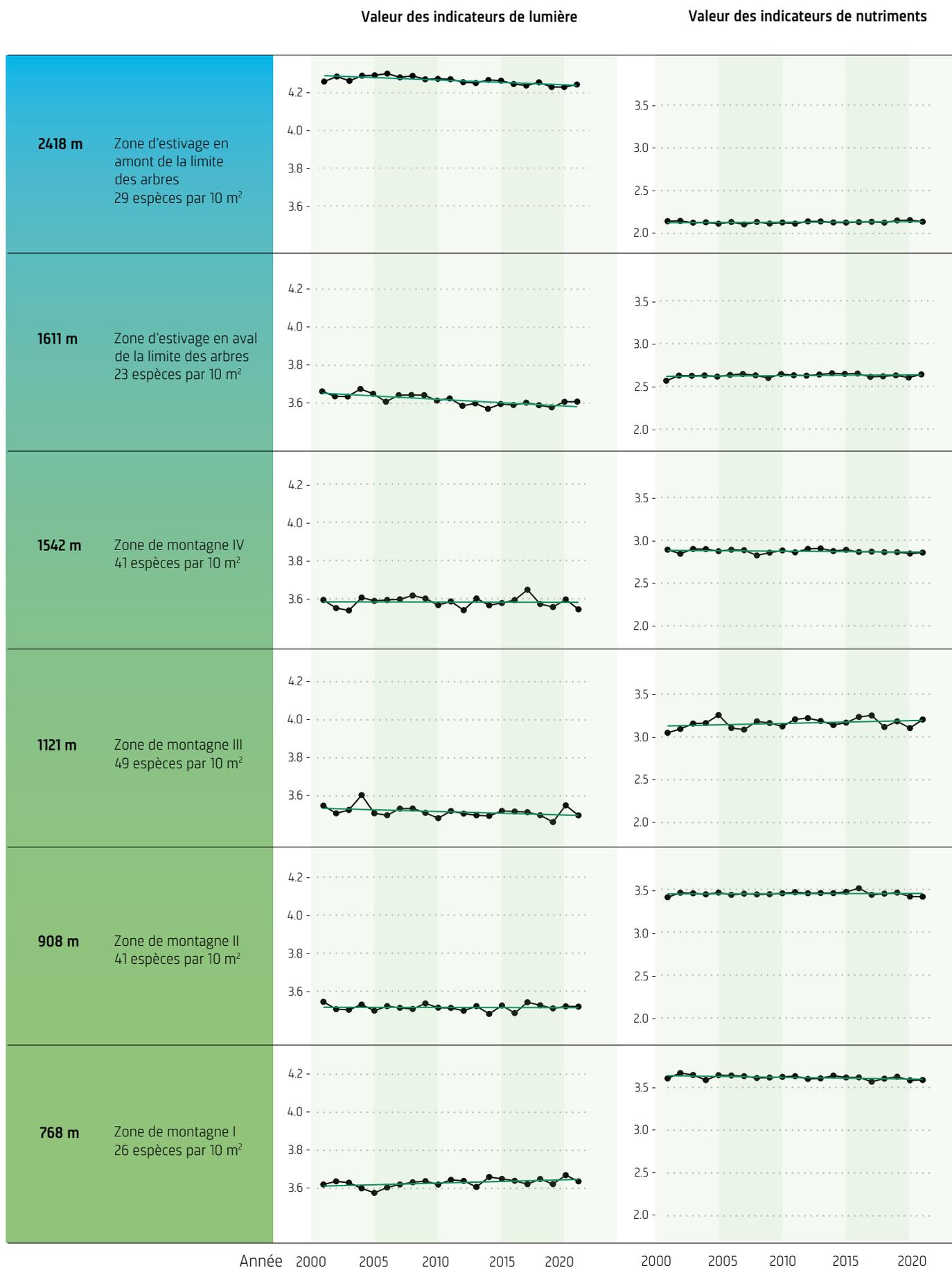
À vrai dire, l'intensification de l'exploitation ainsi postulée ne se répercute pas sur la valeur nutritive. Celle-ci est certes naturellement plus élevée à basse altitude que dans les biocénoses végétales fortement spécialisées de la zone d'estivage, mais la situation n'a guère changé depuis 2001.

Dans l'ensemble, les incidences des changements d'affectation du sol sur les biocénoses de montagne ont été peu étudiées jusqu'à présent. À cela s'ajoute que l'on constate des tendances contradictoires à l'intérieur des différentes zones agricoles. Les généralisations s'avèrent donc peu pertinentes.

Pour analyser l'influence de l'intensité d'exploitation sur la diversité des espèces, il ne faudrait pas seulement prendre en considération les caractéristiques indirectes telles que les zones agricoles, l'isolement ou la pente du terrain, mais aussi des indications directes concernant l'évolution de l'intensité d'exploitation. Celles-ci sont possibles, par exemple, grâce à l'amélioration et à l'étendue des mesures effectuées par satellite ou par avion. À l'avenir, ces données pourraient permettre de mieux comprendre les changements survenus en montagne.



**Figure 1:** Surface d'échantillonnage à Santa Maria in Calancatal (GR) en 2005 (à gauche) et en 2020 (à droite). L'accroissement du nombre de jeunes épicéas et l'embroussaillage de la prairie par des grandes fougères ont eu pour effet que la qualité de l'habitat s'est dégradée pour les papillons diurnes. Photos Fondation documenta natura (à gauche), Beat Ernst (à droite)



**Figure 2:** Évolution de la valeur moyenne d'indicateurs de lumière (colonne de gauche) et de la valeur nutritive moyenne (à droite) des prélèvements de plantes en milieu ouvert selon Flora indicativa (Landolt et al. 2010). Une valeur élevée de l'indicateur de lumière suggère la présence de nombreuses espèces photophiles, tandis qu'une valeur basse indique que des espèces sciaphiles déterminent également la biocénose. Une valeur nutritive élevée révèle la présence d'espèces tributaires d'une grande disponibilité en nutriments, alors qu'une valeur basse suggère la présence d'espèces peu compétitives et capables de prospérer sur un substrat pauvre en nutriments. Les niveaux se réfèrent aux zones définies par l'ordonnance sur les zones agricoles (RS 912.1). La zone de montagne et d'estivage englobe les Alpes ainsi que le Jura. Sont également indiqués l'altitude moyenne des zones d'échantillonnage à l'étage correspondant ainsi que le nombre moyen d'espèces par surface.

# Vision ambivalente de la nature urbaine

**Une diversité étonnante d'espèces vit en milieu urbain. En dehors des mousses, on n'y observe toutefois aucune biocénose typique. La part des espèces exogènes est en forte hausse.**

Quand on pense aux villes et aux agglomérations et à leur surface couverte de pierres et de béton, on n'imagine pas une grande diversité d'espèces. Pourtant, l'observation plus attentive des espaces verts et de certains sites spécifiques permet de constater une diversité d'espèces étonnante. Les données du MBD montrent même que le nombre d'espèces de plantes vasculaires est en moyenne plus élevée en milieu urbain que dans les zones agricoles ou en forêt (figure 1). De même, chez les mousses et les gastéropodes, on observe en moyenne davantage d'espèces entre les bâtiments que sur des surfaces vouées à l'exploitation agricole, sans que ce nombre atteigne toutefois les effectifs observés en forêt.

## Espèces des prairies et des pâturages

Mais quelles espèces sont responsables de ce nombre relativement élevé? Chez les plantes vasculaires, de nombreuses espèces sont adaptées aux conditions spécifiques du milieu urbain telles que le piétinement, la fauche fréquente, un apport élevé en nutriments ou un assèchement marqué (entre les pavés, p. ex.). On ne peut toutefois que partiellement confirmer l'hypothèse selon laquelle, en général, avant tout des biocénoses spécialisées s'installeraient en milieu urbain. Chez les plantes vasculaires comme chez les gastéropodes, les biocénoses urbaines correspondent dans une large mesure à celles des zones agricoles. Elles ne semblent présenter une composition typiquement urbaine que chez les mousses. Cela pourrait s'expliquer par le fait que la part des espèces épilithes y est nettement plus élevée. Exemple: le bryum d'argent. Cette espèce photophile et thermophile est présente jusque dans le centre des villes et pousse aussi entre les pavés, dans les fissures de l'asphalte ou les interstices de murs de pierre.

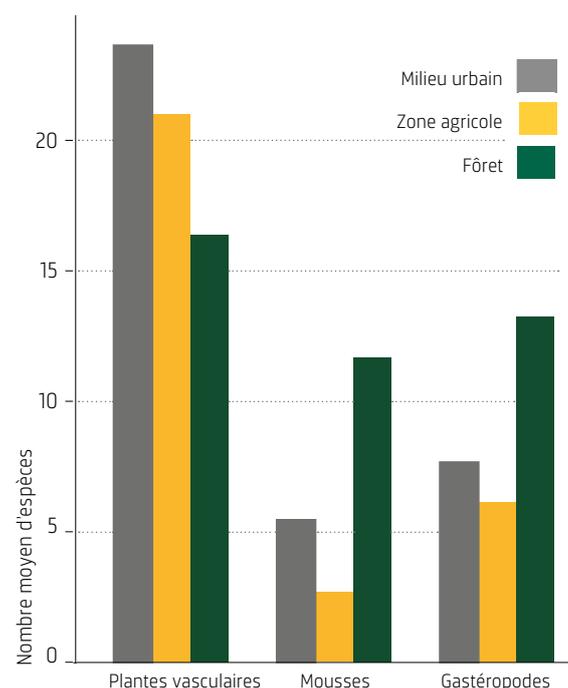


## De plus en plus de néobiontes

Depuis le début des mesures, le nombre moyen d'espèces des trois groupes d'organismes s'est accru sur les surfaces urbaines qui n'étaient pas complètement imperméabilisées. Chez les plantes vasculaires, ce sont notamment les espèces thermophiles et xérophiles qui s'y propagent (Heer 2021); en font également partie des espèces exogènes (néophytes) de régions plus méridionales. Cette circonstance apporte un éclairage légèrement nuancé sur leur évolution supposément positive.

Les néophytes ne représentent certes qu'une faible part de la diversité des espèces, mais cette part affiche une forte croissance à l'échelle nationale. Les néophytes couvrent un vaste éventail et ne comprennent pas seulement les espèces envahissantes qui, on le sait, posent les plus gros problèmes. La propagation des néophytes est étroitement liée aux activités humaines, qui répandent de nouvelles espèces consciemment (par la culture et l'ensemencement) ou inconsciemment (par la dissémination involontaire de graines).

Parmi les gastéropodes également, de nouvelles espèces ont immigré. Exemple: l'hélice carénée, originaire d'Italie et des régions limitrophes, qui se propage à grande vitesse dans toute l'Europe (Fischer 2010, Neiber et Haack 2019). L'espèce est souvent présente dans des milieux influencés par l'être humain, comme les jardins, les parcs et les cimetières, les sites rudéraux et la proximité des cours d'eau. On suppose qu'elle a été introduite avec du terreau.



**Figure 1:** Le MBD effectue également des relevés au cœur du milieu urbain et recense la diversité des espèces dans des espaces publics tels que les parcs ou les aires de jeu. Par rapport aux relevés effectués en zones agricoles ou en forêt, ces surfaces sont très riches en espèces.

Le graphique n'a pris en considération que les surfaces situées à moins de 750 m d'altitude et les surfaces partiellement imperméabilisées.

Photo Beat Ernst

## Équipes Plantes vasculaires et Mousses



À partir d'avril, les membres de l'équipe Botanique essaient jusque dans les coins les plus reculés de la Suisse afin d'y recenser la diversité des espèces. Bon nombre d'entre eux participent aux activités du MBD depuis les premières années. Leurs outils de travail consistent en une

loupe spéciale, dotée d'une lampe pour l'observation des plus petites caractéristiques nécessaires à la détermination des végétaux, ainsi qu'un smartphone destiné à inscrire les données dans l'appli du MBD.  
Photo Beat Ernst



Les membres de l'équipe Botanique rapportent du réseau de mesures «Habitats terrestres» quelques enveloppes contenant des échantillons de mousse, qu'une équipe de bryologues déterminera. Ils travaillent avec

une loupe stéréo et un microscope, afin d'examiner les caractéristiques végétales souvent minuscules nécessaires à une détermination précise.  
Photo Beat Ernst

# Le changement climatique affecte tous les organismes

**En raison du réchauffement climatique, les espèces qui privilégient les hautes températures tendent à élargir leur aire de répartition, tandis que les espèces adaptées aux basses températures la réduisent. Les espèces très mobiles comme les papillons diurnes et les insectes aquatiques réagissent plus vite que les plantes vasculaires et les mousses.**

Les conséquences du dérèglement climatique sont sensibles et mesurables en Suisse. Depuis 1864, la température moyenne y a augmenté de près de 2° C. En quoi ce changement environnemental se répercute-t-il sur la diversité des espèces?

## Les territoires s'étendent

On observe une migration en altitude chez les groupes d'organismes étudiés par le MBD, l'évolution constatée chez les groupes d'organismes terrestres s'avérant toutefois moins marquée que ce que la hausse des températures laisserait supposer (figure 1). Cependant, certaines espèces n'ont pas seulement grimpé en altitude, mais elles ont aussi étendu – parfois massivement – leur aire de distribution.

C'est le cas de l'azuré du trèfle, qui était très rare au début des relevés, mais a colonisé aujourd'hui de vastes régions du Jura et du Plateau suisse. Son expansion n'a été possible que grâce à la forte présence, dans la plupart des régions, de plantes hôtes de ses chenilles, de la famille des papilionacées. Plusieurs espèces méridionales de papillons diurnes, comme la piéride de l'ibéride ou le silène, se comportent comme l'azuré du trèfle.

Les autres groupes d'organismes englobent également des espèces thermophiles qui se sont sensiblement répandues depuis le début des mesures. Chez les mousses, par exemple, il convient de citer la mousse *Atrichum angustatum*. Cette espèce photophile et thermophile est principalement présente sur le versant sud des Alpes. Elle est typique des forêts claires de chênes et de châtaigniers et colonise les talus et les pelouses sèches clairsemées. Depuis 2001, le nombre de ses observations a fortement augmenté.

Chez les plantes vasculaires, ce sont tout particulièrement les espèces thermophiles de sites rudéraux qui progressent. La valériane carénée, qui s'est fortement répandue durant les 20 dernières années, surtout dans l'est du Plateau, en est un exemple impressionnant (figure 2).

## Activité précoce

La hausse des températures ne se répercute pas seulement sur la répartition des espèces, mais aussi sur l'ensemble du cycle de vie

au cours d'une année, ce que l'on appelle la phénologie. Chez les papillons diurnes, ces déplacements phénologiques peuvent être analysés, car, pour ce groupe d'organismes, selon l'étage altitudinal, jusqu'à sept passages sont effectués par an, répartis sur toute la période de vol.

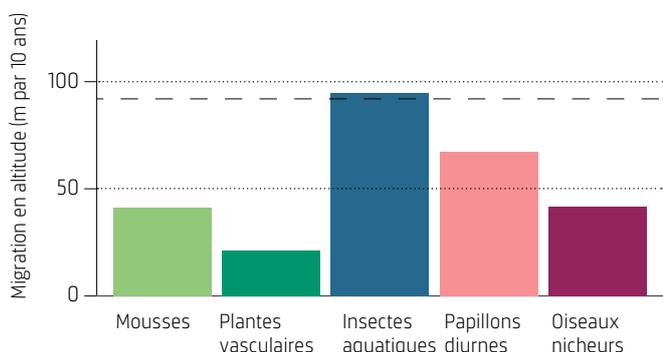
Un printemps chaud favorise le développement de nombreuses espèces, car les chenilles trouvent plus tôt une offre alimentaire abondante et peuvent donc se développer plus rapidement. Chez le tristan, par exemple, le cycle de développement a été avancé d'environ deux semaines durant les trois années d'été caniculaire (2003, 2015 et 2018) (figure 3) (OFEV et al. 2019). Le MBD permet donc également de constater les déplacements phénologiques des papillons.

Chez certaines espèces de papillons diurnes, un développement trop précoce peut s'avérer néfaste: si les chenilles éclosent avant que les plantes fourragères n'aient constitué une biomasse suffisante ou si les papillons volent avant la floraison des plantes à nectar, cela peut avoir des conséquences fatales pour leur survie.

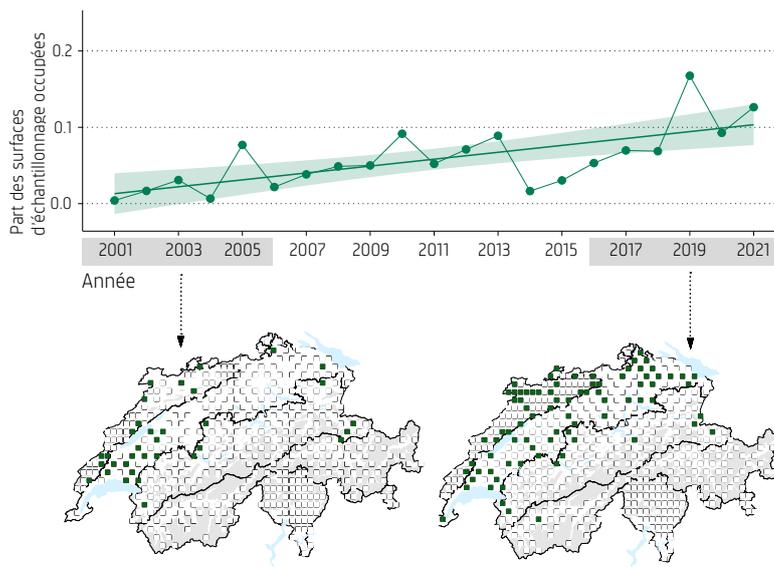
## Les espèces de montagne sous pression

Pour de nombreuses espèces, la hausse des températures entraîne un accroissement de la taille des populations et une extension de leur aire de distribution. Mais toutes les espèces sont-elles concernées? Pour répondre à cette question, il convient de se tourner vers la montagne: chez les papillons diurnes, le nombre des espèces de haute montagne diminue légèrement, alors qu'un accroissement peut être observé chez les plantes alpines.

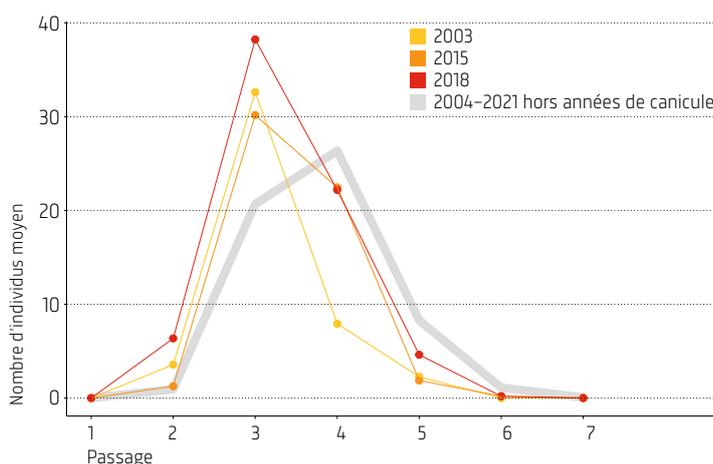
La Suisse assume une responsabilité particulière vis-à-vis de plusieurs espèces de papillons diurnes typiques de la montagne. Certains de ces spécialistes de la montagne se sont toutefois raréfiés. C'est le cas du chamoisé des glaciers. Présent sur les alpages ras et pierreux jusqu'à 3000 m d'altitude, la face inférieure marbrée de ses ailes lui offre un camouflage parfait dans ce milieu rocheux. Il n'a pu être retrouvé que sur 29 surfaces d'échantillonnage – de 43 occupées auparavant. De plus, un recul massif du nombre d'individus a été observé durant l'été caniculaire de 2018 (OFEV et al. 2019).



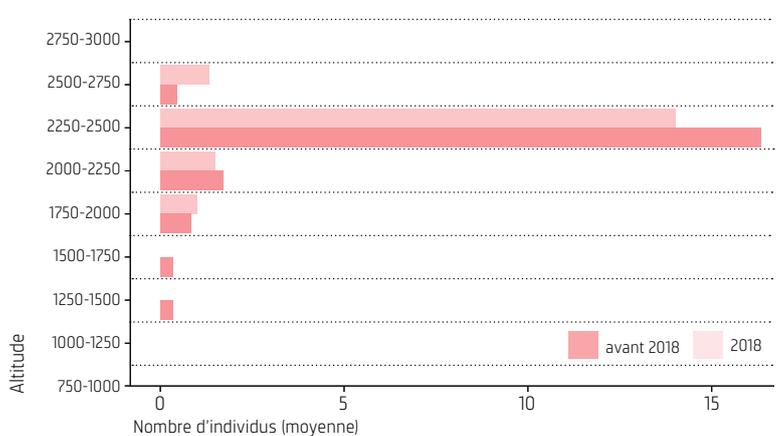
**Figure 1:** Migration moyenne en altitude des groupes d'organismes. Cette valeur résulte de l'accroissement de la valeur moyenne des indicateurs de température chez les espèces observées en l'espace de 10 ans. À titre de comparaison: la température moyenne de l'air s'est accrue dans une telle mesure que les sites présentant une même température se situent aujourd'hui 92 m plus haut qu'il y a 10 ans (ligne pointillée).



**Figure 2:** Propagation de la valérianelle carénée (*Valerianella carinata*) en Suisse entre 2001 et 2021. La ligne droite indique la tendance, avec un intervalle de confiance de 95 %. Photo Thomas Stalling



**Figure 3:** Évolution de la phénologie à l'exemple du tristan (*Aphantopus hyperantus*) durant les années de canicule 2003, 2015 et 2018 par rapport aux autres années. Chaque transect de papillons diurnes est inspecté à 7 reprises par an entre mai et début septembre à basse altitude (seulement quatre fois à haute altitude sur une période raccourcie). L'heure et les conditions météorologiques sont prescrites avec précision pour le déroulement des relevés; en fait également partie la mesure de la température au début d'un relevé. Photo Tobias Roth



**Figure 4:** Répartition altitudinale du petit apollon (*Parnassius phoebus*) en 2018 et lors de relevés antérieurs (2003, 2008 et 2013). Le petit apollon n'a plus de tout été observé durant l'été caniculaire de 2018. Photo Thomas Marent

De même, le petit apollon tend à régresser (figure 4). Sur les 44 présences observées autrefois sur les transects du MBD, seules 32 ont été récemment confirmées. Il est intéressant d'observer que les présences manquantes se situent principalement à la limite inférieure de la répartition altitudinale. Cela permet de supposer que le changement climatique affecte cette espèce alpine emblématique. Ce phénomène ne peut pas être lié à la nourriture disponible pour les chenilles, car leurs plantes de prédilection est le saxifrage faux orpin, très répandu au bord des ruisseaux et dans la végétation de sources.

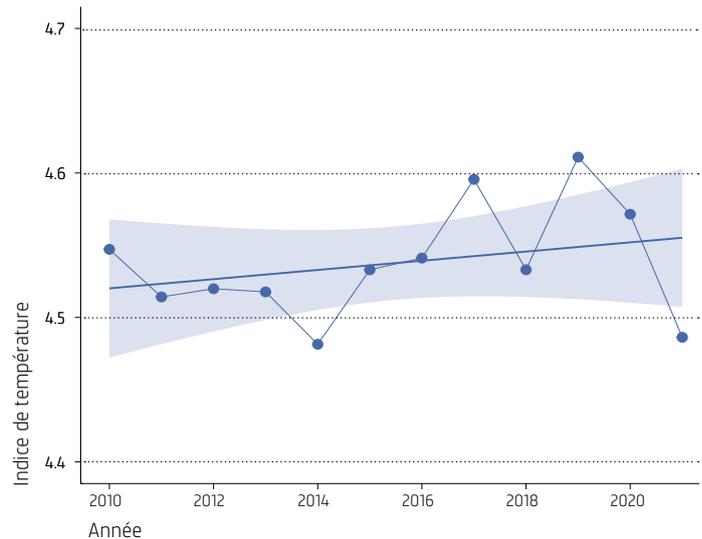
La diminution des espèces de papillons diurnes privilégiant les milieux plutôt frais est également confirmée par la tendance négative de leur indice, calculé pour 22 indicateurs de froid (p. 40) (Roth et al. 2021). Outre le changement climatique, d'autres facteurs jouent toutefois aussi un rôle déterminant dans le recul des espèces alpines, comme la déprise des prairies et des pâturages, qui entraîne l'enfrichement et finalement le reboisement (p. 22).

### Réaction rapide des insectes aquatiques

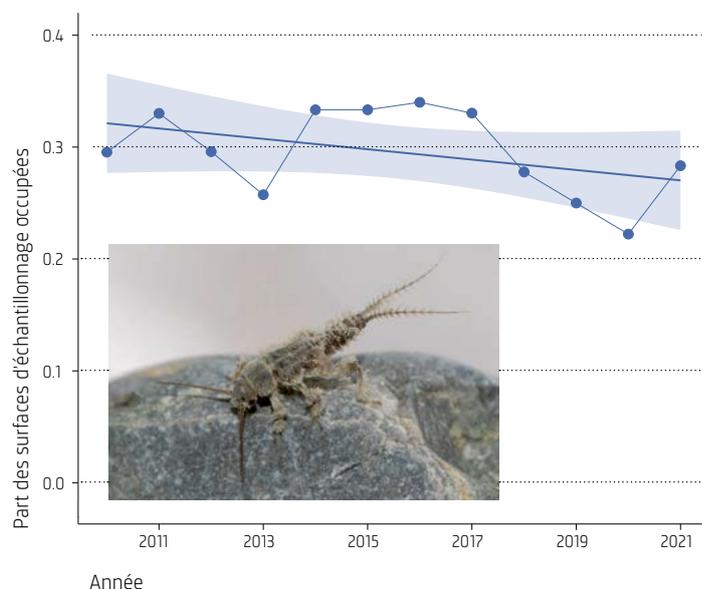
Le changement climatique ne se manifeste pas seulement sur terre, mais aussi dans les eaux. Les eaux de basse altitude, par conséquent plus chaudes, accueillent naturellement davantage d'insectes aquatiques que les ruisseaux plus froids de haute montagne (Hutter et al. 2019). Il n'est donc pas étonnant que, chez les larves d'éphéméroptères et de trichoptères, le nombre d'espèces tende à augmenter en raison du réchauffement climatique (p. 30). Ces deux ordres sont principalement présents à basse altitude et sont davantage thermophiles que les larves de plécoptères. À l'instar des papillons diurnes spécialistes de la montagne, il existe chez les insectes aquatiques des espèces cryophiles, qui supportent moins bien les répercussions du dérèglement climatique.

Depuis le début des mesures, la valeur moyenne de l'indicateur des températures augmente chez les éphéméroptères, les plécoptères et les trichoptères (figure 5). Bien que beaucoup d'insectes aquatiques soient devenus plus fréquents durant les 10 dernières années, les espèces caractéristiques des ruisseaux de montagne précisément, telles que *Nemoura mortoni*, sont moins répandues (figure 6).

Les années de canicule, la température des eaux montre moins d'écart extrêmes que la température de l'air, ce qui suggère un effet tampon exercé par les eaux. C'est pourquoi on suppose en général que la hausse des températures se répercute moins vite sur les organismes aquatiques que sur les organismes terrestres. Contrairement à cette hypothèse, les données du MBD montrent que les changements sont plutôt plus rapides chez les insectes aquatiques que chez les groupes d'organismes terrestres (figure 1, p. 26). Il est donc permis de penser que l'effet tampon des eaux ne fonctionne déjà plus pour certaines espèces.



**Figure 5:** Augmentation de la valeur moyenne des indicateurs de température chez les larves d'éphéméroptères, de plécoptères et de trichoptères. La ligne droite indique la tendance, avec un intervalle de confiance de 95 %.



**Figure 6:** La répartition du plécoptère cryophile *Nemoura mortoni* est en régression. La ligne droite indique la tendance, avec un intervalle de confiance de 95 %. Photo Christian Roesti

## Équipes Papillons diurnes et Oiseaux nicheurs



Le recensement des papillons diurnes est fastidieux. Comme les espèces ont une saison de vol spécifique, quatre à sept passages s'avèrent nécessaires selon l'étage altitudinal, pour les trouver toutes. Les relevés ne peuvent s'effectuer que si le soleil brille et que les températures sont suffisamment élevées. Comme un ou une spécialiste ne peut prendre

chaque saison que quelques transects, une équipe nombreuse est indispensable pour couvrir les périodes de pointe. Ses membres sont équipés d'un grand filet à papillons, pour capturer les papillons difficiles à déterminer et les examiner avec précision. Photo Beat Ernst



Les cartographies des oiseaux nicheurs sont coordonnées par la Station ornithologique Suisse de Sempach dans le cadre du Monitoring des oiseaux nicheurs répandus (MONiR) et réalisées par des bénévoles. La gestion des données et les contrôles de la qualité sont intégralement

effectuées par la Station ornithologique. Pour les oiseaux nicheurs, un grand nombre d'ornithologues sont disponibles. La photo a été prise à l'occasion de la journée des collaboratrices et collaborateurs 2020. Photo Station ornithologique Suisse de Sempach

# Les organismes aquatiques dévoilent l'état des cours d'eau

Les invertébrés aquatiques sont très sensibles à l'évolution de l'environnement. Au cours des dix dernières années, le changement climatique a favorisé les espèces qui apprécient la chaleur. En revanche, les espèces qui nécessitent une très bonne qualité de l'eau et se montrent sensibles aux produits phytosanitaires n'en tirent aucun bénéfice.

Depuis 2010, le MBD observe également les milieux aquatiques. L'accent est mis sur les larves d'éphéméroptères, de plécoptères et de trichoptères. Elles constituent d'excellents indicateurs de l'état des eaux. Toutes les espèces observées sont déterminées avec précision (fig. 1). Les autres invertébrés sont recensés au niveau de la famille. On découvre des nombres particulièrement élevés d'espèces d'éphéméroptères, de plécoptères et de trichoptères dans les Préalpes et le Jura (fig. 2). Cela s'explique par le fait que la plupart des espèces d'éphéméroptères et de trichoptères concentrent leur répartition sur les étages collinéen et montagnard.

## Changement climatique visible

Une forte hausse du nombre des espèces a été constatée depuis le début des mesures (fig. 3). En moyenne, au bout de dix ans, on dénombre 2.4 espèces de plus dans chaque tronçon de ruisseau échantillonné, l'accroissement s'avérant plus net chez les éphéméroptères et les trichoptères que chez les plécoptères. Il est permis de supposer que la hausse de la température de l'eau liée au changement climatique produit ici déjà son effet (Gebert et al. 2022).

L'évaluation des valeurs des indicateurs de température révèle que les espèces qui privilégient les eaux plus chaudes s'accroissent davantage (p. 28). Cela explique également la différence entre les éphéméroptères et les trichoptères, d'un côté, et les plécoptères, car ces derniers préfèrent évoluer à des températures d'eau plus fraîches et profitent par conséquent moins de la hausse des températures (fig. 4).

D'autres facteurs pourraient exercer une influence sur l'augmentation du nombre des espèces, comme, par exemple, l'absence de crues et de charriage liés à l'exploitation hydroélectrique des cours d'eau (OFEV 2022). Elles influent sur les habitats dans une large mesure et ont pour effet que les larves d'espèces non adaptées sont emportées par le courant.

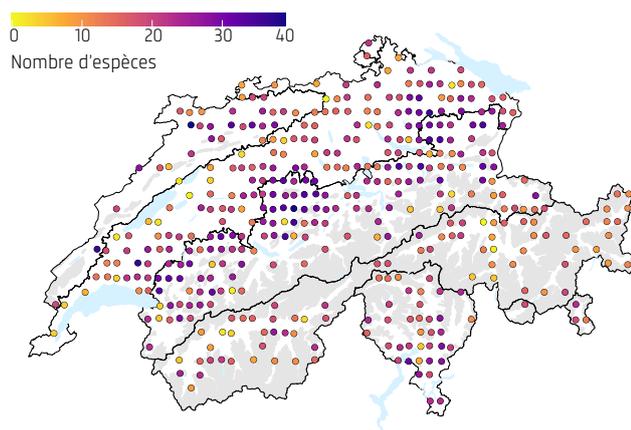


Figure 2: Répartition spatiale du nombre d'espèces d'éphéméroptères, de plécoptères et de trichoptères.



Figure 1: Les invertébrés aquatiques sont collectés et déterminés au niveau de la famille. Les larves d'éphéméroptères, de plécoptères et de trichoptères sont déterminées jusqu'au niveau de l'espèce en laboratoire. Photos Beat Ernst

## Stagnation de la qualité de l'eau

L'accroissement du nombre d'espèces permet-il de conclure que, d'une manière générale, les cours d'eau se portent bien en Suisse? Ce raisonnement est un peu réducteur, comme le montre l'analyse de deux indices spécifiques qui intègrent également la sensibilité des groupes d'espèces.

Les informations relatives à l'état biologique d'un cours d'eau tant par rapport à l'éco-morphologie qu'à la qualité de l'eau sont réunies dans ce que l'on appelle l'indice IBCH, calculé sur la base de la présence de tous les invertébrés aquatiques (déterminés au niveau de la famille). La tendance suggère avant tout une augmentation des groupes peu sensibles (fig. 5). Apparemment, donc, les invertébrés aquatiques nouveaux-venus sur un site de mesures ne sont pas forcément indicateurs d'une bonne qualité de l'eau.

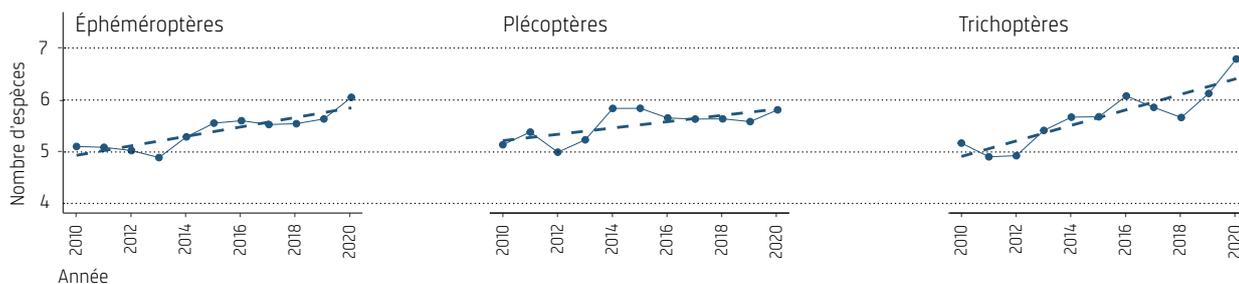


Figure 3: Évolution temporelle du nombre d'espèces d'éphéméroptères, de plécoptères et de trichoptères

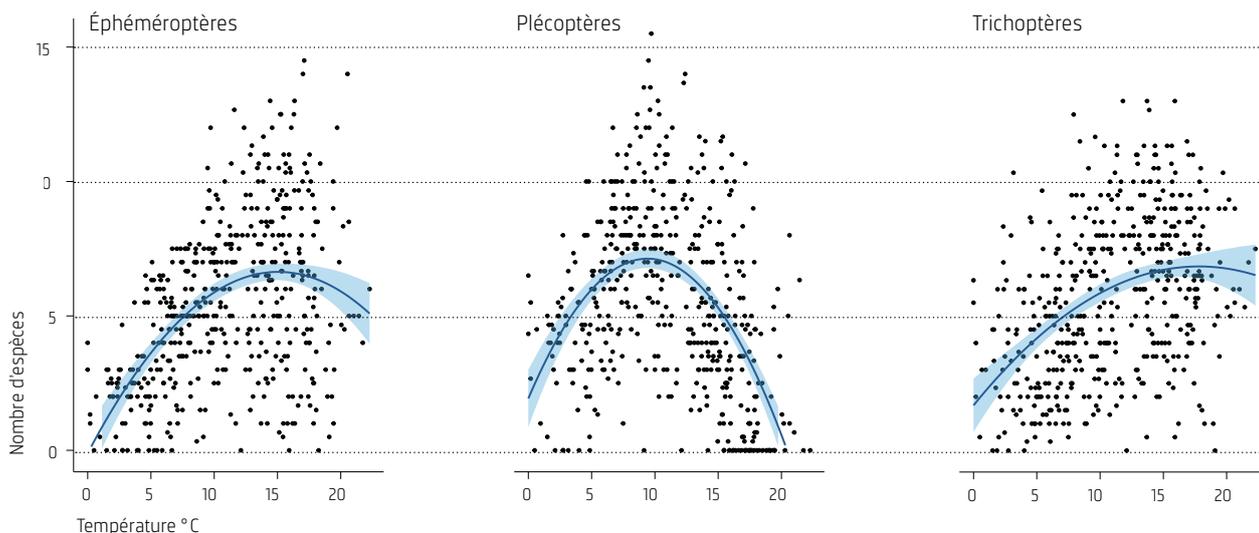


Figure 4: Corrélation entre la température de l'eau et le nombre d'espèces de larves d'éphéméroptères, de plécoptères et de trichoptères dans un cours d'eau

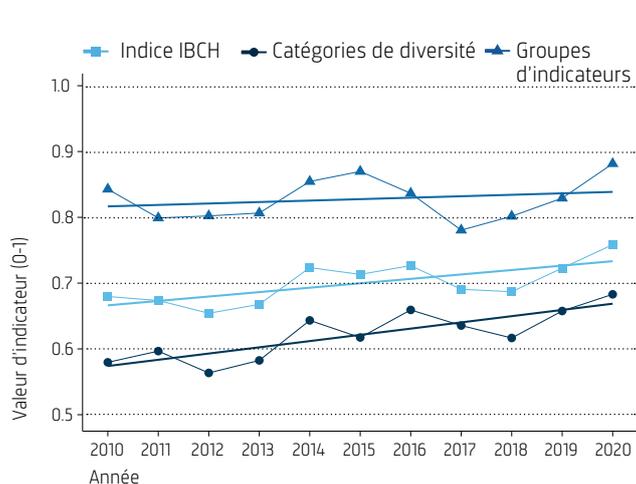


Figure 5: Indice IBCH (OFEV 2019) pour l'ensemble des invertébrés aquatiques (déterminés au niveau de la famille). La mesure combine les informations relatives à la diversité des espèces présentes (catégories de diversité) et leur sensibilité aux pollutions (répartie en neuf groupes d'indicateurs).

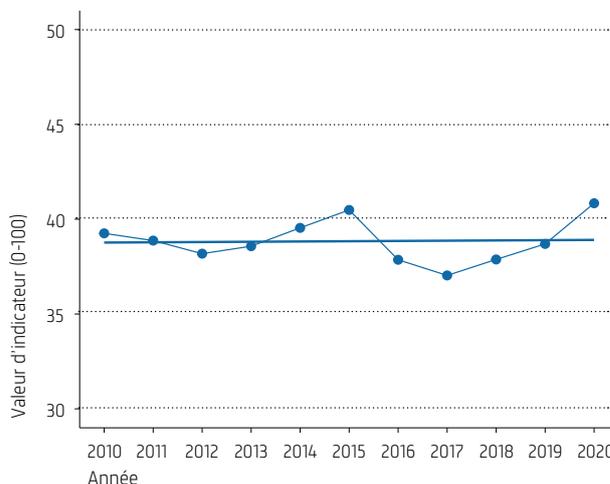


Figure 6: Indice SPEAR (UFZ 2022) pour l'ensemble des invertébrés aquatiques (déterminés au niveau de la famille). La mesure prend en considération la sensibilité aux pollutions des différentes espèces.

L'indice SPEAR, qui révèle la qualité de l'eau par rapport à la pollution par les produits phytosanitaires sur la base des organismes aquatiques, demeure stable (fig. 6).

Globalement, ce sont les espèces peu réactives à la pollution de l'eau qui s'accroissent. On constate toutefois de grandes différences d'une région à l'autre. Dans les régions du Plateau et du Jura vouées à une agriculture intensive, l'indice SPEAR est bien entendu plus bas que dans l'arc alpin. Tandis qu'il se maintient à un bas niveau sur le Plateau et dans le Jura (Hutter et al. 2019), il a

présenté une évolution négative dans l'arc alpin au cours des dernières années. Ce schéma pourrait s'expliquer par la plus forte intensification de l'exploitation agricole dans les Préalpes par rapport au Plateau, où l'intensité d'exploitation était déjà élevée durant la période considérée. Autre explication: ce sont surtout les espèces peu sensibles qui tirent profit de l'accroissement de la température des eaux.

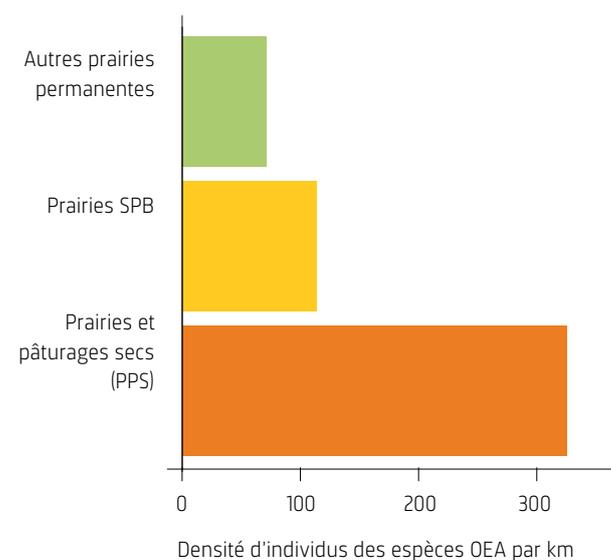


### Différences notables

Les résultats montrent en effet une plus forte présence de papillons diurnes sur les prairies SPB que sur les autres prairies (figure 2). Sur les prairies SPB, on dénombre en moyenne 114 individus par kilomètre de secteur de comptage, contre seulement 72 sur les autres prairies. Sur les surfaces PPS, la crème de la crème des habitats herbagers suisses, le MBD a recensé en moyenne plus de 320 papillons par kilomètre, soit trois fois plus que sur une prairie SPB moyenne.

Au niveau des espèces également, on constate des différences notables. Les espèces peu spécialisées comme le fadet commun sont présentes sur tous les types de prairies à une fréquence comparable. Les espèces OEA, plus exigeantes, comme la zygène du lotier, montrent en revanche une légère préférence pour les SPB et atteignent leur plus haute fréquence sur les PPS (figure 3). Bon nombre de spécialistes comme l'azuré du serpolet sont tributaires de PPS pour leur survie et ne sont présents qu'à titre exceptionnel sur les autres types de prairies.

En raison de leur agencement territorial, une partie des SPB ne pourront jamais atteindre le nombre d'individus élevés des PPS. Cependant, d'autres SPB pourraient constituer un habitat pour des espèces très spécialisées moyennant une exploitation adéquate. Le potentiel des SPB en tant qu'habitat pour des papillons diurnes plus exigeants est en tout cas loin d'être encore exploité.



**Figure 2:** Nombre moyen d'individus des espèces cibles et emblématiques des Objectifs environnementaux pour l'agriculture par km de longueur de transect pour les trois types de prairies étudiés.



**Figure 3:** De bas en haut, les exigences des espèces s'accroissent par rapport à la qualité des prairies: fadet commun (*Coenonympha pamphilus*) (en bas), zygène du lotier (*Zygaena loti*) (au milieu) et azuré du serpolet (*Maculinea arion*) (en haut). Photos Thomas Marent

# La combinaison de données améliore la vue d'ensemble

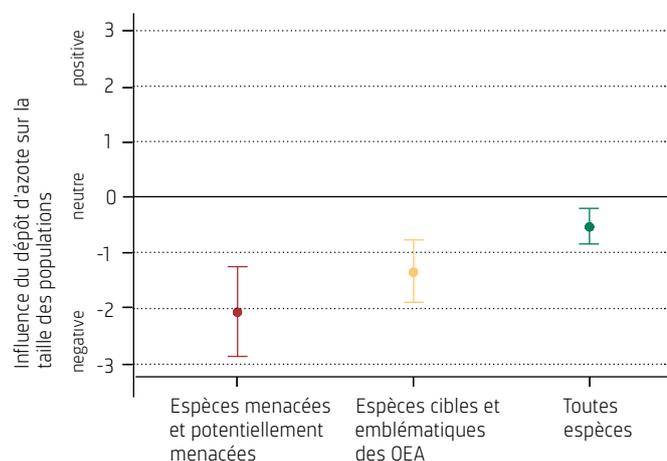
**Les causes des changements observés dans la biodiversité sont souvent obscures. La combinaison des données du MBD avec celles d'autres programmes fournit de précieuses indications.**

La seule documentation de l'évolution de la biodiversité s'avère souvent insuffisante pour prendre les mesures qui s'imposent. Il faut également des explications par rapport aux causes éventuelles. À cet égard, des données nationales sur l'éventuel facteur d'influence provenant d'autres programmes de monitoring s'avèrent précieuses.

La combinaison des données du MBD relatives au réseau de mesures «Habitats terrestres» avec la carte de l'azote fournit à ce sujet des exemples impressionnants. Des études antérieures fondées sur les données du MBD ont montré qu'un excès d'azote entraînait une végétation plus dense dans laquelle moins d'espèces différentes de plantes vasculaires étaient présentes. Ces conclusions ont notamment eu pour effet que les charges critiques d'azote dans les prairies de fauche, reconnues à l'échelle européenne, ont été adaptées (voir encadré).

L'excès d'azote a aussi un impact indirect sur les papillons diurnes au travers de l'évolution de la végétation (Roth et al. 2021). À cet égard, les espèces de papillons menacées sont plus affectées que les espèces non menacées (figure 1).

Les modifications de l'environnement n'affectent toutefois pas seulement des espèces ou des groupes d'espèces. Elles se répercutent également sur les chaînes alimentaires au sein desquelles différents groupes d'espèces sont en relation. Les données de différents programmes permettent de mettre en évidence ces corrélations – entre, par exemple, le cincle plongeur, dont les effectifs ont été recensés pour l'Atlas des oiseaux nicheurs de la Station ornithologique (Knaus et al. 2018), et ses proies, à savoir les organismes aquatiques invertébrés. Ces derniers sont recensés dans le MBD (p. 12) et le programme de monitoring «Observation nationale de la qualité des eaux de surface»



**Figure 1:** L'apport en azote a une incidence négative sur les populations de nombreuses espèces de papillons diurnes, les espèces menacées étant les plus gravement affectées. OEA = objectifs environnementaux pour l'agriculture. Graphique d'après Roth et al. 2021. Photo Gregor Klaus



**Figure 2:** Plus il y a de larves d'éphéméroptères, de trichoptères et de plécoptères dans un cours d'eau, plus on y observe de territoires de cincle plongeur. Photo Tobias Roth

(NAWA) (p. 39) et divers programmes cantonaux. Plus l'état écologique des eaux est de bonne qualité et l'offre alimentaire abondante, plus le cincle plongeur sera fréquent (figure 2). Il est intéressant d'observer que l'offre alimentaire exerce une plus forte influence sur la présence du cincle plongeur que la proximité naturelle d'un cours d'eau (Martinez et al. 2020).

Autre exemple: l'interaction entre les organismes du sol et les plantes vasculaires. À cet effet, des échantillons de sol ont été prélevés sur les surfaces de mesures du MBD et les indices du sol ont été analysés (Meuli et al. 2017), au même titre que l'interaction entre la diversité bactérienne et la diversité végétale, sur une vaste échelle (Mayerhofer et al. 2021).

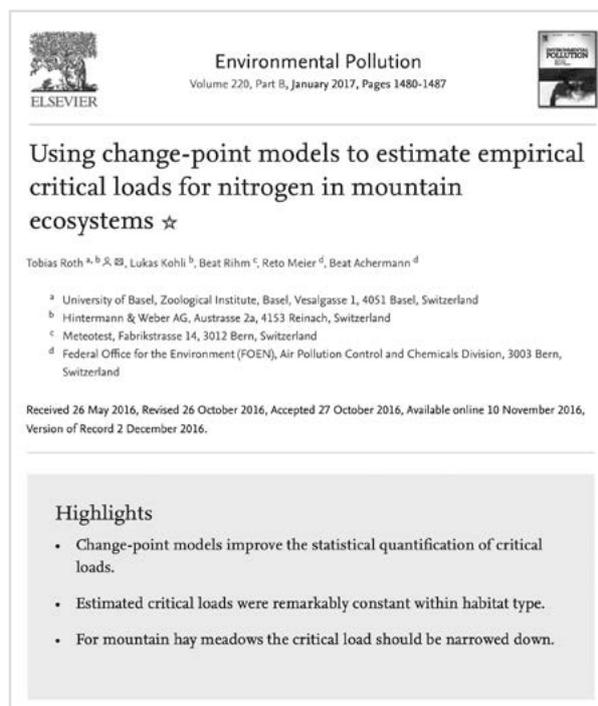


### Contribution du MBD à la révision des limites de charge en azote

Les «critical loads» sont les limites de charge dont le dépassement provoque des changements négatifs dans les milieux naturels. Il s'agit donc d'une mesure de la sensibilité des écosystèmes par rapport aux apports de substances polluantes. Les charges supérieures à ces limites doivent être considérées comme excessives conformément à l'ordonnance sur la protection de l'air.

Les limites de charge font partie intégrante de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance conclue par la Commission économique des Nations unies pour l'Europe. Tous les dix ans environ, un processus d'expertise se déroule dans le cadre de cette convention; à cette occasion, les limites de charge sont adaptées en fonction des nouveaux acquis de la science. Les résultats du MBD ont contribué dans une large mesure à la dernière adaptation des limites de charge empiriques d'azote.

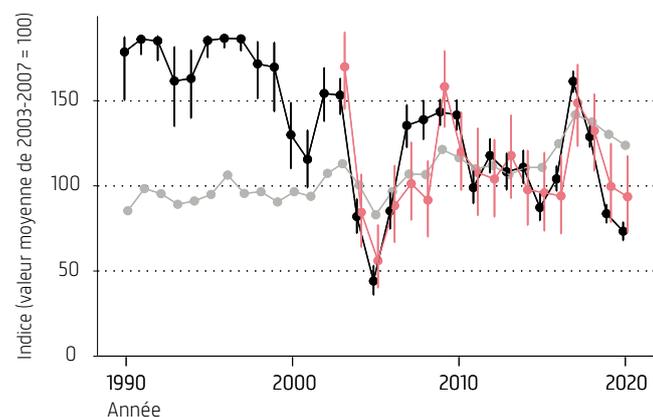
**Figure 3:** Sur la base des données du MBD, une nouvelle méthode a été conçue pour déterminer les critical loads en azote. Les résultats ont été publiés dans une revue internationale de renom (Roth et al. 2017).



### Le MBD: une référence

Le MBD a été conçu de façon à pouvoir fournir des informations sur l'évolution de la diversité des espèces fréquentes et moyennement fréquentes dans le paysage commun des régions biogéographiques de la Suisse. Les indications relatives aux zones protégées, par exemple, ou à certains cantons ne sont possibles que dans une mesure limitée avec les seules données du MBD. Les programmes nationaux tels qu'ALL-EMA (p. 41) ou le suivi des effets de la protection des biotopes en Suisse (WBS) (p. 38) de même que les programmes de cantons tels que l'Argovie (depuis 1996) ou la Thurgovie (depuis 2009, p. 17) comblent ses lacunes. Comme ces programmes s'inspirent fortement du MBD sur le plan méthodologique, les résultats sont directement comparables entre les programmes. Des méthodes de recensement identiques ne con-

stituent toutefois pas une condition préalable pour combiner des sources de données. L'indice des papillons diurnes, qui combine les données du MBD et d'info fauna (p. 38), en est un bon exemple (Roth et Plattner 2021). Les banques de données d'info fauna - CSCF sont très vastes, et les observations remontent loin dans le siècle dernier. En raison d'un surcroît d'activité, le nombre des observations s'accroît fortement dans les banques de données. Il n'est donc possible de calculer des tendances fiables dans le temps qu'à l'aide de méthodes statistiques appropriées. Grâce à ses méthodes de recensement uniformisées et à l'intensité constante des relevés, le MBD peut reproduire l'évolution temporelle d'espèces fréquentes sans distorsion. Les tendances temporelles établies par le MBD ont servi de référence pour vérifier la plausibilité des résultats des modèles statistiques (figure 4).



**Figure 4:** L'indice des papillons diurnes combine les données d'info fauna - CSCF et du MBD. Bien que le nombre d'observations de paon-du-jour (*Inachis io*) augmente dans la banque de données d'info fauna - CSCF (gris), l'indice des papillons diurnes (noir) et les données du MBD (rose) suggèrent une diminution des effectifs. Photo Thomas Marent

2017

### Évolution méthodologique

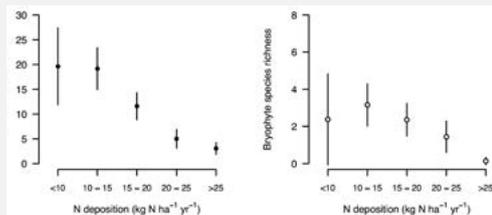


Using change-point models to estimate empirical critical loads for nitrogen in mountain

Nouvelle méthode de détermination de la critical load, basée sur les données du MBD.  
*Roth et al. (2017)*

2013

### Impact négatif dans les prairies de fauche



Les données du MBD montrent qu'une augmentation du dépôt d'azote a un impact négatif sur la diversité des espèces de plantes vasculaires et de mousse dans les prairies de fauche.  
*Roth et al. (2013)*

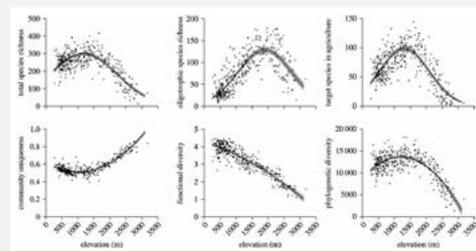
2022

### Adaptation des critical loads

Sur la base des études empiriques résultant du MBD, la critical load a été abaissée à 10-15 kg N/ha pour les prairies de fauche  
*Bobbink et al. (in Prep.)*

2015

### Effet négatif sur plusieurs indicateurs



Le dépôt d'azote n'a pas seulement une incidence négative sur la diversité des espèces, mais aussi sur la diversité fonctionnelle et phylogénétique.  
*Roth et al. (2015)*

2010

### Review Critical Loads



Sur la base du savoir d'experts et d'expertes, la critical load empirique pour les prairies de fauche a été fixée à 10-20 kg N/ha.  
*Bobbink et Hettelingh (2010)*

Les limites de charge relatives aux apports de substances polluantes («critical loads») dont le dépassement provoque des changements négatifs dans les milieux naturels sont adaptées à peu près tous les dix ans en fonction des récents acquis de la science. Les résultats du MBD ont largement contribué à la dernière adaptation concernant les dépôts d'azote.

## Équipes Organismes aquatiques et Gastéropodes



Le recensement de la diversité des espèces de gastéropodes requiert de nombreuses étapes. Après le prélèvement des échantillons par l'équipe de terrain (p. 25), les fragments de sol sont envoyés à la société Ritec, à Düringen, où ils seront nettoyés, jusqu'à ce qu'il ne reste

plus que les éléments durs. Les coquilles d'escargot sont ensuite triées à la main et déterminées par des expert-e-s au niveau de l'espèce. Chaque année, environ 20 000 coquilles sont ainsi identifiées. Photo Beat Ernst



Le recensement de la diversité des organismes aquatiques s'effectue en deux étapes: une équipe de terrain constituée d'une vingtaine de spécialistes se déplace dans toute la Suisse pour échantillonner chaque année environ 100 tronçons de cours d'eau selon la méthode du kick-sampling,

pour évaluer l'éco-morphologie et déterminer les invertébrés aquatiques au niveau de la famille (p. 12). Les larves d'éphéméroptères, de plécoptères et de trichoptères sont ensuite triées et envoyées à 12 expertes et experts chargés de les identifier. Photo Beat Ernst

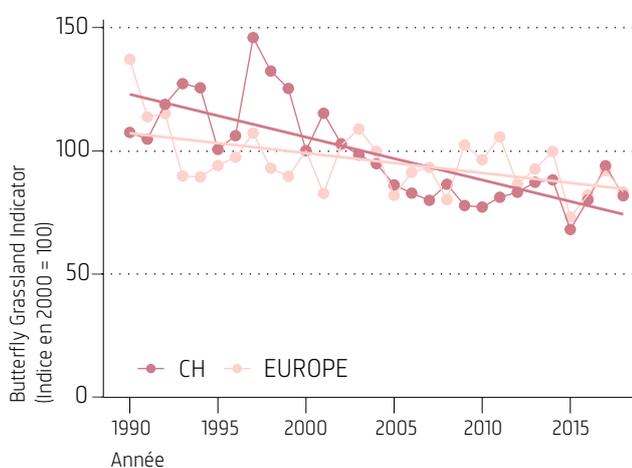
# Valorisation des données du MBD

Comment et par qui les données du MBD sont-elles utilisées? Et dans quel but? Les huit exemples qui suivent montrent que le MBD apporte une précieuse contribution dans de nombreux domaines.

## Contribution suisse à l'indicateur européen des papillons diurnes

CHRIS VAN SWAAY, Dutch butterfly conservation / De Vlinderstichting, Wageningen, Holland, chris.vanswaay@vlinderstichting.nl

La surveillance des papillons diurnes ne procure pas seulement du plaisir, mais elle permet également de suivre leur faune dans le détail à l'échelle locale, régionale, nationale et continentale. Comme le nombre d'individus sur un site peut réagir rapidement au changement d'affectation du sol, le suivi des tendances constitue un excellent indicateur de la biodiversité. De plus, les papillons diurnes sont un des rares groupes d'insectes pour lesquels des données de grande qualité sont disponibles. Un des indicateurs de papillons diurnes le plus ancien est l'European Butterfly Grassland Indicator (figure 1). Il indique l'évolution temporelle de 17 espèces de papillons de jour, considérées à l'échelle européenne comme caractéristiques des prairies et des pâturages et présentes dans la plupart des pays européens. Les données du MBD Suisse sont également intégrées dans cet indicateur. Celui-ci documente un recul des papillons diurnes de prairies de plus de 25% depuis 1990. Cette évolution est principalement imputable à l'intensification de l'exploitation des prairies (surtout dans le nord-ouest de l'Europe) et à la déprise de prairies et de pâturages (surtout dans l'est et le sud de l'Europe).



**Figure 1:** Évolution de l'indicateur européen basé sur 17 espèces de papillons diurnes (UE). L'évolution de ces 17 espèces en Suisse est présentée à titre de comparaison. Les lignes droites indiquent la tendance actuelle.

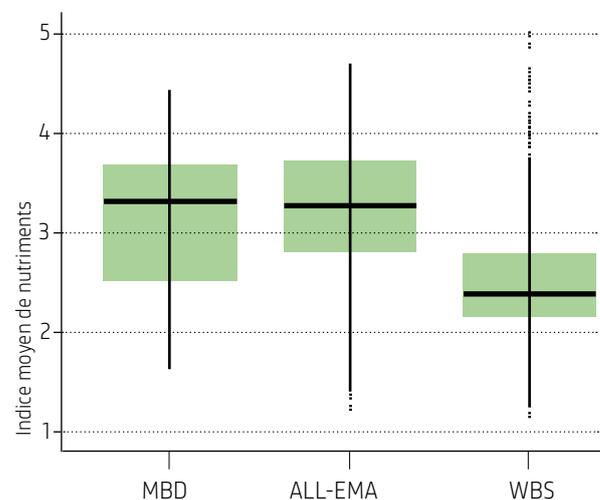
## WBS et MBD se complètent parfaitement

ARIEL BERGAMINI, institut fédéral de recherche WSL, Birmensdorf, ariel.bergamini@wsl.ch

Le suivi des effets de la protection des biotopes en Suisse (WBS) a débuté en 2011. Les relevés de végétation dans les marais, les prairies et pâturages secs, les zones alluviales et les zones de reproduction des amphibiens sont effectuées de la même manière que dans le cadre du MBD (surface permanente de 10 m<sup>2</sup>). Le monitoring agricole ALL-EMA emploie également cette méthode (p. 41). Les trois programmes MBD, WBS et ALL-EMA fournissent ensemble des données concernant plus de 10 000 surfaces permanentes et échantillonnées à l'aide de méthodes identiques.

Les trois programmes couvrent ensemble une partie notable des milieux de Suisse et se complètent mutuellement. Une comparaison des surfaces prairiales des trois programmes révèle que les données du WBS reproduisent un espace écologique complémentaire par rapport aux MBD et à l'ALL-EMA (figure 2). La végétation prairiale dans les relevés du WBS présente des conditions plus sèches et plus pauvres en nutriments que sur les surfaces d'ALL-EMA et du MBD.

Les données du MBD et de l'ALL-EMA sont très importantes pour le WBS, car elles peuvent servir de comparaison indépendante. Comme le WBS couvre exclusivement des zones protégées et que les deux autres programmes recensent majoritairement la biodiversité de paysages non protégés, une comparaison des tendances dans les biotopes d'importance nationale avec les autres sera possible à l'avenir. Cela permettra de constater l'impact de la protection des biotopes d'importance nationale.



**Figure 2:** Valeur moyenne (nombre de nutriments) relative aux surfaces prairiales permanentes des trois programmes de monitoring MBD, ALL-EMA et WBS.

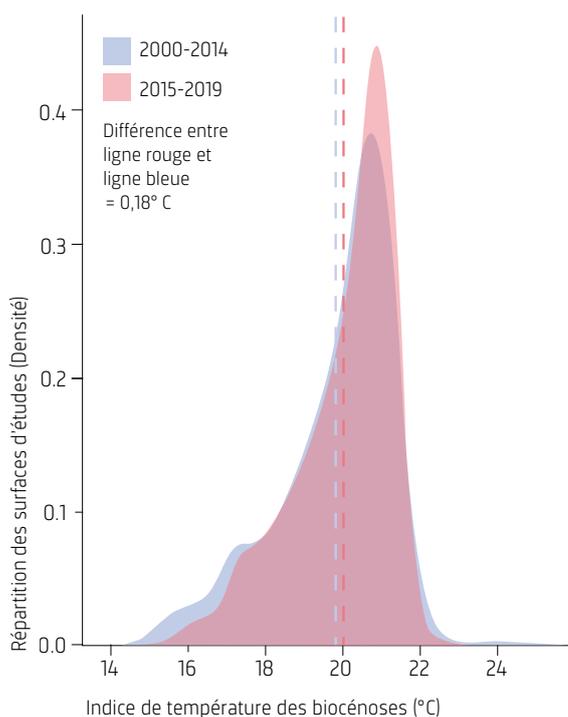
## Contribution à la recherche écologique en Suisse

FLORIAN ZELLWEGER, institut fédéral de recherche WSL, florian.zellweger@wsl.ch

La plupart des études relatives à l'influence du réchauffement climatique sur la biodiversité accordent peu d'importance à l'évolution microclimatique des températures au sol – bien que celles-ci revêtent une grande importance pour la survie de la plupart des êtres vivants. Dans le cadre d'un projet de recherche soutenu par le Fonds national suisse, nous avons par conséquent modélisé et cartographié les températures du sol actuelles et prévisibles à l'avenir en Suisse. Les données microclimatiques acquises ont ensuite été combinées avec les relevés de plusieurs années du MBD, afin de mieux comprendre l'influence du réchauffement climatique sur la biodiversité et de la quantifier dans l'espace.

Un aspect bénéficiant de cet éclairage concerne la question de la capacité et de la rapidité d'adaptation des biocénoses au réchauffement de leur environnement, dans la mesure, par exemple, où leur composition spécifique évoluerait au profit d'espèces plus thermophiles. Ces adaptations ont déjà lieu, mais pas dans la même mesure pour les différents groupes d'espèces, comme le montre une analyse des données du MBD (figure 3, Roth et al. 2014). Il convient notamment d'élucider si ces adaptations peuvent suivre le rythme du réchauffement microclimatique et quel sera le degré de pression à l'avenir par rapport à ces adaptations.

Les projets de recherche de ce type sont forcément tributaires de recensements répétés de la biodiversité, et de grande qualité, semblables à ceux du MBD. En offrant une large couverture de la présence de divers groupes d'espèces, le MBD fournit ainsi une contribution essentielle à la recherche écologique en Suisse.



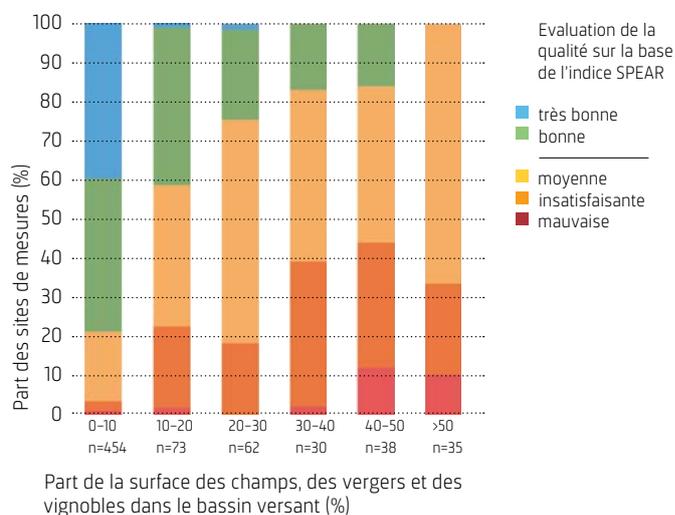
**Figure 3:** Évolution temporelle de l'indice des températures en été, d'après les données du MBD pour les papillons diurnes. Le graphique montre que les communautés de papillons avant tout accueillent davantage d'espèces plus thermophiles depuis les années 2005-2009.

## Base importante pour l'évaluation de l'eau

YAEL SCHINDLER, section Qualité de l'eau, OFEV, Berne, yael.schindler@bafu.admin.ch

Nous savons comment se portent nos milieux aquatiques grâce aux programmes de monitoring nationaux et cantonaux. Nous pouvons identifier des développements et élaborer des mesures dans l'espoir de pouvoir mettre en évidence leur efficacité avec le temps. Depuis dix ans, la Confédération et les cantons mènent le programme de monitoring «Observation nationale de la qualité des eaux de surface» (NAWA), qui complète les études cantonales. Les données du MBD issues du réseau de mesures Cours d'eau constituent pour nous un complément essentiel à ces données (p. 12).

Toutes les données relatives au macrozoobenthos sont stockées dans une banque de données commune et disponibles pour toute autre évaluation (système d'information MIDAT). Sur cette base, il a par exemple été possible de perfectionner l'indice suisse du macrozoobenthos IBCH et de mener diverses études scientifiques. Les évaluations de l'Eawag, par exemple, montrent que l'agriculture intensive exerce une forte influence sur la composition du macrozoobenthos (Schuwirth et al. 2019). C'est ce que montre aussi la figure 4: les espèces et familles macrozoobenthiques considérées comme particulièrement sensibles aux pesticides ne sont pas présentes dans les cours d'eau présentant une part élevée de champs, de fruiticulture ou de vignobles dans leur bassin versant. Pour le bon déroulement de ces évaluations et de ces projets de recherche, une bonne collaboration entre les différents protagonistes est essentielle.



**Figure 4:** Plus la part des champs, des vergers et des vignobles est élevée dans le bassin versant, moins l'évaluation de l'eau sur la base de l'indice SPEAR sera bonne. Graphique établi sur la base des dernières données collectées sur les sites des relevés NAWA et MBD. Source OFEV 2022

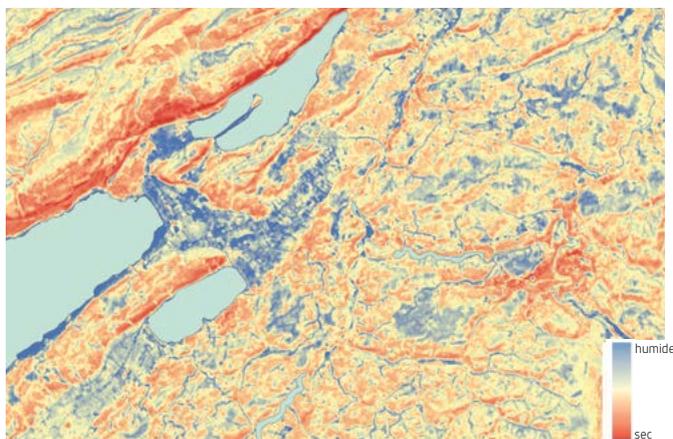
## Calibrage de modèles spatiaux

PATRICE DESCOMBES, Musée et Jardins Botaniques de Lausanne, patrice.descombres@vd.ch

**P**our obtenir des informations sur les conditions pédologiques et climatiques à l'échelon local pour l'ensemble de la Suisse, nous avons établi une représentation spatiale des indicateurs écologiques. Nous avons combiné la présence de végétaux selon les données d'info flora avec les valeurs d'indicateurs d'après Landolt et al. (2010) pour 3600 espèces et nous les avons mises en relation avec des variables liées à la topographie, au mésoclimat, à la géologie et à l'affectation du sol. Cela nous a permis d'établir des valeurs pour l'ensemble de la Suisse (figure 5).

Afin de vérifier la plausibilité de nos prévisions, nous avons recouru aux relevés du MBD ainsi qu'aux données de l'Observation nationale du sol (NABO) (relevées notamment sur les surfaces du MBD). Les prévisions présentent une excellente corrélation avec les caractéristiques locales du sol, ce qui signifie que la carte reproduit fidèlement la réalité (Descombes et al. 2020).

Notre étude montre globalement que la modélisation spatiale de valeurs écologiques constitue une approche efficace pour obtenir des données fiables sur les conditions pédologiques et climatiques de vastes régions. Les données du MBD nous ont aidés à valider nos résultats, car elles documentent systématiquement la présence et l'absence d'espèces dans toute la Suisse.



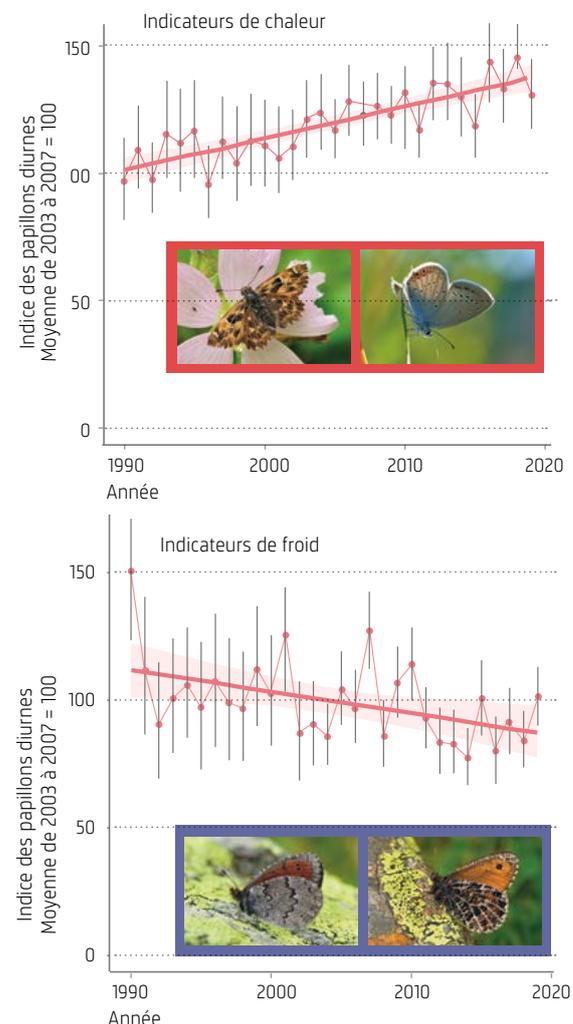
**Figure 5:** Carte de l'humidité du sol (indicateurs écologiques d'après Landolt et al. 2010), région de Bienne/Neuchâtel/Berne. Un gradient apparaît des sols tendant à s'assécher (rouge) vers des sols majoritairement humides (bleu).

**Figure 6:** évolution des effectifs de papillons diurnes, différenciée en fonction des indicateurs de chaleur (46 espèces) et de froid (22 espèces).  
**En haut:** indicateurs de chaleur *Carcharodus alceae*, *Cupido argiades*.  
**En bas:** indicateurs de froid *Erebia pandrosse*, *Oeneis glacialis*. Photos Thomas Marent

## Indications précieuses sur les espèces fréquentes et moyennement fréquentes

LUNA SARTORI, info fauna - CSCF, Neuchâtel, contact@infofauna.ch

**U**n objectif fondamental d'info fauna est de rassembler, gérer et mettre en valeur des données sur l'état et l'évolution de la faune Suisse. Les sources de données sont variées, rendant la couverture des espèces hétérogène tant au niveau spécifique que spatial et temporel. De ce fait, il est difficile, avec ces seules données, d'établir des tendances au niveau national pour toutes les espèces. Le MBD, au contraire, est un suivi à long terme de la biodiversité sur des surfaces aléatoires, ce qui en fait un complément très intéressant, notamment pour les espèces communes. C'est sur cette base que le projet d'indice des papillons a été lancé (figure 6). L'utilisation de ces deux types de données dans un même modèle a néanmoins constitué un défi supplémentaire puisqu'elles sont de nature différente (présence vs présence/absence). Plusieurs essais ont été réalisés et évalués par des experts et des expertes et il a fallu distinguer les différents types de données (données générées par des projets spécifiques comme les listes rouges, données de naturalistes bénévoles, etc.) pour minimiser les biais. Les données d'info fauna ont permis de reculer l'année de référence de 2003 (année de commencement du MBD papillons) à 1990, et d'obtenir également des tendances fiables pour certaines espèces rares insuffisamment couvertes par le MBD (cf. encadré p. 35 en bas).

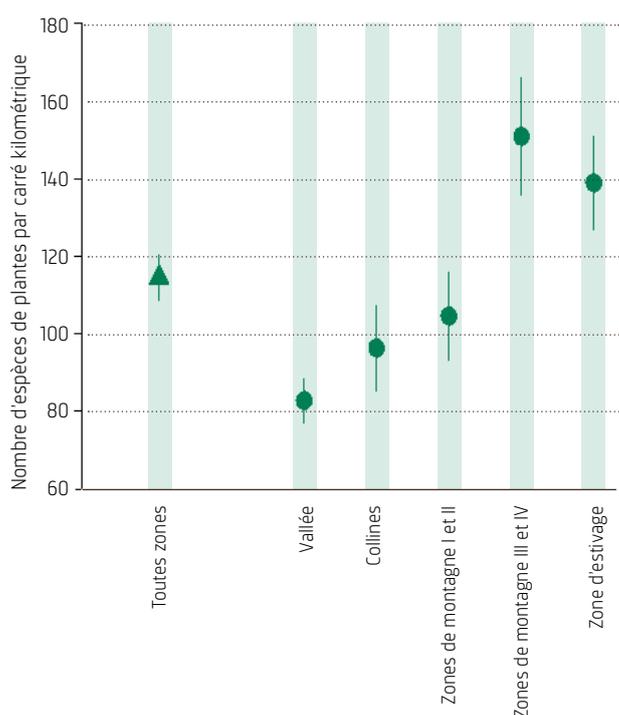


## Synergies avec ALL-EMA

EVA KNOPP et ELIANE MEIER, Paysage agricole biodiversité, Agroscope, [www.allema.ch](http://www.allema.ch), [eva.knop@agroscope.admin.ch](mailto:eva.knop@agroscope.admin.ch)

**A**LL-EMA est le programme de monitoring de la biodiversité pour le paysage agricole en Suisse. Il est mené depuis 2015 par Agroscope à la demande de l'OFAG et de l'OFEV. Au-delà du monitoring proprement dit, il s'intéresse aux incidences des instruments de politique agricole (surfaces de promotion de la biodiversité, p. ex.). Pour ALL-EMA, 170 carrés d'échantillonnage ont été sélectionnés parmi les carrés kilométriques du MBD, afin d'y cartographier la diversité des habitats et des plantes vasculaires. Les évaluations intègrent les données relatives à la diversité des papillons diurnes (MBD) et des oiseaux nicheurs (Monitoring des oiseaux nicheurs répandus, MONiR).

Les résultats du premier cycle de relevés (Meier et al. 2021) montrent que la diversité des espèces dans les zones de faible altitude du paysage agricole suisse est nettement inférieure à celle observée à plus haute altitude (figure 7). Cela va à l'encontre du potentiel naturel, qui offre des conditions de vie plus favorables à basse altitude. Ce constat s'explique sans doute par l'intensité croissante de l'exploitation agricole à mesure que l'altitude décroît. Des apports élevés en nutriments entraînent une uniformisation de la végétation et, par conséquent, un recul général de la diversité des espèces. Comme ALL-EMA, le MBD et le MONiR effectuent leurs relevés dans les mêmes carrés de mesures durant la même année, il en résulte de précieuses possibilités d'utilisation synergétiques des données. Des données complémentaires concernant les conditions environnementales abiotiques et les mesures d'exploitation permettent d'analyser les influences sur la biodiversité et de répondre aux questions que se posent les praticiennes et praticiens, les politiques et les scientifiques.



**Figure 7:** Nombre moyen d'espèces de plantes vasculaires dans le paysage agricole par carré kilométrique ( $\pm$  erreur-type). Source ALL-EMA

## Un MBD pour le DDPS

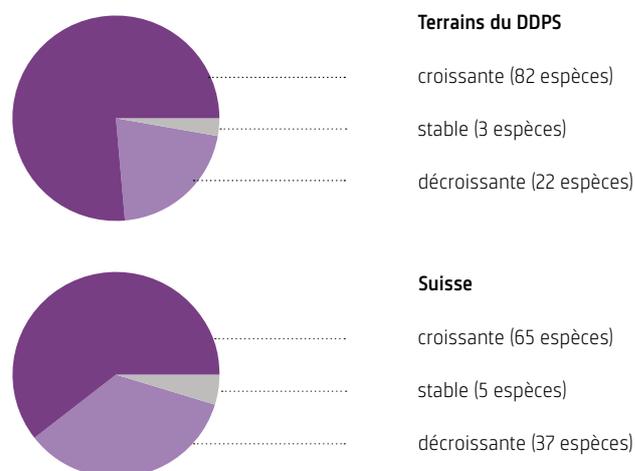
DAVID KÜLLING, responsable du centre de compétences Protection de la nature et des monuments, DDPS, Berne, [david.kuelling@ar.admin.ch](mailto:david.kuelling@ar.admin.ch)

**D**epuis 25 ans, la Conception Paysage suisse du Conseil fédéral contient le mandat donné au DDPS de cartographier les milieux dignes de protection et d'harmoniser en conséquence leurs utilisations. La mise en œuvre de ce mandat est contrôlée par le programme Nature-Paysage-Armée (NPA).

Le travail de conseil et d'entretien qui en découle a-t-il un impact positif sur la biodiversité? Pour répondre à cette question, les deux réseaux de mesures terrestres du MBD ont été concentrés sur les 26 principaux terrains militaires (= MBD DDPS).

Dans les zones prairiales, la part de la surface des milieux dignes de protection est, avec 32%, plus élevée que dans le reste de la Suisse (9% selon MBD CH). Ce n'est donc pas par hasard que des espèces végétales et avifaunistiques de la liste rouge (y compris des espèces potentiellement menacées) ou de la liste des espèces emblématiques liées aux Objectifs environnementaux pour l'agriculture sont très souvent observées sur les terrains militaires. Les cinq cycles de prélèvements des oiseaux nicheurs déjà effectués documentent une évolution positive (figure 8). Les terrains militaires présentent une part plus élevée d'espèces dont les effectifs tendent à s'accroître et une part moins élevée d'espèces dont les effectifs tendent à diminuer que le reste de la Suisse. Cela s'applique à toutes les espèces d'oiseaux ainsi qu'aux sous-groupes d'espèces de la liste rouge (y compris des espèces potentiellement menacées) et aux espèces OEA. Concernant les plantes vasculaires, aucune évolution générale n'a été observée après deux cycles de prélèvements.

Grâce au MBD, le DDPS peut accomplir un travail plus affiné à double égard: tant le besoin d'intervention interne que le bilan public des places d'armes, places de tir et aérodromes militaires en matière de biodiversité sont constamment étayés par des chiffres statistiquement fiables et politiquement intègres.



**Figure 8:** Part des espèces d'oiseaux nicheurs présentant une tendance croissante ou décroissante du nombre de leur territoires par carré kilométrique (1 km<sup>2</sup>). En haut: terrains du DDPS. En bas: échantillon comparatif issu d'une combinaison des données du MBD et du MONiR.

# Perspectives du monitoring de la biodiversité en Suisse

**En créant le MBD, la Suisse a accompli, il y a un peu plus de 20 ans, un travail de pionnier en matière de monitoring de la biodiversité, y compris au plan international. La rapidité et l'interaction croissantes des changements environnementaux imposent toutefois d'armer le MBD pour qu'il puisse faire face aux nouveaux défis, notamment en intégrant de nouvelles possibilités techniques. Notre vision de l'avenir montre comment le MBD devrait évoluer afin d'être parfaitement positionné pour les décennies à venir.** FLORIAN ALTERMATT ET LOÏC PELLISSIER

Il fallait être visionnaire pour concevoir et mettre en œuvre le Monitoring de la biodiversité en Suisse (MBD) dans les années 1990. Les réseaux d'observation représentatifs et les relevés standardisés constituent la condition préalable pour que la Suisse dispose de données fiables sur l'état et l'évolution d'un élément fondamental de la biodiversité, à savoir les espèces fréquentes et moyennement fréquentes. La valeur du MBD réside avant tout dans le long terme, et la poursuite du programme et des indicateurs jusque-là recensés s'avère indispensable.

Les données relevées aujourd'hui fournissent déjà des informations essentielles sur l'état et l'évolution de la biodiversité. Ces données peuvent et devraient également être davantage utilisées pour approfondir les acquis, notamment pour calculer des indicateurs spécifiques (évolution des espèces sensibles à la température, p. ex.). Le MBD a aussi contribué à donner une plus grande importance au savoir relatif aux espèces, notamment aux groupes étudiés, en Suisse. Cette expertise demeure fondamentale pour comprendre et apprécier l'état et l'évolution de la biodiversité.

## Intégrer les fonctions des espèces

Mais cela suffit-il pour être armé face à l'avenir? Le dérèglement climatique, de nouvelles utilisations du sol plus intensives, les pollutions de l'environnement ainsi que les espèces exogènes envahissantes ont inévitablement pour effet une transformation de la composition des espèces en Suisse. Seule une partie de ces changements peuvent toutefois être recensés par le MBD, car il contient un ensemble réduit d'indicateurs et les relevés sont relativement clairsemés sur le plan spatial et temporel. De plus, le MBD repose sur une corrélation relativement statique entre les vecteurs écologiques et la composition des écosystèmes. La science montre toutefois qu'une hypothèse „équilibrée“ en écologie ne correspond pas à la réalité. Dans le contexte des changements planétaires, la variabilité, la résilience et les dynamiques gagnent encore en importance.

L'importance de la biodiversité ne repose donc pas seulement sur un état, mais avant tout sur des interactions et les fonctions des organismes. La concentration relativement marquée du MBD sur le nombre d'espèces de quelques groupes caractéristiques en tant que mesure principale n'est pas suffisante. D'une part, la biodiversité englobe davantage de groupes d'espèces; d'autre part, du point de vue sociétal, il convient d'accorder une plus grande importance à l'état et à la conservation de la fonctionnalité de la biodiversité. De plus, le MBD devrait fournir des données fondamentales afin de recenser rapidement les effets produits par divers facteurs d'influence et mesures de conservation, et de permettre de tirer des conclusions quant aux actions à entreprendre.

Selon nous, le MBD a besoin d'être complété dans deux directions. D'une part, le recensement de la biodiversité doit s'étendre et reposer sur une plus grande résolution temporelle, spatiale et taxo-



nomique. Cela implique la couverture d'autres groupes d'organismes, tels que les organismes microbiens du sol et des eaux, ainsi qu'un recensement plus précis de tous les groupes, pour améliorer la mise à l'échelle spatiale et temporelle. Ainsi, les cycles de relevés actuels ne sont pas aménagés pour les organismes présentant des durées de génération de quelques mois seulement, et la résolution spatiale est insuffisante pour fournir des informations à l'échelle cantonale.

D'autre part, il convient de mieux recenser les fonctions de la biodiversité. Il ne suffit pas de savoir quelles espèces sont présentes et où, mais il importe aussi de comprendre en quoi ces espèces interagissent et quelles fonctions écosystémiques – et donc aussi services écosystémiques – elles offrent. Outre sa valeur intrinsèque, la fonctionnalité de la biodiversité revêt une grande importance pour l'être humain. Seul un recensement combiné de la diversité et de la fonctionnalité peut montrer dans quelle mesure l'évolution des biocénoses a un impact sur leur fonctionnalité et par conséquent aussi sur l'utilité de la nature pour l'être humain.

### Appliquer des méthodes nouvelles et établies

Une révolution a eu lieu au cours des dix dernières années dans la recherche biodiversitaire. De nouvelles méthodes se sont établies, permettant un recensement plus rapide, plus vaste et plus



Dans le cadre du développement du MBD, les organismes microbiens et la fixation du carbone dans le sol, par exemple, devraient être recensés.  
Photo Beat Ernst

complet de la biodiversité. Il s'agit tout particulièrement de développement dans la télédétection ainsi que dans l'utilisation de l'ADN environnemental (cf. HOTSPOT 46) et l'apprentissage automatique pour l'identification des espèces. Ces méthodes permettent le recensement de groupes d'organismes très riches en espèces, notamment les microbes, les micro-organismes, ainsi que leur mise à l'échelle spatiale et temporelle: il est possible d'accroître dans une large mesure le nombre, la fréquence et le mode d'échantillonnage. Ces méthodes conviennent donc avant tout à l'observation générale de l'évolution de la biodiversité, objectif central du MBD. L'observation d'espèces rares doit, comme c'est déjà le cas aujourd'hui, être complétée par des approches ciblées, par exemple dans le cadre des listes rouges.

Par rapport aux fonctions des écosystèmes, le MBD pourrait par exemple utiliser comme indicateurs les cycles de nutriments, la fixation du carbone dans le sol ou la résilience par rapport aux

changements environnementaux. En combinaison avec les indicateurs mentionnés plus haut dans le domaine des microorganismes, les fonctions pourraient être mesurées directement, par exemple le type et la composition des gènes fonctionnels, et fournir des informations sur le recyclage des nutriments ou les cycles du carbone.

### Garantir une connectivité internationale

Il importe finalement que le MBD ne s'arrête pas aux frontières de la Suisse. Les frontières politiques ne concernent pas les organismes: les espèces aquatiques se propagent le long des bassins versants, le changement climatique entraîne un déplacement de territoire au-delà des frontières vers le Nord ou en altitude. Le MBD est parvenu à uniformiser le recensement de la biodiversité et l'intégration des données à l'intérieur de la Suisse et entre les cantons. Une stratégie mondiale fait toutefois encore défaut, telle qu'elle est élaborée en collaboration avec les pays voisins à l'échelle européenne.

Les changements environnementaux actuels et futurs exigent un mode d'action plus proactif, pour que la biodiversité et les écosystèmes puissent s'adapter. En ce qui concerne les milieux alpins et leur biodiversité précisément, la Suisse revêt une importance européenne qui s'accroîtra encore dans le contexte du changement climatique. Cela requiert des stratégies, qui accompagnent la transition écologique et peuvent y réagir, en comprenant par exemple comment et quelles espèces colonisent la Suisse. La clé d'une gestion efficace de la biodiversité réside dans une connexion internationale des milieux et une grande hétérogénéité du paysage. L'accent doit donc être tout particulièrement mis sur les processus influant sur la biodiversité. Et un monitoring efficace, tourné vers l'avenir, peut y parvenir.

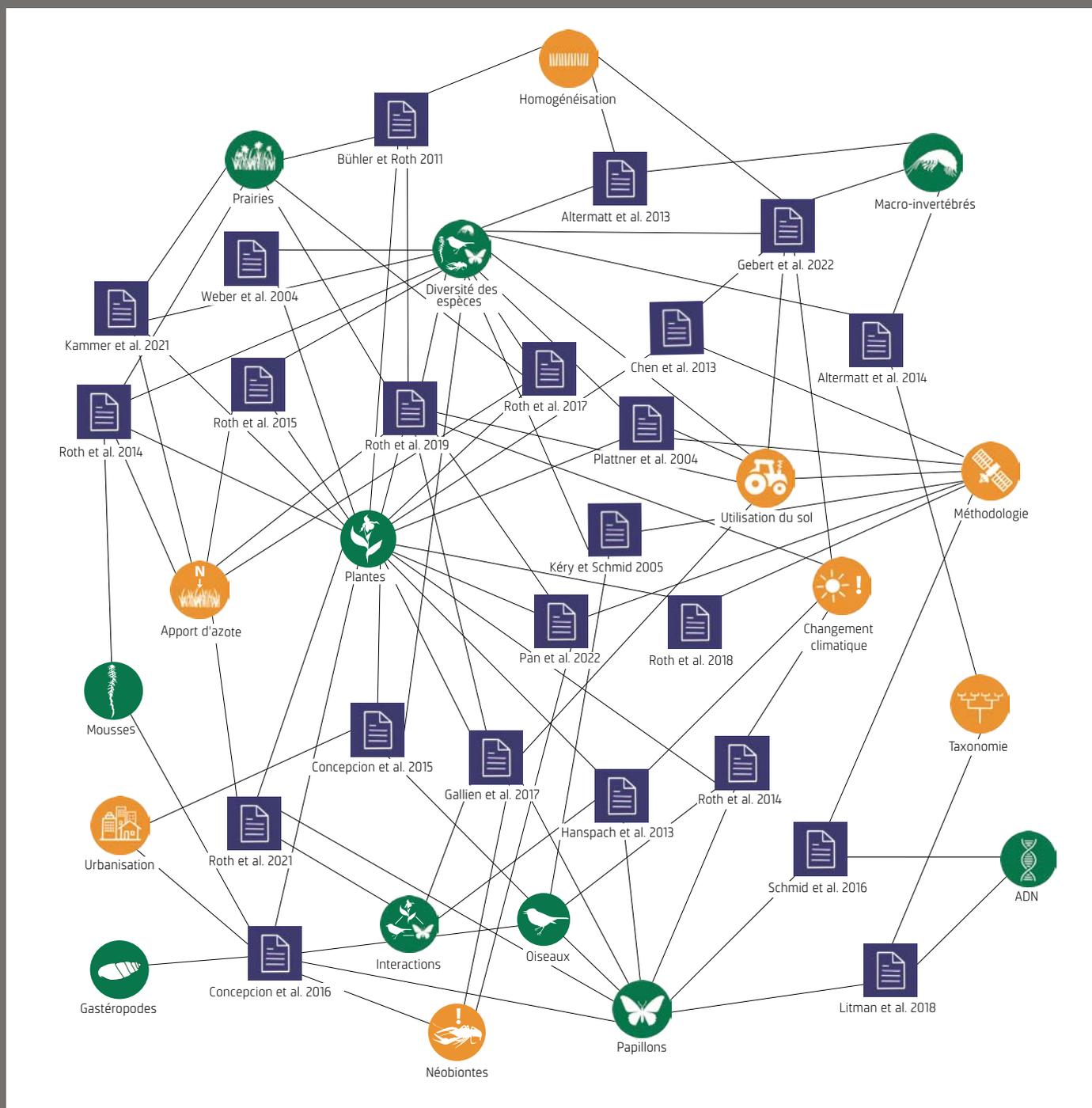
### Mise en œuvre rapide

La Suisse doit accorder une importance beaucoup plus grande à la sauvegarde et à la promotion de la biodiversité. Pour pouvoir rendre compte de l'action politique, sociale et économique en rapport avec la biodiversité et identifier en temps opportun les changements subis par la biodiversité et les fonctions écosystémiques, une compréhension fiable de l'état et de l'évolution de tous les aspects de la biodiversité s'avère nécessaire. Le développement du MBD ainsi que des autres monitoring importants pour la biodiversité ne devraient donc pas simplement être une vision d'avenir, mais sa mise en œuvre devrait vite devenir une réalité.

> **FLORIAN ALTERMATT** est professeur d'écologie aquatique à l'Université de Zurich et à l'Eawag ainsi que président du Forum Biodiversité. Il est membre du groupe d'accompagnement MBD-WBS de l'OFEV et recourt régulièrement aux données du MBD et du NAWA dans ses travaux de recherche.

**LOÏC PELLISSIER** est professeur en écosystèmes et évolution du paysage à l'EPF Zurich ainsi que vice-président du Forum Biodiversité. Il développe des méthodes de surveillance de la diversité biologique et utilise ces données dans ses travaux de recherche. >> Contact [florian.altermatt@ieu.uzh.ch](mailto:florian.altermatt@ieu.uzh.ch), [loic.pellissier@usys.ethz.ch](mailto:loic.pellissier@usys.ethz.ch)

# Le graphique du MBD



Graphique Tobias Roth, pictogrammes Jael Klaus

## Données du MBD pour la science

La science utilise en grande quantité les données du MBD. Plus de 100 articles ont été publiés jusqu'à présent dans des revues scientifiques de renom. Le graphique présente une sélection de publications (bleu foncé). Les articles portent sur des aspects et des niveaux variés de la biodiversité (vert). Ils contribuent en outre à la compréhension des facteurs d'influence ainsi qu'aux méthodes de relevé et à la taxonomie (orange). Une version téléchargeable du graphique, avec les références et des résumés des publications, est disponible sur le site [www.bdm-papers.ch](http://www.bdm-papers.ch).

>> Contact Tobias Roth, Hintermann & Weber AG, [roth@hintermannweber.ch](mailto:roth@hintermannweber.ch)