

Plan directeur de recherche Environnement 2021-2024

Domaines et thèmes de recherche prioritaires



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV

Plan directeur de recherche Environnement 2021-2024

Domaines et thèmes de recherche prioritaires

Impressum

Éditeur

Office fédéral de l'environnement (OFEV)

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

Auteurs

Marie-Laure Pesch (OFEV), Olivier Jacquat (OFEV),

Daniel Zürcher (OFEV), Pierre Queloz (OFEV)

Groupes d'accompagnement

Organe consultatif pour la recherche environnementale :

Andrea Baranzini (HEG), Robert Baur (Agroscope), Herbert Brunold (OFSP), Brigitte Buchmann (Empa), Beat Bürgenmeier (UniGE), Philippe Corvini (FHNW), Alain Dietrich (Innosuisse), Sabine Döbeli (Swiss Sustainable Finance), Fabienne Favre Boivin (HEFR), Thomas Heim (FHNW), Jutta Hellstern (Novartis), Rolf Holderegger (WSL), Christian Huggel (UZH), Lukas Keller (UZH), Kathrin Kramer (Innosuisse), Sabine Krattiger (Immark AG), Markus Lötscher (OFAG), Christian Ludwig (PSI), Daniel Marti (SEFRI), Urs Müller (ZHAW), Martine Rebetz (UNE), Peter Reichert (Eawag), Martin Rösli (Institut Tropical et de Santé Publique Suisse), Adrian Rügsegger (TA-swiss), Urs Schaffner (CABI), Rolf Schmitz (OFEN), Jürg Speerli (HSR), Werner Spillmann (EPFZ), Michael Stauffacher (EPFZ), Daniela Thurnherr (Uni Basel)

OFEV:

Hugo Amacker, Sibyl Anwander, Sabine Augustin, Lars Birgelen, Beat Bringold, Amanda Finger, Karin Fink, Jean-Michel Gardaz, Nadine Gehrig, Andreas Hauser, David Hiltbrunner, Sophie Hoehn, Roland Hohmann, Michael Hügi, Daniel Lehmann, Jérémie Millot, Christoph Moor, Martine Reymond, Brigitte Reutter, Nele Rogiers, José Romero, Philip Röser, Gilles Rudaz, Michael Schärer, Andreas Schellenberger, Hannah Scheuthle, Petra Schmocker-Fackel, Ulrich Sieber, Salome Sidler, Simon Steiner, Anja Strahm, Gian-Reto Walther, Markus Wüest, Anne Gabrielle Wüst Saucy

Autres services de la Confédération :

Mattia Cattaneo (ARE), Gilles Chomat (ARE), Gérard Gremaud (OSAV), Beat Jeckelmann (METAS), Heike Kunz (MétéoSuisse), Olivier Lateltin (swisstopo), Nicole Mathys (ARE), Céline Pascale (METAS), Thomas Schlegel (MétéoSuisse)

Lectorat

Claudia Zingerli

Traduction

Service linguistique de l'OFEV

Mise en page

Cavelti AG, Marken. Digital und gedruckt, Gossau

Photo de couverture

Peuplement de frênes malades en été dans le canton de Fribourg.

© Valentin Queloz, WSL

Référence bibliographique

OFEV (éd.) 2020 : Plan directeur de recherche Environnement 2021-2024. Domaines et thèmes de recherche prioritaires. Office fédéral de l'environnement, Berne. Connaissance de l'environnement n° 2009 : 83 p.

Téléchargement au format PDF

www.bafu.admin.ch/ui-2009-f

Il n'est pas possible de commander une version imprimée.

Cette publication est également disponible en allemand.

La langue originale est l'allemand.

© OFEV 2020

Table des matières

Abstracts	5	13	Forêt et bois	52
Avant-propos	6	14	Gestion des déchets et des matières premières	54
1 Introduction	7	15	Sécurité des produits chimiques	56
2 Aperçu du domaine politique Environnement	8	16	Biosécurité	58
2.1 Orientation stratégique du domaine politique Environnement	8	17	Changements climatiques : atténuation et adaptation	60
2.2 Mandat légal de la recherche environnementale de l'OFEV	9	18	Gestion des dangers naturels et des risques techniques	62
2.3 Retour sur le plan directeur de recherche Environnement pour les années 2017 à 2020	9	4 Financement 2021-2024	64	
Exemples de projet	11	5 Acteurs et interactions	65	
2.4 Financement de la recherche environnementale suisse	15	5.1 Description des principaux acteurs dans le domaine des universités et des hautes écoles spécialisées	65	
2.5 Défis et actions nécessaires pour la politique et la recherche	16	5.2 Interactions avec d'autres instruments d'encouragement en matière d'environnement	66	
3 Thèmes de recherche prioritaires de 2021 à 2024	19	5.3 Collaboration de recherche internationale	71	
3.1 Aperçu des thèmes de recherche prioritaires	19	6 Organisation et assurance de la qualité	73	
3.2 Thèmes de recherche plurisectoriels concernant des services fédéraux	19	6.1 Organisation interne	73	
3.3 Thèmes de recherche plurisectoriels internes à l'OFEV	23	6.2 Conseils fournis par l'organe d'accompagnement scientifique	73	
3.4 Axes prioritaires, domaines de recherche et thèmes de recherche de l'OFEV	27	6.3 Assurance qualité	74	
Domaines de recherche		Annexes	75	
1 Économie environnementale et utilisation efficace des ressources	28	A1 Recherche de l'administration fédérale : informations générales	75	
2 Observation, éducation et communication environnementales	30	A2 Élaboration de thèmes de recherche plurisectoriels communs	79	
3 Droit de l'environnement	32	Bibliographie	81	
4 Politique environnementale internationale	34			
5 Lutte contre le bruit et préservation d'un environnement calme	36			
6 Protection contre les rayonnements non ionisants	38			
7 Sites contaminés	40			
8 Air	42			
9 Sol	44			
10 Eau	46			
11 Biodiversité	48			
12 Paysage	50			

Abstracts

Environmental research serves as a basis for the early identification and analysis of environmental problems, and helps devise solutions to conserve our environment and resources. It is essential to the functional development of environmental policy and guarantees that this policy is effectively implemented. The research conducted by the Federal Office for the Environment (FOEN) is predominantly applied in character so as to provide findings that can be used directly by policymakers and the administration to fulfil their duties. This document outlines the FOEN's specific environmental research needs in 18 areas during the 2021 – 2024 period. It also discusses the cross-cutting scientific topics that fall under the FOEN's responsibility and interface with other federal offices.

La recherche environnementale sert de base à l'identification précoce et à l'analyse des problèmes environnementaux, et permet de formuler des solutions afin de préserver notre environnement et nos ressources. Elle est essentielle au développement fonctionnel de la politique de l'environnement et en garantit une mise en œuvre efficace. Les activités de recherche de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) ont un caractère fortement appliqué afin de produire des résultats directement exploitables par les responsables politiques et l'administration dans l'accomplissement de leurs tâches. Ce document présente les besoins concrets de l'OFEV en matière de recherche environnementale pour la période 2021-2024 dans 18 domaines. Les thèmes scientifiques transversaux du ressort de l'OFEV et en interface avec d'autres offices fédéraux sont également développés.

Die Umweltforschung bildet die Grundlage für die Früherkennung und Analyse von Umweltproblemen und ermöglicht die Erarbeitung von Lösungen zum Schutz unserer Umwelt und unserer Ressourcen. Sie ist unverzichtbar für die funktionale Weiterentwicklung der Umweltpolitik und gewährleistet eine effiziente Umsetzung. Die Umweltforschung des Bundesamts für Umwelt (BAFU) ist stark praxisorientiert: Ihre Ergebnisse sollen von Politik und Verwaltung bei der Erfüllung ihrer Aufgaben unmittelbar genutzt werden können. Im vorliegenden Konzept werden für den Zeitraum 2021 – 2024 die konkreten Bedürfnisse des BAFU in 18 Teilbereichen der Umweltforschung aufgezeigt. Zudem werden die ressortübergreifenden Forschungsthemen erläutert, die innerhalb des BAFU und in Zusammenarbeit mit anderen Bundesämtern bearbeitet werden.

La ricerca ambientale funge da base per l'identificazione e l'analisi precoce dei problemi ambientali e consente di formulare soluzioni volte a preservare l'ambiente e le risorse. Inoltre è essenziale per lo sviluppo funzionale della politica ambientale e ne garantisce l'attuazione efficace. Le attività di ricerca dell'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM) sono orientate in larga misura alla produzione di risultati direttamente utilizzabili dalla politica e dall'amministrazione nell'adempimento dei propri compiti. Questa pubblicazione illustra le esigenze concrete dell'UFAM nella ricerca ambientale in 18 settori per il periodo 2021 – 2024. Inoltre sviluppa anche temi scientifici trasversali di competenza dell'UFAM ma che coinvolgono anche altri uffici federali.

Keywords:

environmental research, priority areas, research fields, cross-cutting research topics, research needs

Mots-clés :

recherche environnementale, axes prioritaires, domaines de recherche, thèmes transversaux de recherche, besoins de recherche

Stichwörter:

Umweltforschung, Schwerpunkte, Forschungsbereiche, Ressortübergreifende Forschungsthemen, Forschungsbedarf

Parole chiave:

ricerca ambientale, assi prioritari, settori della ricerca, temi di ricerca trasversali, esigenze di ricerca

Avant-propos

L'Office fédéral de l'Environnement (OFEV) est chargé de la mise en œuvre de la politique environnementale en Suisse et porte la responsabilité de fournir les bases scientifiques nécessaires au développement de celle-ci afin d'assurer une utilisation durable des ressources naturelles et de réduire au minimum les nuisances qui portent atteinte à notre environnement et à notre santé, ainsi que de fournir des mesures de protection efficaces contre les dangers naturels. Même si l'impact environnemental de la Suisse a diminué durant ces vingt dernières années, il reste de nombreux défis à relever, suscitant chacun leur lot de questions complexes pour lesquelles de nouvelles connaissances doivent être développées. La recherche appliquée financée par l'OFEV permet non seulement d'apporter des réponses concrètes à ces questions, mais elle contribue également à renseigner sur l'état des ressources naturelles et de l'environnement et de leur évolution.

Ce plan directeur présente les principaux thèmes de recherche identifiés par l'OFEV pour les années 2021 à 2024 selon les quatre axes prioritaires que sont la préservation et l'aménagement d'un environnement intact, la protection contre les polluants et les nuisances, la protection et l'utilisation durable des ressources et des écosystèmes, ainsi que la maîtrise des changements climatiques et la prévention des dangers.

En Suisse, les secteurs de l'alimentation, du logement et de la mobilité sont aujourd'hui responsables de la majeure partie de l'impact que nous avons sur notre environnement. Dans un futur proche, le développement réfléchi de la numérisation dans l'économie et la société devrait contribuer à diminuer la charge environnementale des activités humaines. Quoi qu'il en soit, les problèmes rencontrés dans ces trois secteurs soulèvent non seulement des questions spécifiques, mais suscitent des changements systémiques qui doivent être abordés de manière intégrée et multisectorielle, par exemple pour réussir la transition vers une économie circulaire. Dans cette optique, les offices fédéraux ont identifié une série de thèmes de recherche plurisectoriels répondant à des objectifs de développement durable qui permettront de renforcer la collaboration scientifique entre les offices et de coordonner plus efficacement la recherche en Suisse. Parmi ces thèmes, le comportement durable, les « Smart Regions » et les interactions entre environnement et santé intéressent particulièrement l'OFEV. Cette approche systémique, développée dans un chapitre spécifique, constitue une nouvelle opportunité pour apporter des réponses communes aux défis environnementaux majeurs auxquels nous faisons face.

Au nom de l'OFEV, je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce document, et en particulier les membres de l'Organe consultatif pour la recherche environnementale qui suivent les activités de recherche de notre office et se sont impliqués activement dans l'élaboration de ce plan directeur.

Karine Siegwart, Sous-directrice
Office fédéral de l'environnement (OFEV)

1 Introduction

En Suisse, la recherche environnementale est essentielle pour garantir l'efficacité et l'efficience de la politique de l'environnement et des ressources. Elle fournit des résultats et des connaissances aux responsables politiques et à l'administration, qui leur permettent de définir des objectifs et des mesures dans le domaine environnemental et de contrôler l'efficacité des décisions prises. Elle assume encore d'autres tâches essentielles: identifier à temps les nouveaux problèmes, évaluer les chances et les risques liés aux nouvelles technologies et développer des solutions préservant l'environnement et les ressources.

La recherche environnementale suisse, qui se situe à l'avant-garde sur le plan international, aborde un large éventail de thèmes et apporte des réponses utiles à des questions importantes et urgentes.

L'Office fédéral de l'environnement (OFEV) se consacre principalement à des travaux de recherche à caractère pratique, dont les résultats sont directement exploitables par les responsables politiques et par l'administration pour l'accomplissement de leurs tâches. La recherche environnementale de l'OFEV doit à la fois fournir les connaissances nécessaires pour faire face à long terme aux défis qui se présentent dans le domaine de l'environnement et identifier des pistes pour résoudre à court terme des problèmes urgents. Ses travaux sont déterminés d'une part par les mandats découlant de la législation et d'autre part par les besoins politiques du moment. La planification des activités de recherche doit donc être suffisamment souple pour autoriser les changements de priorités et le traitement des questions urgentes. En rapport étroit avec la pratique et axée sur la résolution des problèmes, la recherche de l'OFEV est en grande partie interdisciplinaire et transdisciplinaire et accorde une grande importance à l'intégration de tous les acteurs concernés dès le début de la recherche de solutions.

Contrairement à certains services fédéraux œuvrant dans d'autres domaines politiques, l'OFEV n'est pas doté d'instituts de recherche. Pour couvrir ses besoins, il doit donc collaborer avec des spécialistes externes travaillant dans des universités, des hautes écoles spécialisées, des

établissements de recherche, des institutions privées et d'autres services fédéraux (p. ex. MétéoSuisse).

Le présent Plan directeur de recherche Environnement pour les années 2021 à 2024 (PDE 2021-2024) se concentre sur les besoins de l'OFEV. Outre ses 18 domaines de recherche, l'OFEV consacre désormais une attention particulière aux thèmes ayant un caractère plurisectoriel en interne ou aux interfaces avec d'autres domaines politiques. Le PDE 2021-2024 sert de fondement à la planification financière de toute la recherche menée par l'OFEV et d'instrument de planification à ses sections. Il permet également de contrôler si les objectifs ont été atteints. Par ailleurs, il jette un regard rétrospectif sur les activités de recherche menées pendant les années 2017 à 2020 et rend compte de l'utilisation des moyens qui leur ont été consacrés durant cette période.

2 Aperçu du domaine politique

Environnement

2.1 Orientation stratégique du domaine politique Environnement

L'utilisation de ressources naturelles liée à la production et à la consommation excède dans le monde entier ce que la nature peut supporter. Les besoins en ressources de la Suisse dépassent la capacité de régénération de la planète en raison des modes de consommation et de production actuels. Cela entraîne de nombreux problèmes environnementaux, comme la surexploitation des ressources en Suisse et à l'étranger, le déclin de la biodiversité et l'appauvrissement de la qualité des paysages, l'exposition aux polluants de l'air (immissions), les changements climatiques et, par conséquent, les risques croissants liés aux dangers hydrologiques et géologiques. Les atteintes à l'environnement sont principalement causées par la croissance économique, le commerce, l'intensification de l'agriculture, la consommation d'énergie, la production industrielle, la mobilité, l'urbanisation, la croissance démographique, le développement des infrastructures et la consommation non durable. L'exploitation et l'utilisation des ressources naturelles sont souvent irréversibles, tout au moins à l'échelle temporelle pertinente pour l'humain. La politique environnementale actuelle a donc également le devoir d'assumer sa responsabilité envers les générations futures, en tenant compte des implications éthiques. Des ressources naturelles saines, la sécurité face aux dangers naturels et technologiques et un climat caractérisé par une variabilité raisonnable sans conditions extrêmes sont indispensables au bon fonctionnement de la société et de l'économie.

En tant que service fédéral compétent dans le domaine de l'environnement, l'OFEV a pour mission de participer activement à l'élaboration de la politique environnementale à l'échelle nationale et internationale, d'observer l'évolution de l'environnement et d'en rendre compte, de surveiller l'exécution du droit environnemental par les cantons, les services fédéraux et le secteur privé et de proposer chaque fois que nécessaire des mesures pour prévenir la dégradation de l'environnement ou d'en améliorer l'état.

Conformément aux directives politiques, il poursuit les objectifs suivants :

- atténuer et gérer les changements climatiques en limitant les émissions de gaz à effet de serre, en s'adaptant aux impacts des changements climatiques par des mesures ciblées et en gérant les flux financiers pour soutenir une transition vers une société réduisant au minimum les émissions de gaz à effet de serre ;
- préserver et utiliser durablement les ressources naturelles (sol, eau et air ainsi que forêt et bois) et réparer les atteintes qui leur ont été portées ;
- maintenir et développer durablement la biodiversité et les valeurs paysagères ;
- protéger l'homme contre les nuisances excessives (bruit, organismes nuisibles et substances nocives, rayonnements non ionisants, déchets, sites contaminés et accidents majeurs) ;

**Stratégie de l'OFEV 2030 (OFEV 2016b) – Vision :
« Un cadre de vie intact » – Nous vivons dans un environnement dans lequel :**

- l'utilisation de ressources naturelles en Suisse et dans le monde est optimisée de sorte à préserver le potentiel de renouvellement de ces ressources et à garantir la disponibilité de celles-ci pour les générations actuelles et futures ;
- les ressources naturelles et la diversité biologique et paysagère sont préservées et aptes à résister aux perturbations existantes ou émergentes ; le climat est protégé ;
- les émissions de gaz à effet de serre de la Suisse ménagent le système climatique et les conséquences des changements climatiques sont atténuées ;
- les risques naturels et technologiques résiduels sont supportables et la santé est durablement préservée comme élément fondamental du bien-être et de la compétitivité en Suisse.

- protéger l'homme et les biens de valeur notable contre les risques hydrologiques ou géologiques ;
- identifier précocement les évolutions liées à l'environnement.

2.2 Mandat légal de la recherche environnementale de l'OFEV

La Constitution fédérale de même que onze lois et 72 ordonnances forment les bases de la politique environnementale de la Suisse, dont la mise en œuvre au niveau fédéral incombe à l'OFEV. Les Objectifs de développement durable (ODD) découlant de l'Agenda 2030 ainsi que de nombreux accords environnementaux internationaux (p. ex. dans les domaines du climat, de la biodiversité, des produits chimiques, de la biotechnologie et des déchets) et régionaux (p. ex. dans les domaines de l'air, de l'étude d'impact sur l'environnement, des cours d'eau transfrontaliers, des accidents industriels, du libre accès aux informations environnementales et de la conservation des espèces ou du paysage) sont également contraignants pour la Suisse. Des accords spécifiques règlent par ailleurs la coopération avec les pays voisins et certains États de l'Union européenne (UE) et de l'Organisation de coopération et de développement économiques.

Un mandat particulier dans le domaine de la recherche environnementale découle de la loi sur la protection de l'environnement (LPE, art. 49, al. 2 et 3 ; RS 814.01). De plus, d'autres lois et ordonnances confient des tâches de recherche spécifiques à des organes de la Confédération, comme la loi sur les produits chimiques (art. 37 ; RS 813.1), la loi sur le génie génétique (art. 26, al. 1 ; RS 814.91), la loi fédérale sur la protection des eaux (art. 50, al. 1, et art. 57 ; RS 814.20), la loi sur la chasse (art. 14, al. 3 et 4 ; RS 922.0), la loi sur la pêche (art. 12 ; RS 923.0), la loi fédérale sur la réduction du bruit émis par les chemins de fer (art. 10a, al. 2 ; RS 742.144), la loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (art. 14a et 23l ; RS 451), la loi sur les forêts (LFo, art. 31 ; RS 921.0) et la loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eau (art. 13 ; RS 721.100).

Les projets de recherche (contrats de recherche et contributions à la recherche) sont attribués conformément aux

dispositions de la loi fédérale et de l'ordonnance sur les marchés publics (RS 172.056.1 et RS 172.056.11) et de la loi sur les subventions (RS 616.1).

2.3 Retour sur le plan directeur de recherche Environnement pour les années 2017 à 2020

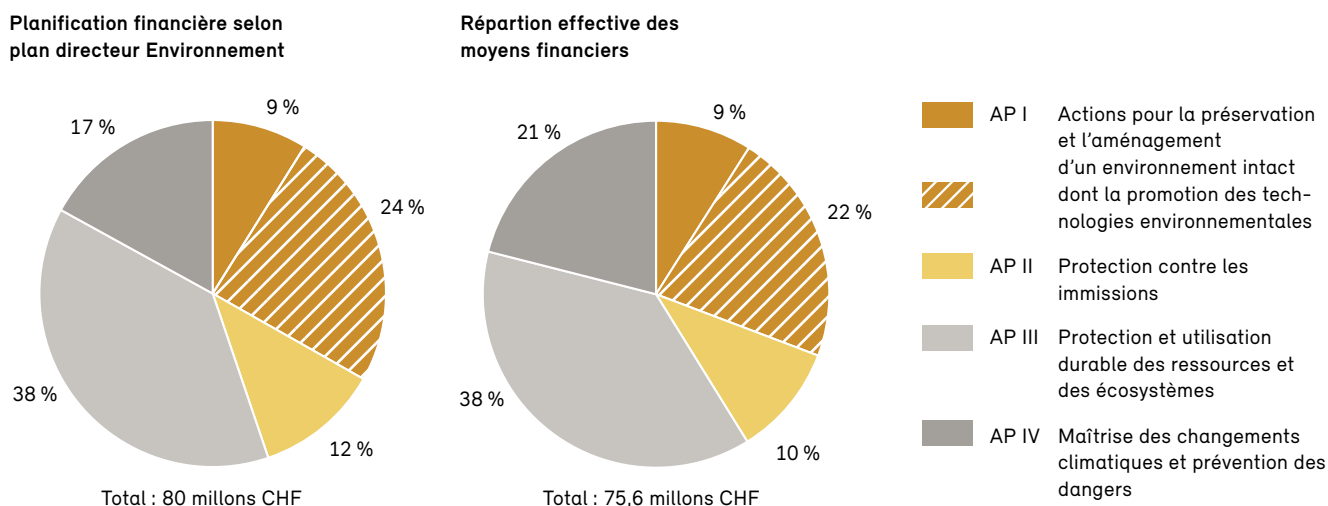
Il est rendu compte ci-dessous de la mise en œuvre des priorités de recherche pour la période de 2017 à 2020 et illustre les travaux de recherche par quatre exemples de projets. Des activités de recherche ont été réalisées dans les quatre axes prioritaires stratégiques et 21 domaines de recherche.

Dans le plan directeur de 2017 à 2020 (OFEV 2016a), afin de couvrir les besoins de recherche pendant cette période, l'OFEV prévoyait un budget total de 80 millions de francs (fig. 1). L'axe prioritaire III «Protection et utilisation durable des ressources et des écosystèmes» a reçu le financement le plus important (38,2%), suivi de l'axe I «Actions pour la préservation et l'aménagement d'un environnement intact» (33,2%), de l'axe IV «Maîtrise des changements climatiques et prévention des dangers» (17%) et de l'axe II «Protection contre les polluants et les nuisances» (11,6%). Cette planification comprenait également les contributions pour la promotion des technologies environnementales, le Fonds pour les recherches forestières et l'utilisation du bois et les activités de recherche dans le cadre du Plan d'action bois.

Pour la période de 2017 à 2020, l'OFEV a finalement disposé de 76 millions de francs, qui ont financé quelque 160 projets de recherche. Les moyens effectifs pour ces années restent donc inférieurs aux montants prévus initialement pour la recherche. La figure 1 présente leur utilisation dans les quatre axes prioritaires. Malgré les mesures d'économie, des projets ont pu être lancés dans tous les domaines. Cependant, en raison du budget restreint, certains projets n'ont pas pu être réalisés ou ont été retardés. Les résultats des différentes études sont surtout utiles pour les travaux législatifs, l'optimisation des activités d'exécution menées dans le cadre des lois ainsi que la formulation d'objectifs et de stratégies relevant de la politique environnementale. Ils sont mis à la disposition de divers acteurs, qu'il s'agisse des autori-

tés cantonales d'exécution, des secteurs économiques concernés, d'autres services fédéraux, du Parlement ou du grand public. À titre d'exemple, sont décrits ci-après dans le détail les résultats obtenus dans le cadre de quatre projets de recherche : « Populations relictuelles de coléoptères dans les Alpes septentrionales suisses 2017 à 2020 », « Réduction des risques d'accidents majeurs », « Dynamique du charriage et des habitats » et « Ressources matérielles Suisse ».

Figure 1
 Comparaison entre les moyens prévus par le Plan directeur de recherche Environnement pour les années 2017-2020 et la répartition effective des montants consacrés à la recherche selon l'axe prioritaire pour la période concernée, en %.



Exemples de projet

Exemple de projet 1 : Populations relictuelles dans les Alpes septentrionales suisses 2017 à 2020



Collecte d'échantillons de sol sur le Brisengipfel (NW/UR)

Photo : M. Baggenstos, ZHAW

La conservation des habitats des espèces prioritaires au niveau national est au premier plan de tous les efforts de conservation des espèces. Ce principe s'applique d'autant plus lorsqu'il s'agit d'espèces endémiques et d'espèces présentant des populations relictuelles complètement isolées. Des prospections ont été menées sur le terrain pendant cinq ans, dans le cadre du projet «Populations relictuelles d'espèces prioritaires des Alpes septentrionales suisses», afin de recenser systématiquement les espèces endémiques de coléoptères que la Suisse se doit de protéger.

S'agissant de toutes les espèces endémiques ou relictuelles, de nombreux nouveaux sites ont été identifiés, et une évaluation générale de la mise en danger des espèces a été réalisée. Trois nouvelles espèces ont été découvertes et décrites : *trechus schyberosiae*, *oreonebria bluemlisalpicola* (carabidae) et *leptusa calancensis* (staphylinidae). La plupart des populations relictuelles se trouvent dans les zones montagneuses entre 2000 et 2500 m d'altitude

et vivent dans des habitats quasi naturels. Les mesures les plus importantes pour assurer la survie de ces espèces de coléoptères consistent à empêcher les influences perturbatrices et à préserver leur habitat. Des risques surviennent lorsqu'une destruction de grande étendue est effectuée, par exemple lors de l'aménagement de pistes de ski ou de la construction de nouvelles voies pour les chemins de fer. Les sentiers de randonnée, par contre, ne semblent pas poser de problème. Dans les projets de construction, il est recommandé d'examiner s'il s'agit de sites où l'on trouve des populations endémiques ou des populations relictuelles d'espèces prioritaires.

Dans le cadre du projet de recherche, une vaste collection de référence de coléoptères en conservation à sec a été établie. Les notifications d'observation et les descriptions des espèces sont mises à la disposition des services cantonaux de protection de la nature via les bases de données d'InfoSpecies.

Exemple de projet 2 : Réduction des risques d'accidents majeurs



Halle de stockage de produits chimiques

Photo : Adobe Stock, Industrieblick

La production, le stockage et le transport de carburants, de combustibles et de substances chimiques comportent toujours des risques. Les accidents qui surviennent dans ce cadre et qui ont un impact important sur la population et l'environnement sont appelés accidents majeurs. Bien qu'ils soient rares, ils peuvent avoir des conséquences catastrophiques dans les régions habitées.

L'aide à la planification de la Confédération exige que les plans directeurs et les plans d'affectation soient coordonnés avec la prévention des accidents majeurs. Elle montre comment le développement de l'urbanisation peut être assuré sur des sites appropriés sans mettre en danger la sécurité de la population de manière excessive. Par exemple, des mesures de protection prises hors de la source du danger peuvent limiter les effets d'un accident majeur sur les objets à proximité de l'installation. Les bases méthodologiques pour quantifier les effets des accidents majeurs (rayonnement thermique, ondes de choc, nuages de gaz toxiques) sont encore incomplètes. Cependant, elles sont indispensables si l'on veut dimensionner les mesures de protection de manière appropriée et estimer leur effet de réduction des risques.

Dans le cadre du projet «Évaluation des mesures de protection en dehors de la source de danger pour réduire les risques d'accidents majeurs», une vue d'ensemble des mesures de protection possibles visant des objets potentiellement menacés a été établie à partir d'études de cas existantes. Ces mesures ont été classées selon leur type et évaluées en fonction des avantages pour différents scénarios. L'efficacité d'une sélection de mesures a été examinée en déterminant la réduction de la létalité qu'elles permettent d'obtenir grâce à ces mesures. Pour la détermination des probabilités de létalité spécifiques à l'objet menacé, les scénarios d'accident les plus importants ont été définis et quantifiés de manière cohérente. La procédure décrite peut être utilisée pour quantifier la réduction des risques. Ainsi la détermination des coûts spécifiques aux situations et aux bâtiments permet une comparaison fondée des variantes en ce qui concerne un certain nombre de mesures et leur efficacité.

L'étude a été très bien accueillie par les autorités et les milieux économiques. Les résultats seront développés et conduiront à la mise au point d'un outil pratique.

Exemple de projet 3 : Dynamique du charriage et des habitats



Projet de revitalisation en cours à la confluence de la Beverin et de l'Inn (GR)

Photo : OFEV/Ex-Press, F. Bertschinger

La dynamique des sédiments et des écoulements détermine la morphologie des cours d'eau ainsi que leur fonctionnement écologique. Elle est pourtant gravement entravée dans nombre de rivières suisses. Par ses interventions (barrages, endiguements, rectifications), l'homme a profondément perturbé les mouvements des matériaux solides, avec de nombreuses conséquences écologiques à la clé. Ainsi, plusieurs grands cours d'eau du Plateau ne charrient presque plus de sédiments, tandis que d'autres affichent un excédent de charriage. La réactivation de cette dynamique et de ses fonctions écologiques est une condition indispensable à la réussite des renaturations et compte parmi les grands objectifs de la loi fédérale révisée sur la protection des eaux.

Le projet de recherche interdisciplinaire « Dynamique du charriage et des habitats » a été réalisé dans le cadre du projet de recherche « Aménagement et écologie des cours d'eau ». Il a non seulement analysé l'influence de l'homme sur l'activité sédimentaire des cours d'eau, mais aussi étudié et mis au point des mesures à même de redynamiser cette activité. Des scientifiques et des spé-

cialistes issus de l'administration et d'associations professionnelles ont participé au projet.

Ce projet donne un aperçu de la dynamique sédimentaire dans les cours d'eau suisses et décrit les conséquences des interventions anthropiques ; par ailleurs il présente des méthodes de mesure. L'importance et les paramètres de la dynamique des sédiments fins, l'amélioration de la continuité du transport solide au moyen de dépotoirs à alluvions doseurs placés dans les torrents ainsi que la dynamique et la biodiversité des zones alluviales constituent d'autres thèmes. Il est possible d'accroître la disponibilité des sédiments et d'atténuer les déficits de charriage en construisant des galeries de déviation et en déclenchant des crues artificielles, de même qu'en procédant à des apports de gravier et en favorisant l'érosion des berges. Les principaux résultats utiles pour la pratique sont résumés dans un recueil de fiches.

Exemple de projet 4 : Ressources matérielles Suisse



Développement du quartier Richti sur une ancienne friche industrielle à Wallisellen (ZH)

Photo : Ex-Press, S. Zangger

Dans le cadre du projet «MatCH – Ressources matérielles Suisse», les flux de matières générés par l'économie suisse ont été enregistrés et évalués du point de vue de leur impact environnemental au moyen d'un écobilan simplifié. Les flux de matières et d'énergie ont été évalués dans les domaines de la construction, de la mobilité, de la production et de la consommation ; ils ont été présentés afin de démontrer l'efficacité de l'utilisation des ressources matérielles et énergétiques. Ainsi il est possible d'évaluer l'efficacité matérielle et énergétique dans le temps et de jauger des développements futurs au moyen de scénarios. En termes de volumes utilisés, le béton (46 %), les denrées alimentaires et les aliments pour animaux (11 %) ainsi que le gravier et le sable (7 %) dominent. Les sources d'énergie consommées (électricité, carburants et combustibles) représentent 17 % de la consommation totale (Matasci et al. 2018).

Dans le secteur de la construction, 12 % des flux de matériaux sont attribuables aux énergies non renouvelables pour le chauffage, le refroidissement, la ventilation, l'éclairage et le fonctionnement des procédés et 88 %, aux matériaux de construction. Cependant, la consommation

d'énergie occasionne 70 % des émissions de CO₂ et 56 % de l'impact environnemental total. D'un point de vue environnemental, il vaut donc la peine de moderniser le patrimoine construit en Suisse dans une optique de réduction des besoins énergétiques (Gauch et al. 2016).

Dans le domaine de la mobilité, tous les flux de matières sont dominés par les carburants, dont l'impact global sur l'environnement (effet de serre, consommation totale d'énergie, impact environnemental total) est nettement supérieur à celui de la production des moyens de transport. Ainsi, 76 % de l'impact environnemental total de la mobilité en Suisse résulte de la consommation d'énergie. Les matériaux (en particulier les métaux) contribuent à raison de 24 % à l'impact environnemental total (Gauch et al. 2017).

En Suisse, les matériaux disponibles dans le domaine de la production et de la consommation se composent principalement de meubles et d'appareils dans les immeubles d'habitation, les bureaux et les bâtiments industriels, et les matériaux les plus courants sont le bois (30 %), l'acier (14 %) et le plastique (9 %).

2.4 Financement de la recherche environnementale suisse

La recherche de l'administration fédérale ne couvre qu'une petite partie du financement de la recherche environnementale en Suisse. Afin d'obtenir un aperçu des principaux acteurs, les flux financiers de l'ensemble de la recherche environnementale helvétique ont été estimés pour l'année de référence 2016 (tableau 1) et comparés à ceux de l'année 2012 (OFEV 2016a) et de l'année 2008 (OFEV 2012a). Les données des budgets des institutions publiques (tableau 1, colonne « Réalisation ») ont été saisies afin de constituer une vue d'ensemble de tous les groupes de chercheurs du domaine de l'environnement (banque de données, voir chapitre 5.1). La catégorie « contribution aux hautes écoles » est déduite de manière indirecte en calculant la différence entre les contributions totales du point de vue de la réalisation et de celui du

financement. Les autres données financières des organisations de soutien (tableau 1, colonne « Financement ») sont tirées de publications et de statistiques existantes. Les collectivités publiques soutiennent la recherche environnementale dans les hautes écoles grâce aux contributions octroyées par le Fonds national suisse de la recherche scientifique (FNS), Innosuisse (anc. Commission pour la technologie et l'innovation CTI) et la promotion des technologies environnementales ainsi que par l'intermédiaire des mandats de la recherche attribués par l'administration fédérale.

Afin d'améliorer la comparabilité avec les chiffres de 2016, les chiffres de 2012 ont dû être légèrement ajustés et corrigés. Les contributions des programmes-cadres de l'UE, dans lesquels ont été inclus un grand nombre de projets ainsi que les dépenses d'organisations et de fondations privées et des institutions de recherche publiques

Tableau 1

Financement et réalisation de la recherche dans le domaine de l'environnement en 2016

Acteurs du financement	2008 mio de CHF	2012 mio de CHF	2016 mio de CHF	Acteurs de la réalisation	2008 mio de CHF	2012 mio de CHF	2016 mio de CHF
FNS, projets (divisions I à III)	45,9	53,1	58,3	EPF de Zurich et de Lausanne	127,4	186,1	215,2
FNS, programmes (division IV)	9,2	24,1	24,3	Instituts de recherche du domaine EPF	157,9	139,5	142,2
FNS, autres programmes	21,9	25,3	33,0	Universités cantonales	121,5	152,6	197,9
Confédération, recherche de l'administration fédérale	17	15,9	16,9	Hautes écoles spécialisées	49,1	78,3	81,7
Académies	2,8	3,1	4,8	Instituts de recherche publics ¹	8,1	16,3	27,6
UE, programmes-cadres	16,8	26,4	27,3	Académies	2,8	3,1	4,8
COST	2,1	1,8	1,0	Organisations privées à but non lucratif	9,2	12,6	17,3
EUREKA	0,9	0,8	0,8	Économie privée ²	262	287,3	287,0
SEFRI, programme spatial	3,3	3,8	3,9				
Innosuisse	4,3	7,8	5,8				
Contributions aux hautes écoles	378	475,8	558,8				
Économie privée²	235,8	237,9	238,8				
Total	738,0	875,8	973,7	Total	738,0	875,8	973,7

¹ Musées, recherche de l'administration intramuros et divers instituts de recherche

² Données 2015

Sources : Office fédéral de la statistique (OFS 2015, OFS 2017a), Fonds national suisse (FNS 2017), Secrétariat d'Etat à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI 2017a, b, c, d), Commission pour la technologie et l'innovation (CTI 2017), Académie des sciences naturelles (SCNAT 2017) et relevés spécifiques

(extrapolation corrigée, analogue aux années de référence 2008 et 2016), ont connu un changement significatif.

Les investissements du secteur privé dans la recherche environnementale ont légèrement augmenté depuis 2008, passant de 235,8 à 238,8 millions de francs en 2015. Au cours de la même période, l'investissement total du secteur privé dans la recherche et le développement est passé d'un peu moins de 12 milliards à 15,7 milliards de francs (OFS 2017b). Cela correspond à un taux de croissance annuel moyen de 3,4%. Avec une croissance annuelle de 0,2%, les investissements dans la recherche environnementale augmentent donc à un rythme nettement inférieur à la moyenne.

Les contributions du FNS continuent d'augmenter dans tous les divisions. Alors qu'en 2008, il avait investi 77 millions de francs dans la recherche environnementale, ce montant est passé à 102,5 millions en 2012 et déjà à 115,6 millions en 2016.

Les investissements d'Innosuisse augmentent également. Alors que 4,3 millions de francs ont été investis dans la recherche environnementale en 2008 et 7,8 millions en 2012, les contributions sont passées à 11,6 millions en 2016. En revanche, le financement des actions COST, des projets EUREKA et de la recherche de l'administration fédérale est resté pratiquement constant.

S'agissant des programmes-cadres de l'UE, le financement européen des institutions de recherche suisses s'est accru de 16,8 millions à 26,4 millions de francs entre 2008 et 2012, mais n'a pas augmenté au cours des quatre années suivantes. En 2016, ce montant s'élevait en effet à 27,3 millions de francs, cela malgré le fait que le budget du programme-cadre de l'UE soit passé d'environ 52 milliards à 80 milliards d'euros au cours de la même période (EC 2007, EC 2011). L'une des raisons possibles est que la Suisse n'est pleinement associée à ces programmes-cadres que depuis 2017.

Du côté de la réalisation de la recherche, les dépenses des universités cantonales ont augmenté de 30% (+45,3 millions de francs) et celles des EPF (Zurich et Lausanne), de 16% (+29,1 millions de francs) sur la période de 2012

à 2016. Les dépenses des instituts de recherche publics et des organisations privées sans but lucratif ont augmenté respectivement de 69 et de 37% au cours de la même période. Dans les autres domaines, les dépenses se situent dans la même fourchette qu'en 2012.

Au total, les moyens consacrés à la recherche environnementale se montaient à 973,7 millions de francs en 2016. Bien que l'augmentation des fonds destinés à la recherche environnementale soit plus faible qu'entre 2008 et 2012 (4,5% par an), elle se poursuit malgré tout (2,3% par an).

2.5 Défis et actions nécessaires pour la politique et la recherche

En Suisse, l'état de l'environnement s'est amélioré dans certains domaines au cours des dernières décennies, grâce aux exigences légales et aux développements technologiques. La qualité de l'air et de l'eau, par exemple, a été améliorée, et la Suisse a enregistré ses premiers succès pour ce qui est de découpler la croissance économique de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre. Malgré ces résultats, une série de problèmes restent irrésolus et la politique suisse de l'environnement demeure confrontée à de grands défis, comme le montre de manière détaillée le rapport du Conseil fédéral Environnement Suisse 2018 (Conseil fédéral 2018).

En Suisse, les ressources naturelles demeurent soumises à une forte pression. Avec ses modes de consommation et de production actuels, la Suisse exploite les ressources naturelles dans une mesure qui dépasse ce que la nature peut supporter. Dans le même temps, l'évolution de l'empreinte environnementale de la Suisse au fil du temps montre que l'impact environnemental global par personne a diminué de 19% entre 1996 et 2015, principalement en raison des progrès réalisés. Le modèle de production et de consommation, axé sur la croissance, induit une surexploitation des ressources naturelles et des écosystèmes non seulement dans le pays, mais aussi dans le monde entier. Dès lors, l'impact environnemental de la Suisse est progressivement délocalisé à l'étranger. La part étrangère de l'impact environnemental total de la consommation suisse représentait déjà 73% de celui-ci à l'horizon 2015 (OFEV 2018). La quantité d'émissions de gaz à effet

de serre générée en Suisse a diminué de 12 % entre 2000 et 2017, mais cette réduction est en partie compensée par celle produite par la population helvétique à l'étranger en lien avec l'importation de biens et de prestations de services. L'empreinte biodiversité, qui mesure le potentiel de perte d'espèces due à l'utilisation des sols, a légèrement diminué en Suisse, mais a augmenté de 9 % par personne dans la part étrangère de la consommation suisse. L'empreinte eau a augmenté au cours de la période sous revue, tandis que la consommation de matières par personne a légèrement diminué. Néanmoins, les empreintes environnementales sont bien supérieures au niveau tolérable. Les résultats de recherches mondiales montrent que dans divers domaines tels que le climat ou la biodiversité, les limites écologiques de la planète ont été largement dépassées (Rockström et al. 2009, Steffen et al. 2015). Ainsi, l'humanité quitte ce qu'il est convenu d'appeler « l'espace de fonctionnement sécurisé » (« safe operating space »), c'est-à-dire le cadre qui est considéré comme bénéfique pour le développement de notre société. La Suisse contribue elle aussi à la pression exercée sur les systèmes environnementaux mondiaux. Si tous les pays consommaient autant de ressources que la Suisse, il nous faudrait disposer de 3,1 planètes.

Dans ces conditions et malgré les progrès susmentionnés, la pression sur les ressources naturelles en Suisse demeure. Le rapport Environnement 2018 montre que l'utilisation du sol à des fins d'urbanisation et de transport, la surfertilisation des écosystèmes par des composés azotés, l'apport de produits phytosanitaires dans le sol et les eaux ainsi que les changements climatiques constituent les principaux défis en la matière. En outre, les atteintes à l'environnement ont des répercussions négatives sur la santé et le bien-être de la population, sur les milieux naturels et sur la diversité des espèces. L'impact environnemental le plus important dû à la consommation suisse est causé par l'alimentation (28 %), suivie par le logement (24 %) et la mobilité (12 %). La nécessité d'agir pour parvenir à une alimentation et une mobilité durables et à des logements respectueux de l'environnement reste grande.

Diverses grandes tendances mondiales telles que la croissance démographique et les migrations, la mondialisation et le développement économique, le changement

technologique et la numérisation, les changements climatiques et la surexploitation des ressources vont encore accroître les pressions exercées sur l'environnement et les écosystèmes (AEE 2015). Pour l'Agence européenne pour l'environnement (AEE), le plus grand défi est constitué par le fait que les facteurs, les développements et les impacts environnementaux sont de plus en plus mondialisés et que les mégatendances à long terme influencent l'état de l'environnement en Europe. Le Forum économique mondial (WEF) identifie la perte de biodiversité, les catastrophes naturelles, les phénomènes météorologiques extrêmes, les dommages environnementaux causés par l'homme et l'incapacité à s'adapter ou à atténuer les changements climatiques comme des risques mondiaux majeurs (WEF 2019). Trois risques environnementaux, à savoir les phénomènes météorologiques extrêmes, l'incapacité à s'adapter ou à atténuer les changements climatiques, et les catastrophes naturelles figurent parmi les cinq principaux risques en matière de probabilité et d'impact. La plate-forme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) appellent au déclenchement d'un processus de transformation de nos sociétés et de nos rapports avec la nature afin de garantir nos moyens de subsistance à long terme (IPBES 2019).

Des changements fondamentaux dans les systèmes de production et de consommation sont donc nécessaires pour s'attaquer aux causes des problèmes environnementaux. Sur le plan mondial, la communauté internationale a adopté, en 2015, 17 ODD découlant de l'Agenda 2030 et incluant les aspects du développement durable ayant une incidence sur l'environnement. Les thèmes environnementaux tels que l'eau, l'énergie, l'utilisation des sols, les modes de production et de consommation durables, le climat, la biodiversité et les écosystèmes figurent au premier plan. La Stratégie de développement durable Suisse 2016 (Conseil fédéral 2016), dont les domaines d'action sont tous étroitement liés à l'état de l'environnement, est coordonnée avec les ODD.

Les normes réglementaires et techniques sont les conditions de base pour faire face aux défis environnementaux actuels, qui ne peuvent pas être relevés uniquement par des mesures ponctuelles. L'AEE parvient aussi à la conclusion qu'il est probable que ni les mesures envi-

ronnementales en elles-mêmes ni les améliorations de l'efficacité économique ou technologique ne suffiront pour atteindre les objectifs environnementaux de l'UE à l'horizon 2050 (AEE 2015).

Une transition fondamentale des systèmes d'alimentation, de logement et de mobilité est nécessaire, entre autres, afin de maintenir les impacts environnementaux à un niveau tolérable. À cette fin, des efforts conjoints doivent être déployés pour remanier activement ces systèmes. Cependant, une transformation de systèmes complexes n'est possible qu'avec le soutien de tous les acteurs de la politique, de l'économie, de la recherche et de la société. La recherche de l'administration fédérale peut apporter une contribution importante à cet égard en ce sens que les divers secteurs de la politique cherchent ensemble des solutions. La recherche interdisciplinaire et transdisciplinaire exige un échange entre tous les acteurs clés, y compris les acteurs non universitaires. Dès le début des projets de recherche, il convient d'examiner les canaux par lesquels les connaissances nouvellement générées seront communiquées aux groupes cibles concernés et comment elles devront être utilisées. La recherche de l'OFEV est fondée sur ces principes.

3 Thèmes de recherche prioritaires de 2021 à 2024

3.1 Aperçu des thèmes de recherche prioritaires

Les thèmes de recherche prioritaires qui seront traités dans la période de 2021 à 2024 sont présentés ci-après. Une grande partie des problèmes environnementaux ne peuvent être résolus que par des approches intersectorielles. La LERI prévoit également que les programmes pluriannuels (plans directeurs de recherche) élaborés soient transversaux. Ainsi, au cours de la période de 2021 à 2024, une attention particulière sera accordée aux thèmes de recherche plurisectoriels, que ce soit entre les différents thèmes environnementaux dont l'OFEV est responsable ou aux interfaces avec d'autres domaines politiques.

En vue d'identifier les thèmes de recherche plurisectoriels pour l'élaboration du PDE 2021-2024, une enquête a été menée auprès des services fédéraux sur d'éventuels thèmes de recherche communs, basés sur les objectifs et champs d'action de la Stratégie pour le développement durable 2016-2019 (Conseil fédéral 2016) du Conseil fédéral. Cinq thèmes centraux de recherche d'un intérêt particulier pour lesdits services ont ainsi été identifiés : (1) Sharing Society, (2) Comportement durable, (3) Sécurité des données, (4) Smart Regions et (5) Santé et environnement.

Dans le cadre d'un projet pilote, les questions de recherche des services fédéraux intéressés par le thème «Sharing Society» ont ensuite été identifiées. Les structures et les possibilités de mise en œuvre des activités de recherche communes sont précisées pour la période FRI de 2021 à 2024. Les quatre autres thèmes plurisectoriels de recherche seront traités par les services fédéraux intéressés sur la base de l'expérience acquise avec ce projet pilote (point 3.2).

Au niveau de l'OFEV, des thèmes de recherche plurisectoriels ont également été identifiés : pollution par les (micro-) plastiques, économie circulaire et bioéconomie, chimie

verte, technologies d'émission négative, effets indirects des changements climatiques, recherche socio-économique (point 3.3).

Toutefois, pour résoudre divers problèmes environnementaux, il faut continuer à mettre au point des mesures et des méthodes spécifiques. C'est pourquoi 18 domaines de recherche propres à l'OFEV sont à nouveau présentés dans les quatre axes prioritaires «Actions pour la préservation et l'aménagement d'un environnement intact», «Protection contre les polluants et les nuisances», «Protection et utilisation durable des ressources et des écosystèmes» et «Maîtrise des changements climatiques et prévention des dangers» (point 3.4).

3.2 Thèmes de recherche plurisectoriels concernant des services fédéraux

La Stratégie Antibiorésistance Suisse (StAR), adoptée par le Conseil fédéral en 2015, peut être citée comme modèle d'une mise en œuvre réussie de travaux de recherche transversaux grâce à la collaboration entre plusieurs services fédéraux (Conseil fédéral 2015). La santé des êtres humains, des animaux et de l'environnement est étroitement liée et s'influence mutuellement. La stratégie est donc fondée sur une approche «One Health» (une seule santé), qui inclut de la même manière tous les secteurs concernés. Des mesures ont notamment été formulées dans le champ d'action «Recherche et Développement». Dans le domaine de l'environnement, les priorités concernent les eaux usées : les stations d'épuration des eaux usées doivent en effet être équipées pour éliminer les micropolluants (p. ex. les antibiotiques) dans une étape dite de «traitement quaternaire». Il s'agira également d'examiner dans quelle mesure l'élimination des germes résistants aux antibiotiques peut être encore améliorée. Le Programme national de recherche PNR 72 «Résistance aux antimicrobiens», basé sur la StAR, a été lancé dans le but de réduire la résistance aux antimicrobiens et ses effets négatifs sur le traitement des maladies infec-

tieuses. La recherche de l'OFEV soutient le PNR 72 par des projets de recherche supplémentaires afin de combler des lacunes spécifiques de la recherche, par exemple sur l'accroissement et la persistance de la résistance aux antibiotiques dans l'environnement, l'identification des voies d'entrée des organismes résistants aux antibiotiques et le développement de méthodes de surveillance.

Les cinq thèmes de la recherche plurisectorielle des services fédéraux sont présentés ci-après.

3.2.1 Sharing Society

Le thème «Sharing Society» est le plus avancé, car il a été choisi comme thème pilote et qu'il est à l'étude depuis 2019.

Le partage des ressources a des impacts sociaux, économiques et écologiques potentiellement importants et variés. La société de partage peut conduire à des changements dans la couverture sociale et la concurrence et contribuer à une utilisation plus efficace des ressources naturelles. Toutefois, la création de nouvelles opportunités de consommation peut également entraîner des effets de rebond considérables (le potentiel d'économie découlant de l'amélioration de l'efficacité n'est pas réalisé ou ne l'est que partiellement) déclenchés par des produits et des prestations de services moins onéreux. Les principes de la société de partage ont également une influence sur l'utilisation du territoire (p. ex. changements en matière de mobilité). Le développement de l'économie de partage («sharing economy») soulève également des questions réglementaires (cf. rapport du Conseil fédéral «Conditions-cadres pour l'économie numérique», étude TA-Swiss «Sharing Economy – partager au lieu de posséder»).

En mars 2019, lors d'un atelier auquel ont participé des experts de l'administration fédérale, les questions de recherche suivantes ont été identifiées dans trois clusters: «Comportement», «Société» et «Conditions-cadres».

Cluster «Comportement»

- Quelles sont les incitations qui favorisent quels modèles d'affaires du partage («sharing-business models»)?

- Quelles sont les mesures incitant les gens à profiter des offres de partage? Existe-t-il des mécanismes d'exclusion?
- Quels sont les facteurs et les impacts des effets de rebond?
- Quels sont les moteurs d'un comportement durable dans la gestion des systèmes de partage («sharing-systems»)?

Le traitement de ces questions suscite l'intérêt des services fédéraux suivants: ARE, OFROU, OFPP, OFEV, OFAG, OFAS, OFL et SEFRI.

Cluster «Société»

- Quels sont les potentiels des systèmes de partage en matière de société et d'efficacité de l'utilisation des ressources?
- Comment les espaces (périphériques) peuvent-ils devenir plus attractifs et multifonctionnels grâce au partage et quels sont les effets sur les infrastructures?
- Les systèmes de partage sont-ils plus équitables (gagnants/perdants) que les systèmes traditionnels?
- Qui paie l'infrastructure et les coûts externes et quand cela doit-il être réglementé?
- Comment évaluer la durabilité des systèmes de partage aux échelles régionales, nationales et mondiales?
- Comment les réseaux de partage influencent-ils la sensibilisation à la gestion des ressources et comment cela peut-il être mesuré?

Le traitement de ces questions suscite l'intérêt des offices fédéraux suivants: ARE, OFPP, OFEV, OFEN, OFAG, OFAS, OFL.

Cluster «Conditions-cadres»

- Comment l'État peut-il créer des espaces expérimentaux ou leur ouvrir la voie afin de tester des solutions durables? Comment peut-il contribuer à capitaliser et à étendre des résultats de niches expérimentales à une large échelle?
- Comment s'assurer que les données numériques liées aux offres de partage ne fassent pas l'objet d'abus malgré le libre accès?
- Quelles données méritent d'être particulièrement protégées et comment la souveraineté des données est-elle réglementée?
- Quel est le potentiel des bases de données liées en ce qui concerne les nouvelles offres de partage?

- La qualité des données doit-elle et peut-elle être assurée par des normes ?
- Quels sont les rôles de l'État et du secteur privé dans la société de partage ?
- Où les partenariats entre particuliers et pouvoirs publics sont-ils judicieux et comment peut-on les promouvoir afin de développer des modèles commerciaux durables et d'éviter les conflits d'intérêts ?
- Quelles sont les conditions-cadres nécessaires pour pouvoir réagir rapidement aux nouveaux modèles de partage ?
- Comment réglementer les questions de responsabilité ?
- Comment garantir la responsabilité sociale ?
- Comment une concurrence juste/équitable entre les fournisseurs « officiels » et « privés » peut-elle avoir lieu, compte tenu des règles ou des autorisations ?
- Quelles sont les conditions-cadres nécessaires pour que le partage améliore le bien-être (en matière de durabilité) de la population suisse ?

Le traitement de ces questions suscite l'intérêt des services fédéraux suivants : ARE, OFROU, OFPP, OFEV, OFT, OFEN, OSAV, OFAG, OFAS, OFL, SEFRI.

3.2.2 Comportement durable

Le thème du « comportement durable » recouvre largement les questions socio-économiques identifiées comme thème de recherche plurisectoriel au sein de l'OFEV (voir point 3.3.6) et inclut également l'économie comportementale, l'information et la communication en tant qu'agents suscitant des changements de comportements, et la responsabilité durable des entreprises (« corporate sustainable responsibility »). En ce qui concerne la réalisation des ODD, il a été reconnu que le comportement de chaque individu ainsi que celui de la collectivité et l'orientation ou l'influence exercée sur ce comportement sont des éléments centraux de la transition sociétale vers le développement durable. Le comportement durable joue, par exemple, un rôle important dans les champs d'action tels que le logement, la mobilité et l'alimentation.

L'accent est mis sur la question de savoir comment les changements de comportement durable souhaités peuvent être engendrés. Quelles sont les mesures efficaces ? Comment atteindre les différents groupes d'acteurs ? Quelles formes culturelles et linguistiques et quels canaux de communication choisir ? Quels sont les facteurs

externes déterminants (situation financière, niveau d'éducation, barrières linguistiques ou culturelles) ?

3.2.3 Sécurité des données

Par sécurité des données, on entend également la protection des données au sens général. Cette question transversale gagne en importance avec l'application des technologies de l'information. Une attention particulière est accordée aux évaluations de l'impact des technologies. Les questions relatives à la cybercriminalité, à la fourniture de services de base et à la sécurité de l'approvisionnement dans le domaine des infrastructures et de la mobilité sont mises en évidence. Les questions de l'utilisation abusive de l'information, de la gestion des valeurs, ainsi que de l'égalité des chances sur le plan social et des aspects de l'équité en matière de santé prennent également une importance accrue. En outre, les questions relatives à la science ouverte (« open science ») sont abordées, comme les réglementations dans le domaine de la recherche et la garantie du libre accès aux résultats de la recherche et aux bases de données.

3.2.4 Smart Regions

Le thème « Smart Regions » comprend les quatre sous-thèmes que sont l'économie circulaire et la bioéconomie, les liens entre la ville et la campagne à l'ère numérique, le développement durable de l'urbanisation et la mobilité durable.

i) Économie circulaire et bioéconomie

Dans un contexte de raréfaction des ressources et des matières premières, le concept d'économie circulaire prend toute son importance. La fermeture des cycles de l'énergie et des matériaux (longévité des produits, entretien, réparations, recyclage) doit permettre de réduire l'utilisation des ressources, la production de déchets, les émissions et la consommation d'énergie. Le thème joue un rôle dans toutes les activités économiques nécessitant d'importantes ressources et de grandes quantités de matières premières. Sur le plan international, l'UE met en œuvre son plan d'action l'économie circulaire depuis 2015 au moyen d'une vaste palette de mesures.

Les questions de recherche suivantes sont pertinentes à ce sujet :

Quel est le bénéfice écologique de l'économie circulaire et pour quels matériaux ? Quel est l'optimum écologique de l'économie circulaire au regard des besoins de transport des matières premières et de l'efficacité des procédés de recyclage ? Quels secteurs et produits conviennent le mieux et le moins à l'économie circulaire ? Qu'en est-il des coûts et des bénéfices de l'économie circulaire par rapport à une réduction de l'utilisation de substances ou à la dématérialisation ? Quelles sont les limites de l'économie circulaire et quelles quantités minimums obligatoires (déchets inévitables) sont imposées par l'économie circulaire ? Quelles mesures économiques, politiques et techniques favorisent l'économie circulaire ? Quelles sont les dispositions légales qui empêchent l'économie circulaire ?

ii) Liens entre la ville et la campagne à l'ère numérique

Les structures territoriales de la Suisse et les relations entre la ville et la campagne ainsi qu'entre les différentes régions sont en constante évolution et sont influencées par la numérisation. Quelles sont les attentes respectives de ces régions les unes par rapport aux autres ? Quelles prestations de services offrent-elles ? Comment et où les prestations de services publics (services de base) seront-elles fournies à l'avenir, par exemple dans le domaine de la santé ? Comment les nouvelles formes de travail influenceront-elles sur le choix du domicile et du lieu de travail ? Quelle influence les nouvelles offres de mobilité auront-elles sur la mobilité (en particulier les loisirs) et l'environnement ? La numérisation favorise-t-elle une utilisation plus attentive de la ressource sol ou, au contraire, entraîne-t-elle une plus grande fragmentation, par exemple sous la forme d'un mitage croissant ?

iii) Développement durable de l'urbanisation

Comment promouvoir un développement plus durable du logement au niveau des quartiers et des communes, en offrant sur place des prestations de service, des possibilités de travail, de détente et de loisirs, en réduisant la mobilité motorisée et ses émissions et en contribuant à la coexistence sociale des différents groupes de population (justice sociale, vieillissement) ? Comment réaliser dans ce contexte des synergies avec les infrastructures écologiques, l'approvisionnement en denrées alimentaires (ex.

agriculture urbaine, sylviculture urbaine) et l'économie circulaire précitée ? Comment promouvoir à la fois l'objectif de densification et la qualité de la nature et du paysage de ces zones urbanisées ?

iv) Mobilité durable

Comment atteindre l'objectif zéro émission nette dans les transports d'ici à 2050 ? Quelles sont les énergies de propulsion propres qui font sens écologiquement parlant ? Ce sous-thème se concentre sur les possibilités et les conséquences de la décarbonisation (refus des énergies fossiles) des transports (y compris les analyses du cycle de vie, le progrès technologique ainsi que la prise en compte de *tous* les impacts environnementaux et de *tous* les compromis possibles).

3.2.5 Santé et environnement

Les manières dont l'environnement influence la santé sont nombreuses et complexes. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), la santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, et pas seulement l'absence de maladie ou de déficience. Un environnement intact prévient non seulement les maladies et favorise un développement sain, mais est aussi une importante condition préalable pour une bonne qualité de vie.

Le problème environnemental de loin le plus important en ce qui concerne les effets négatifs sur la santé, tant en Suisse que dans le monde entier, reste la pollution de l'air par des polluants provenant principalement du trafic routier, mais aussi de l'industrie, du chauffage, de l'agriculture et de l'évaporation des produits chimiques en intérieur. Il existe également un certain nombre d'autres problèmes environnementaux pour lesquels les effets possibles sur la santé humaine sont mal connus, comme les risques liés à la présence de résidus multiples de pesticides dans les denrées alimentaires et l'eau, les perturbateurs endocriniens dans l'eau, les rayonnements non ionisants et la pollution sonore, l'utilisation d'organismes, les dangers naturels et les accidents majeurs, ainsi que les conséquences des changements climatiques sur la santé humaine et animale.

En outre, des questions de recherche plurisectorielles se posent au sujet de l'exposition de la population en raison de l'effet additif ou synergique possible de plusieurs

facteurs de pression sur l'environnement apparaissant simultanément. Les effets sur la santé résultant d'une exposition simultanée à des polluants chimiques (perturbateurs endocriniens ou substances difficilement dégradables, polluants atmosphériques), biologiques (OGM, néobiotes) et physiques (bruit, vibrations, rayonnements non ionisants, lumière) doivent être estimés et modélisés. Des procédures d'évaluation des risques et de monitoring de l'exposition de la population au fil du temps doivent être élaborées et une estimation des coûts sanitaires correspondants doit être effectuée. Les travaux du PNR 69 et de la commission EAT Lancet montrent qu'il existe également des synergies fondamentales entre la santé et la compatibilité avec les limites planétaires dans le domaine de l'alimentation. La question se pose de savoir comment ces résultats peuvent être appliqués au comportement de la demande des consommateurs et des pouvoirs publics ainsi qu'au comportement de l'offre dans la restauration et le commerce de détail.

L'approche interdisciplinaire «One Health», qui encourage les synergies entre la santé publique, la santé animale, l'agriculture et l'environnement et favorise l'émergence de mesures transversales, est également pertinente. Dans ce cadre, les influences directes et indirectes de l'environnement favorables à la santé humaine et animale doivent également faire l'objet de recherches et être quantifiées. Par exemple : quels éléments naturels et paysagers (infrastructure verte, forêt) contribuent au bien-être physique et mental des êtres humains et de quelle façon ? Quels types d'urbanisme favorables à la santé sont efficaces ?

3.3 Thèmes de recherche plurisectoriels internes à l'OFEV

3.3.1 Économie circulaire en matière de logement et de construction

L'économie circulaire a été identifiée comme sujet de recherche plurisectoriel par de nombreux services fédéraux (voir point 4.2.4). L'OFEV se préoccupe particulièrement de la réduction et de la valorisation des déchets dans le secteur de la construction (y c. infrastructures), car il s'agit du flux de déchets de loin le plus important en termes de volume ; en outre, dans la plupart des cas,

ces déchets ne peuvent pas être recyclés thermiquement, mais doivent être mis en décharge. Dans le secteur du bâtiment, la demande de matières premières primaires telles que le sable, le gravier, la marne, les granulats et l'argile est en grande partie satisfaite par des sources suisses ; leur extraction entraîne souvent des conflits d'intérêts avec la protection du paysage et les préoccupations liées à la revitalisation des eaux.

L'extraction de matières premières primaires importées est à son tour associée à une pollution environnementale considérable dans les pays d'origine (UNEP 2019). Le bois, matière première indigène, est un matériau écologique, à disposition des secteurs de la construction et du logement. L'objectif de la politique de la ressource bois (OFEV, OFEN, SECO 2017) est de faire en sorte que le bois provenant des forêts suisses soit disponible, transformé et recyclé de manière durable et économe en ressources. Les questions concernant son utilisation de manière circulaire sont très pertinentes, le bois étant de plus en plus décomposé en plusieurs composants et utilisé dans de nouveaux matériaux composites.

Les questions de recherche suivantes sont pertinentes à ce sujet :

Comment concilier construction et économie circulaire ? Comment construire avec « zéro émission de CO₂ » ? Quelles sont les possibilités de cycles efficaces avec élimination simultanée des polluants ? Comment parvenir à une déconstruction durable en restaurant l'espace naturel ? Quelle est la meilleure façon d'utiliser le stock de matériaux de construction et quels sont les mesures et les instruments nécessaires pour y parvenir ? Quels matériaux peuvent être remplacés par des matériaux mieux adaptés à l'économie circulaire ? Comment atteindre une responsabilité accrue en matière de produits ? Comment optimiser les procédures du droit de la construction dans une optique de constructions respectueuses de l'environnement ? Quelles exigences légales peuvent contribuer à renforcer l'économie circulaire dans le secteur de la construction ? Quelles possibilités l'État a-t-il de contribuer à la mise à l'échelle des approches prometteuses ?

3.3.2 Chimie verte

Selon la stratégie sur les produits chimiques des cinq services fédéraux impliqués dans l'exécution de la législation sur les produits chimiques (OFEV, OFSP, OSAV, OFAG, SECO 2017), l'application des principes de la « chimie verte » (ou « chimie durable ») doit être encouragée. Lors de la fabrication et de l'utilisation de substances et de produits chimiques fabriqués avec ces substances, l'environnement et les ressources doivent être préservés et des composés chimiques moins dangereux pour l'environnement doivent être utilisés. Il s'agit notamment de meilleures voies de synthèse, de procédés catalytiques et biotechnologiques, de la substitution de solvants, de la substitution de substances par d'autres ayant un potentiel de nocivité moindre, de l'amélioration de la conception et de l'exploitation des installations, et de la substitution par des alternatives non chimiques. Parallèlement, les composés utilisés doivent être complètement réintégrés dans le cycle des matériaux et des procédés à faible consommation d'énergie doivent être employés. Par ailleurs, les produits chimiques doivent être conçus dès l'étape de la recherche de telle sorte qu'ils n'aient pas d'effets nocifs sur l'environnement ou la santé humaine et ce tout au long de leur cycle de vie. Cette option permet de préserver les ressources, de réduire les déchets, d'éviter de futurs sites contaminés et de futurs accidents majeurs, et de mieux protéger les travailleurs, les consommateurs et l'environnement.

Cependant, le succès de la « chimie verte » pose de nombreux défis techniques, génère des coûts d'investissement dans la recherche, le développement et les installations et, dans certains cas, nécessite des coûts d'exploitation plus élevés par rapport aux méthodes classiques. Les questions de recherche suivantes sont pertinentes à ce sujet :

Quels sont les bases et les principes qui doivent être développés pour la planification d'installations durables et efficaces, ainsi que pour la conception, la fabrication et l'utilisation de produits chimiques efficaces, sûrs et respectueux de l'environnement ? Quelles fonctions de quelles applications et de quels produits peuvent être remplacées par des alternatives sans produits chimiques ? Comment le carbone fossile peut-il être remplacé dans la fabrication de produits chimiques et de

carburants, et en tant que combustibles dans la production de chaleur et d'électricité ?

En outre, les questions suivantes se posent au sujet de certains thèmes : comment mettre au point des méthodes permettant de mesurer plus rapidement et de manière plus complète la toxicité des produits chimiques et des mélanges de substances ? Comment les biocides doivent-ils être conçus pour qu'ils perdent leur toxicité après application sur les organismes cibles ? Comment ancrer la chimie verte dans l'agriculture intelligente (« smart farming ») ? Quel est le potentiel de la combinaison des méthodes traditionnelles avec de nouvelles méthodes, comme les robots agricoles ? Quel est le potentiel des bioraffineries et de l'utilisation de matières premières naturelles tel le bois pour l'industrie chimique ? Quel potentiel existe-t-il dans le domaine de la symbiose industrielle, lorsque plusieurs entreprises optimisent ensemble leurs flux de matières premières en vue de la transition vers la chimie verte ?

3.3.3 Pollution par les (micro-)plastiques

Le microplastique est défini comme un ensemble de petites particules de plastique d'un diamètre inférieur à 5 mm. Les principales sources de microplastiques sont l'abrasion des pneus de véhicules automobiles durant la conduite, la décomposition des macroplastiques, le lavage des textiles synthétiques et l'effritement des peintures. Le microplastique se dégrade peu ou très lentement dans les conditions de l'environnement et s'accumule dans certains milieux tels que les sols, les sédiments présents dans les eaux, en particulier les océans. Les eaux de surface et l'air transportent les microplastiques hors de l'anthroposphère où ils sont générés de sorte que même les organismes et les denrées alimentaires peuvent être contaminés.

Les questions de recherche suivantes sont pertinentes à ce sujet :

Quels types de microplastique peuvent être trouvés dans les milieux environnementaux ? Quelle est la taille de leurs particules et quelle est leur concentration ? Comment le microplastique est-il réparti dans les différents compartiments environnementaux en Suisse et quels sont les processus pertinents en ce qui concerne son comportement dans l'environnement ? Quelles voies sont utilisées par les organismes pour absorber les microplastiques ? Dans

quelle mesure les écosystèmes peuvent-ils être affectés par la présence de microplastiques dans les compartiments environnementaux? Quelles particules, de quelle taille et de quelle composition ont quel effet sur les organismes?

Quelles sont les possibilités de substitution des plastiques existant déjà, et pour quelles fonctionnalités et quelles applications? Quelles sont les possibilités de remplacement à développer? En quoi les coûts et les impacts environnementaux des produits en plastique et de leurs substituts diffèrent-ils, et combien coûte une alternative aux plastiques dans l'optique d'une élimination progressive? Quelles mesures peuvent être prises sur la base légale existante et quelles bases légales supplémentaires seraient nécessaires pour réduire efficacement les émissions de microplastiques en Suisse?

3.3.4 Technologies d'émissions négatives

En approuvant l'Accord de Paris, la communauté internationale s'est fixé comme objectif de contenir l'élévation de la température moyenne de la planète nettement en dessous de 2 °C, voire à la limiter si possible à 1,5 °C. La réduction des émissions à la source reste une priorité de la stratégie climatique à long terme. Avec la ratification, en octobre 2017, de l'Accord de Paris sur le climat, la Suisse a reconnu la nécessité de développer des technologies d'émissions négatives (NET, «negative emission technologies») à titre de complément afin de retirer de l'atmosphère les gaz à effet de serre déjà émis. Selon les connaissances actuelles, seules les émissions négatives peuvent en effet permettre d'atteindre l'équilibre entre les sources et les puits de gaz à effet de serre requis d'ici le milieu du siècle («zéro émission nette»). Les NET comprennent des mesures telles que le reboisement, le stockage du carbone dans les sols, par exemple par le biais de charbon d'origine végétale, par le captage biologique du CO₂ avec stockage géologique ou par la séquestration géologique directe du CO₂ de l'air. La nature et la capacité des réservoirs utilisés pour stocker le carbone retiré de l'atmosphère dépendent de la technologie. Les NET ont encore peu été testées, du moins dans l'ordre de grandeur requis pour être efficaces sur le plan climatique. Il existe donc de grandes incertitudes quant aux potentiels, aux effets à long terme sur l'environnement, aux coûts et à l'attitude de la société à leur égard, et donc quant à

leur rôle possible dans la future politique climatique de la Suisse.

Les questions de recherche suivantes sont pertinentes à ce sujet :

Quels sont les potentiels théoriques des différentes NET réalisables en Suisse? Quels projets étrangers sont efficaces et comment devraient-ils être pris en compte dans l'Accord de Paris et la législation suisse? Quelle est la relation entre les coûts et les bénéfices des différentes NET en Suisse? Quels sont les risques pour l'environnement et la société? Quels sont les obstacles qui s'opposent à l'application à plus large échelle de certaines technologies? Comment assurer un impact climatique positif durable des puits naturels réversibles tels que les sols, le bois et les produits du bois? La Suisse a-t-elle besoin d'installations de stockage géologique du CO₂ et, dans l'affirmative, comment peut-on les créer et les exploiter en toute sécurité? Quels sont les domaines où existent des synergies ou des conflits d'intérêts avec d'autres intérêts stratégiques primordiaux de la Suisse, notamment en matière de développement durable? Comment la recherche, le développement et l'intégration dans le catalogue de mesures de la politique climatique de la Suisse peuvent-ils être réalisés conformément aux objectifs des Nations Unies en matière de développement durable? Quel rôle peuvent et doivent jouer les NET dans la politique climatique suisse (problème de l'«aléa moral» [«moral hazard»])? Quelle sera, au cours des prochaines décennies, la composition d'un portefeuille NET optimisé par rapport à l'objectif climatique de la Suisse à l'horizon 2050? Quel est le niveau d'acceptation des différentes NET? Quelles questions de justice et de gouvernance faut-il prendre en compte? Comment établir une gouvernance nationale et internationale? Quels sont les NET disponibles pour les gaz à effet de serre autres que le CO₂ et quels sont leurs potentiels, coûts et risques en Suisse? Comment la Suisse peut-elle contribuer à façonner la recherche, le développement et la mise en œuvre des NET dans la politique climatique au niveau international, au sens de l'Accord de Paris?

3.3.5 Effets indirects des changements climatiques mondiaux sur la Suisse

La Suisse, qui dispose d'un solide réseau international, est indirectement touchée dans une large mesure par les effets des changements climatiques à l'étranger (SCNAT 2016, INFRAS 2018). Elle est exposée dans de nombreuses sphères d'influence, mais peut également contribuer à réduire les risques futurs à un minimum en investissant dans la protection du climat et dans des mesures d'adaptation. Une étude a permis d'identifier qualitativement les canaux d'influence internationaux pertinents et les chaînes de conséquences par lesquels les changements climatiques affectent indirectement la Suisse. Les effets indirects se font sentir à l'étranger, par exemple dans les domaines des ressources naturelles, de la biodiversité, de la santé humaine et animale ainsi que des infrastructures, et donc dans les domaines d'influence de la performance économique suisse, de l'approvisionnement alimentaire, de l'approvisionnement énergétique, des services financiers, de la sécurité, des migrations et de la coopération au développement. Les changements climatiques renforcent les défis de la mondialisation. L'intervention des pouvoirs publics est nécessaire dans les secteurs présentant des risques climatiques majeurs, de sorte que leur donner la priorité constitue un défi pour l'avenir.

Les questions de recherche suivantes sont pertinentes à ce sujet :

Comment quantifier les répercussions sur la Suisse des effets des changements climatiques observés à l'étranger ? Comment une évaluation de la pertinence ou une hiérarchisation des domaines d'influence ou des chaînes de conséquences et de leurs risques peut-elle être effectuée ? Quels indicateurs permettent d'établir des priorités bien fondées pour les mesures dans le domaine des impacts indirects ? Quelles questions éthiques se posent lorsque l'on traite des impacts indirects ? Quelle est l'influence des changements climatiques sur la production durable de biens importés ? Quelles pertes et quels dommages globaux peuvent être attendus des impacts indirects à l'avenir ? Quelles sont les perspectives à long terme pour le développement des impacts indirects et quels en sont les coûts ?

3.3.6 La recherche socio-économique

La réussite de la transition de l'économie et de la société vers un fonctionnement durable dépend de nombreuses interactions socio-économiques. Un aspect important à cet égard est l'amélioration des bases décisionnelles en faveur d'une politique environnementale efficace du point de vue économique.

Les questions de recherche suivantes sont pertinentes à ce sujet :

Quels sont les coûts de l'inaction ? Les avantages et les coûts économiques des différentes voies de développement montrent la nécessité d'agir d'un point de vue économique, par exemple dans des domaines tels que le climat, la biodiversité, la pollution atmosphérique, les dangers naturels, les sols et les forêts. Les impacts sociaux et régionaux des effets de la répartition seront également étudiés.

Quelles sont les objectifs et les trajectoires optimales pour parvenir à un mode de consommation et à une économie respectant les limites écologiques de la planète et à des milieux naturels qualitativement attractifs ? Au cours de ce processus, l'accueil réservé par les ménages et les principales parties prenantes des milieux économiques, de la société civile et de la communauté est déterminé (« visioning »), et des modèles commerciaux durables sont développés.

Comment mieux comprendre la dynamique des processus de changement technologique, social et économique afin de les tourner davantage et plus efficacement vers le développement durable ? Quelles sont les conditions préalables à la mise à l'échelle de solutions de niche innovantes ? Quels sont les acteurs qui marquent le plus les processus décisionnels spécifiques (exemple de l'alimentation : de grandes possibilités d'action pour les ménages ; exemple de la rénovation énergétique des maisons : peu de possibilités d'influence pour les ménages en cas de location) ? Quelles sont les attitudes et les motivations de ces acteurs ? Comment promouvoir efficacement la sensibilisation à l'environnement et accroître le niveau d'acceptation et l'impact des mesures ? Quel est le rôle des mesures et des campagnes de communication à cet égard ? Quel rôle l'État peut-il jouer dans ces processus, notamment pour éviter ou surmonter les situations de blo-

cage (par exemple mitage et mobilité)? Comment peut-il remplir au mieux son rôle de modèle, par exemple dans l'acquisition de biens et de prestations de services?

Le thème de recherche ne doit pas s'articuler uniquement autour de la transformation, mais devrait avoir un caractère transformateur en elle-même (p. ex. la recherche-action [« action research »]). Le monde académique devrait donc tester consciemment de nouvelles formes d'activité, par exemple en relation avec l'art et l'expérimentation.

3.4 Axes prioritaires, domaines de recherche et thèmes de recherche de l'OFEV

S'agissant des 18 domaines de recherche de l'OFEV, les lacunes actuelles en matière de recherche et les questions de recherche dont les réponses sont urgentes et nécessaires à l'accomplissement des tâches futures de l'office sont présentées ci-après. Les thèmes de recherche prioritaires décrits correspondent aux besoins de l'OFEV pour les années 2021 à 2024.

Tableau 2

Axes prioritaires et domaines de recherche environnementale pour la période de 2021 à 2024

Axe prioritaire I : Actions pour la préservation et l'aménagement d'un environnement intact		
Économie environnementale et utilisation efficace des ressources (1)		
Observation, éducation et communication environnementales (2)		
Droit de l'environnement (3)		
Politique environnementale internationale (4)		
Axe prioritaire II : Protection contre les immissions	Axe prioritaire III : Protection et utilisation durable des ressources et des écosystèmes	Axe prioritaire IV : Maîtrise des changements climatiques et prévention des dangers
Lutte contre le bruit et préservation d'un environnement calme (5)	Sol (9)	Sécurité des produits chimiques (15)
Protection contre les rayonnements non ionisants (6)	Eau (10)	Biosécurité (16)
Sites contaminés (7)	Biodiversité (11)	Atténuation et maîtrise des changements climatiques (17)
Air (8)	Paysage (12)	Gestion des dangers naturels et des risques techniques (18)
	Forêt et bois (13)	
	Gestion des déchets et des matières premières (14)	

Domaine de recherche

1 Économie environnementale et utilisation efficace des ressources

*Tuyauteries dans une industrie*

Photo : Adobe Stock, Industrieblick

Contexte et problématique

L'impact de la consommation suisse sur l'environnement est trois fois plus important que celui toléré par les limites écologiques de la planète. Environ trois quarts de l'impact sur l'environnement causé par la consommation finale en Suisse se font sentir à l'étranger. À l'avenir, la pression mondiale exercée sur les ressources naturelles augmentera à mesure que la population mondiale et la croissance économique continueront de croître. Pour que les milieux politiques, les entreprises et les particuliers puissent prendre des décisions écologiquement judicieuses, il est donc nécessaire de disposer de bases méthodologiques et de données actuelles pour l'évaluation de l'impact environnemental global des produits et des processus.

Avec le rapport 2016 sur l'économie verte, le Conseil fédéral a formulé des mesures pour préserver les ressources et assurer l'avenir de la Suisse. L'accent est mis sur l'élaboration de bases, la communication efficace, la sen-

sibilisation et un dialogue fondé sur le partenariat avec les parties prenantes concernées. L'objectif du PNR 73 «Économie durable» est de développer les connaissances scientifiques relatives à une économie durable.

Le rapport Environnement Suisse 2018 (Conseil fédéral 2018) souligne la nécessité de processus de transformation pour parvenir à une consommation et une activité économique durables. La recherche socio-économique est nécessaire pour comprendre les obstacles qui empêchent la transformation et développer des solutions. Les instruments économiques environnementaux doivent être affinés, les marchés publics écologiques et l'alignement des flux financiers sur les limites écologiques de la planète et les accords environnementaux internationaux concrétisés. Pour renforcer l'efficacité de l'utilisation des ressources, il convient d'examiner le potentiel de l'économie circulaire.

Thèmes de recherche prioritaires 2021-2024

1 Coûts des impacts environnementaux et de l'(in)action

- 1.1 Estimation des coûts externes des impacts environnementaux, de l'adaptation aux changements environnementaux et de l'inaction (« cost of inaction »).
- 1.2 Identification des potentiels économiques et des coûts de transformation; analyse approfondie des défis et des risques liés à l'environnement et des grandes tendances telles que la numérisation.
- 1.3 Identification des groupes sociaux, des régions, des générations et des écosystèmes particulièrement touchés par les impacts environnementaux.
- 1.4 Développement d'un cadre général permettant aux entreprises d'améliorer l'utilisation des ressources et leurs modèles d'affaires.

2 Économie circulaire et voies d'évolution vers une consommation durable

- 2.1 Élaboration et optimisation de mesures visant à intégrer les aspects de durabilité dans les décisions relatives aux achats (y c. alimentation, logement, mobilité).
- 2.2 Développement des bases méthodologiques pour des marchés publics écologiques et la promotion de l'innovation.
- 2.3 Étude de la recyclabilité des systèmes et des groupes de produits, évaluation écologique de l'économie circulaire et recherche de conditions-cadres appropriées pour son renforcement.
- 2.4 Identification des conditions pour que les nouveaux modèles d'affaires présentent des avantages environnementaux.
- 2.5 Mise à jour et validation des données d'éco-inventaires relatifs à des produits et des procédés.
- 2.6 Développement de méthodes d'évaluation des données d'éco-inventaires pour mieux intégrer la biodiversité et la toxicité des substances.
- 2.7 Élaboration d'outils basés sur des écobilans pour des décisions fondées en matière de production, de consommation et d'approvisionnement.
- 2.8 Élaboration et mise à l'essai de méthodes d'évaluation des innovations environnementales.

3 Transformation en vue de préserver les ressources et l'avenir de la Suisse

- 3.1 Amélioration des bases en économie comportementale, en mutation des valeurs, en perception des problèmes et en d'acceptation des mesures.
- 3.2 Développement des bases concernant les valeurs cibles d'une économie durable compatibles avec les limites écologiques de la planète.
- 3.3 Détermination des décisions d'investissement privé et public à préconiser afin d'éviter les situations de blocage dans des modes de consommation et de production non durables.

4 Financement durable pour préserver les ressources et l'avenir de la société

- 4.1 Développement d'indicateurs et d'indices pour mesurer les progrès réalisés dans le secteur financier sur la base de principes scientifiques.
- 4.2 Développement de bases méthodologiques et d'outils pour la transparence écologique des produits et des services financiers.
- 4.3 Étude des mécanismes d'action des décisions prises sur les marchés financiers et de leur impact sur les écosystèmes via l'économie réelle.

5 Optimisation des instruments de la politique environnementale (« smart regulation »)

- 5.1 Examen des mécanismes pour atteindre les objectifs environnementaux par le biais d'initiatives du secteur privé dans le domaine non réglementaire.
- 5.2 Soutien aux mesures volontaires par la mise à disposition de savoir-faire et d'alternatives.
- 5.3 Étude de la traçabilité des ressources et des produits le long de la chaîne de création et mise au point de méthodes pour des rapports transparents.
- 5.4 Développement de méthodes pour les analyses d'impact de la réglementation (ex ante/ex post) et pour une évolution de la réglementation.
- 5.5 Utilisation du savoir en économie comportementale pour des réglementations efficaces.
- 5.6 Élaboration et amélioration de processus d'évaluation de l'impact environnemental du commerce et des accords commerciaux internationaux.

Domaine de recherche

2 Observation, éducation et communication environnementales



Cartographie des plantes néophytes invasives par des lycéennes entre Worb et Worblaufen (BE)

Photo: OFEV/Ex-Press, M. Forte

Contexte et problématique

L'observation de l'environnement fournit les données nécessaires sur l'état et l'évolution de celui-ci. Plus ces informations sont complètes et fiables, plus la politique environnementale peut être gérée avec efficacité. L'un des défis consiste à examiner l'impact des grandes tendances mondiales sur l'environnement en Suisse.

Les recherches menées jusqu'ici ont montré que les connaissances liées à l'environnement sont généralement bonnes en Suisse, mais l'information et l'acquisition de connaissances ne suffisent pas pour induire des changements. Pour que la consommation et l'activité économique restent dans les limites écologiques et pour que la mutation durable des valeurs se produise dans la société, des processus de transformations économique et sociale doivent être élaborés. Dans ce contexte, la question se pose de savoir comment les problèmes écologiques sont perçus dans la société et quels obstacles et résistances

doivent être surmontés pour favoriser les actions responsables. Indépendamment du thème concerné, il faut aussi se demander comment faire pour que les solutions aux problèmes environnementaux soient bien accueillies dans la société. Une communication environnementale adéquate doit donc porter sur des attitudes, des connaissances et des comportements et être adaptée aux groupes cibles. Des approches sociologiques seront utilisées pour étudier comment la communication environnementale peut être exploitée en tant qu'instrument efficace de la politique environnementale. À cet égard, les nouveaux médias constituent le principal centre d'intérêt.

L'acquisition de compétences pour l'utilisation durable des ressources naturelles est l'un des principaux objectifs de l'éducation environnementale. C'est pourquoi l'OFEV encourage l'intégration de l'éducation environnementale dans tous les domaines de l'éducation et à tous les niveaux du système éducatif suisse.

Thèmes de recherche prioritaires 2021-2024

1 Perspectives d'avenir : relevé de données et modélisation fondée sur celles-ci

- 1.1 Étude et modélisation quantitatives de l'incidence des grandes tendances globales sur l'environnement en Suisse.
- 1.2 Modélisation de tendances et de perspectives pour divers domaines environnementaux, à partir de données rétrospectives, en particulier de séries chronologiques spatialement distribuées.
- 1.3 Élaboration de méthodes pour la prise en compte des aspects écologiques et régionaux dans l'élaboration d'une vue d'ensemble systémique servant de base à la prise de décision.
- 1.4 Optimisation des réseaux et des méthodes de mesure, en particulier en ce qui concerne la combinaison de la télédétection et des mesures in situ, le développement des méthodes de télédétection des changements, l'analyse des opportunités et des risques des nouvelles méthodes d'observation environnementale.
- 1.5 Élaboration de bases pour le monitoring systématique à long terme des polluants persistants et des métaux lourds dans les organismes et les milieux environnementaux.
- 1.6 Détermination des facteurs pertinents pour l'examen des indicateurs utilisés actuellement dans le cadre des comptes rendus sur l'environnement et mise au point d'un système de veille (radar) pour les questions environnementales qui devraient être étudiées à l'avenir.
- 1.7 Développement de la bibliothèque de données environnementales et de la science ouverte (« open science »): analyse des effets des stratégies de libre accès (« open access ») et de transparence des données gouvernementales (« open government data ») sur la recherche dans le secteur environnemental.

2 Diffusion d'informations, communication et mutation des valeurs

- 2.1 Évaluation et optimisation du système de rapports sur l'environnement pour chaque média (supports imprimés, voie électronique) et public cible, et étude de la manière dont les groupes cibles pertinents peuvent être identifiés et atteints.

- 2.2 Élaboration de méthodes d'agrégation et de regroupement des informations pour une communication optimale des données environnementales.
- 2.3 Élaboration d'approches pour communiquer les impacts environnementaux invisibles, intangibles et imperceptibles, tels que la perte de biodiversité ou la micropollution.
- 2.4 Analyses de l'efficacité des mesures de communication (médias sociaux, campagnes, etc. et élaboration d'un modèle d'impact pour la communication sur les questions environnementales complexes.
- 2.5 Enregistrement des paramètres démographiques pertinents (connaissances, attitudes, etc.) pour une communication axée sur les groupes cibles.
- 2.6 Étude des possibilités d'influencer la mutation des valeurs en vue d'une transformation sociale.

3 Promotion des compétences environnementales chez les professionnels

- 3.1 Identification des facteurs pertinents pour l'acquisition et l'application des compétences environnementales chez les professionnels.
- 3.2 Mesure de l'efficacité des actions choisies dans les domaines professionnels pertinents en matière environnementale.
- 3.3 Étude de la contribution possible de la numérisation à la promotion des compétences environnementales.

4 Transformation numérique

- 4.1 Étude des opportunités et des risques de la numérisation en termes d'impact sur l'environnement et les ressources, et identification des conditions-cadres nécessaires pour que la numérisation puisse exercer un effet majoritairement positif sur l'environnement.
- 4.2 Étude du potentiel de la transformation numérique de la société et de l'économie pour l'observation de l'environnement (monitoring, programme Copernicus), l'exécution de la législation environnementale et la communication environnementale.

Domaine de recherche

3 Droit de l'environnement

*Livres juridiques dans un cabinet d'avocats à Zurich*

Photo: Ex-Press, U. Keller

Contexte et problématique

La protection de l'environnement exige un comportement respectueux de l'environnement de la part de tous les acteurs de la société. Le but de la politique environnementale est d'encourager un tel comportement. Pour que la durabilité écologique puisse être atteinte, la législation environnementale se doit d'être claire, applicable et équitable. Outre les instruments réglementaires tels que les obligations, les interdictions ou les valeurs limites, des instruments économiques, des instruments volontaires et informels tels que les accords, le dialogue et la coopération ainsi que la communication et l'éducation environnementales sont également mis en œuvre. Une conception optimale de l'ensemble des instruments utilisés est essentielle pour le succès de la mise en œuvre de la législation et de la politique de l'environnement.

Dans le domaine du droit environnemental primaire, la Confédération dispose actuellement de onze lois et de 72 ordonnances. Les commentaires scientifiques de la législation environnementale livrent des analyses interdisciplinaires approfondies sur lesquelles les acteurs de

la Confédération, des cantons, des communes, de l'économie privée, des associations et des organisations s'appuient amplement pour appliquer le droit. L'étude scientifique systématique du droit de l'environnement aide aussi à identifier les faiblesses et les lacunes de la législation. Celles-ci peuvent concerner le droit matériel, mais aussi les dispositions régissant l'exécution, la surveillance et la coordination avec d'autres domaines juridiques. Les commentaires constituent donc une base importante pour le développement du droit de l'environnement.

La mise en œuvre du droit de l'environnement incombe en grande partie aux cantons. La coordination entre les acteurs chargés de l'exécution de la législation et une exécution simple et uniforme sont essentielles à la réussite de la politique environnementale. L'exécution du droit pénal de l'environnement exige également une bonne collaboration entre les autorités concernées, raison pour laquelle le Conseil fédéral a créé un groupe de coordination pour lutter contre la criminalité environnementale. La recherche dans le domaine de l'exécution fournit des bases importantes pour améliorer la mise en œuvre des dispositions environnementales.

Thèmes de recherche prioritaires 2021-2024

1 Commentaires d'actes de la législation sur l'environnement

- 1.1 Commentaire de la LFo.
- 1.2 Commentaire de la nouvelle loi sur le CO₂, (RS 641.71).
- 1.3 Mise à jour du commentaire de la LPE.

2 De la cohérence à l'innovation en matière d'élaboration de la législation environnementale

- 2.1 Développement d'instruments juridiques innovants et dynamiques en matière d'environnement par l'intégration de l'expérience acquise dans divers domaines du droit de l'environnement (p. ex. « smart regulation »).
- 2.2 Opportunités et risques de la numérisation dans le droit de l'environnement : recherche des domaines dans lesquels des solutions numériques sont nécessaires et exploration des possibilités de simplification du droit et son exécution par la numérisation, comme l'échange simple de données et l'accès aux informations environnementales ou les sanctions automatiques.
- 2.3 Justice environnementale : évaluation des approches du concept de justice environnementale de l'UE et des États-Unis qui devraient être davantage prises en compte dans le droit suisse de l'environnement ; recherche visant à déterminer si des personnes défavorisées sont plus affectées par les impacts environnementaux et comment une réglementation socialement acceptable devrait être structurée, en tenant compte de la justice intergénérationnelle ou territoriale.

3 Exécution et surveillance

- 3.1 Criminalité environnementale : élaboration de bases pour le développement du droit pénal dans les différentes lois sur l'environnement ; analyse de la situation actuelle de la criminalité environnementale en Suisse et examen de l'utilité des instruments existants (p. ex. amendes) et d'éventuelles nouvelles mesures.
- 3.2 Élaboration de bases pour l'optimisation des processus d'exécution avec la participation des cantons afin de réduire la charge administrative pour tous les intéressés (p. ex. évaluation des rapports cantonaux fournis à la Confédération).

Domaine de recherche

4 Politique environnementale internationale



Palais des Nations à Genève, deuxième siège des Nations Unies

Photo : Ex-Press, U. Keller

Contexte et problématique

Les problèmes environnementaux ne connaissent pas de frontières. La consommation, la pollution atmosphérique ou les changements climatiques, par exemple, ont des causes et des effets transfrontaliers. Des connaissances scientifiques sont nécessaires pour que la politique de protection de l'environnement puisse se baser sur la réalité dans le monde entier. C'est pourquoi la Suisse soutient le renforcement de la coopération scientifique internationale et de la gouvernance environnementale. Les conventions internationales telles que l'Accord de Paris sur le climat, les conventions sur la biodiversité, les déchets et les produits chimiques sont des instruments cruciaux pour lancer des processus visant à améliorer la qualité de l'environnement dans le monde. L'«Agenda 2030 pour le développement durable» est un jalon central de la protection de l'environnement à l'échelle mondiale et de l'utilisation durable des ressources naturelles. Les aspects du développement durable liés à l'environnement figurent

dans 11 des 17 ODD de l'Agenda 2030. L'accent est mis sur le climat, la biodiversité et les écosystèmes, l'eau, l'énergie et les modes de production et de consommation durables.

La Suisse s'engage à améliorer les bases méthodologiques, que ce soit en vue de la conception d'un mécanisme efficace de mesure de la mise en œuvre des objectifs convenus au niveau international dans le cadre des conventions environnementales ou pour le monitoring et les comptes rendus réguliers en ce qui concerne l'Agenda 2030. Des bases scientifiques sont nécessaires à l'évaluation des connaissances mondiales sur l'environnement, aux processus politiques liés à des conventions régionales et mondiales et au monitoring environnemental international («Group on Earth Observations, GEO» du réseau mondial «Global Earth Observation System of Systems, GEOSS»).

L'OFEV s'engage à développer une compréhension holistique des méthodes cohérentes et des indicateurs convenus au niveau international pour l'évaluation de l'état de l'environnement et de son évolution. Les synergies entre les plates-formes scientifiques sur l'évolution du climat (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, GIEC), la biodiversité et les prestations écosystémiques (IPBES), l'observation de la terre (en particulier par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement [PNUE]) de même que par le GEO du réseau mondial GEOSS) ou le Panel international des ressources (« International Resource Panel») sont à exploiter. En outre, la contribution de la Suisse à la plate-forme internationale « Future Earth » sera évaluée ainsi que la manière dont « Future Earth » peut soutenir la communauté scientifique en Suisse (voir point 5.3.1).

L'OFEV soutient financièrement le travail des organisations et des institutions internationales dans ce domaine, notamment le PNUE, le GIEC, l'IPBES et GEO-GEOSS.

Thèmes de recherche prioritaires 2021-2024

1 Bases scientifiques pour la mise en œuvre des processus et des accords internationaux

- 1.1 Contribution scientifique à la compréhension des processus et des influences anthropiques dans des domaines tels que le climat (cycle du carbone, émissions négatives), l'évolution de la biodiversité et des écosystèmes, les produits chimiques et les déchets.
- 1.2 Identification d'objectifs communs et élaboration d'indicateurs reconnus sur le plan international pour les problèmes environnementaux régionaux ou mondiaux.
- 1.3 Contribution de la Suisse aux programmes à orientation scientifique (PNUE, « International Cooperative Programmes » et « European Monitoring and Evaluation Programme »).
- 1.4 Soutien à la plate-forme internationale de recherche « Future Earth ».

2 Méthodes permettant de garantir l'intégrité écologique et la transparence

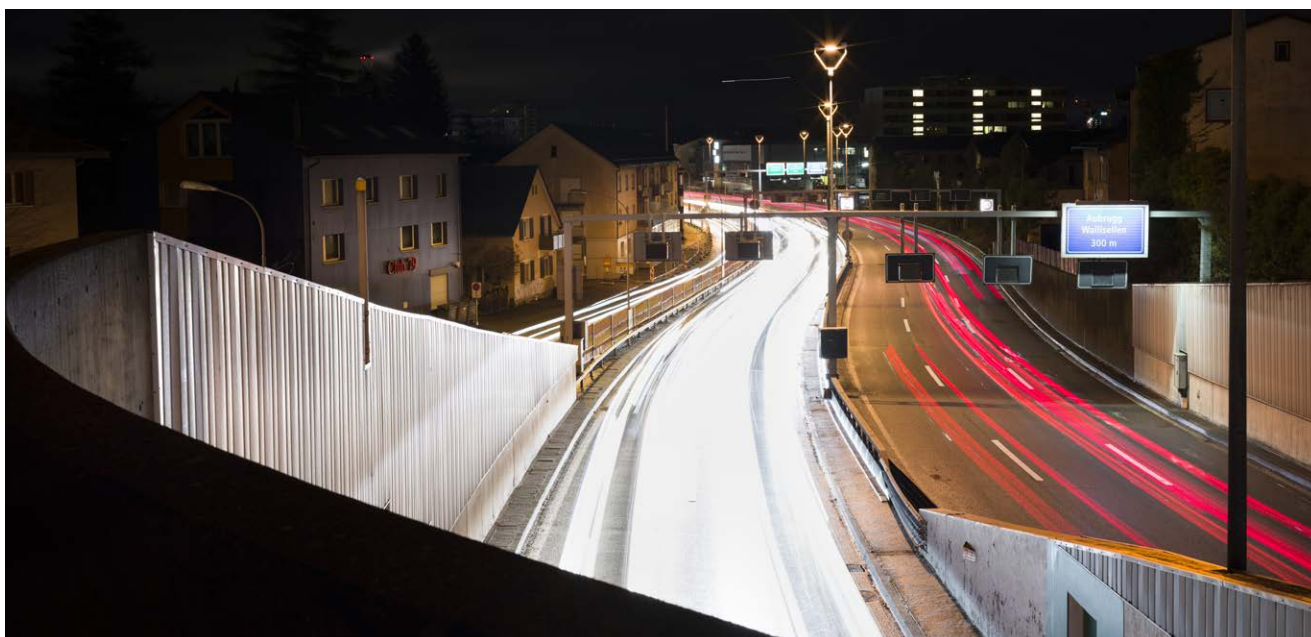
- 2.1 Élaboration de méthodes et d'indicateurs harmonisés à l'échelle internationale pour évaluer l'état de l'environnement et mesurer les effets des actions entreprises.
- 2.2 Soutien accordé aux synergies dans l'élaboration de méthodes dans le cadre des travaux du PNUE, des plates-formes scientifiques GIEC et IPBES ainsi que de GEO-GEOSS.
- 2.3 Développement de méthodes et d'instruments servant à la valorisation internationale des prestations écosystémiques et des prestations destinées à prévenir et à résoudre les problèmes environnementaux (p. ex. importation et exportation de biens, renforcement des capacités dans le domaine du climat ou de la biodiversité, transfert de technologies, « access and benefit sharing »).
- 2.4 Estimation des coûts et de l'efficacité des conventions internationales dans divers secteurs environnementaux.

3 Développement de la gouvernance internationale de l'environnement

- 3.1 Développement de scénarios de synergies entre les conventions et les accords internationaux et renforcement de la cohérence entre ceux-ci.
- 3.2 Contribution à l'amélioration de la transparence dans l'évaluation, le compte rendu et la vérification des objectifs environnementaux et des mesures correspondantes.

Domaine de recherche

5 Lutte contre le bruit et préservation d'un environnement calme



Habitations fortement exposées au bruit de l'autoroute A1 entre Aubrugg et le tunnel de Schöneich, avant la réalisation de la tranchée couverte de Schwamendingen (ZH)

Photo : Keystone, G. Bally

Contexte et problématique

Le silence est une ressource précieuse pour la santé et le bien-être de la population. L'exposition à un bruit permanent, sans possibilité de s'y soustraire et sans phases de répit, en particulier la nuit, réduit la qualité de vie, nuit à la santé et a un coût macroéconomique élevé. La principale source de bruit est le trafic routier, suivi des transports ferroviaire et aérien. En Suisse, durant la journée, une personne sur sept est exposée à un bruit de la route excessif à son lieu de domicile ; cette proportion est d'une personne sur huit durant la nuit. La densification des surfaces d'habitation, la mobilité croissante et l'apparition d'une société du 24 heures sur 24 renforcent la problématique de l'exposition au bruit. Le recours aux énergies renouvelables, avec par exemple des éoliennes ou des pompes à chaleur, occasionne également de nouvelles difficultés en matière de limitation des émissions sonores.

La recherche et le développement de technologies novatrices produisant peu de bruit aident à réduire les sons indésirables directement à la source. La prise en compte de la préservation d'un environnement calme dans la conception et la densification des espaces urbains et de l'aménagement du territoire favorise un développement de qualité, améliore la qualité sonore des espaces urbains et crée des espaces extérieurs de détente et de loisirs pour la population. L'OFEV soutient aussi les études concernant les conséquences sur la santé de l'exposition au bruit et évalue des systèmes d'incitation et d'autres options pour favoriser les comportements peu bruyants. Le programme de recherche sur le bruit des chemins de fer finance des projets de recherche dans le domaine des mesures de limitation des émissions pour les véhicules et les infrastructures ferroviaires, afin que les futures extensions des services de transport ferroviaire puissent être réalisées sans augmentation notable du bruit.

Les vibrations sont souvent causées par le passage des trains. Environ 30 000 personnes sont touchées par de telles vibrations dans leurs habitations situées à proximité des voies ferrées. Des efforts supplémentaires sont nécessaires pour réduire les atteintes à la source, réduire leur propagation et développer les bases d'une ordonnance à ce sujet.

Thèmes de recherche prioritaires 2021-2024

1 Limitation des émissions à la source

- 1.1 Recherche et développement de technologies de réduction des émissions pour les véhicules et les avions, les voies de roulement (revêtements ou rails silencieux), les installations industrielles, les systèmes de tir, les appareils et les machines, ainsi que les procédés de production.
- 1.2 Analyse d'impact des mesures visant à limiter les émissions sonores à la source.
- 1.3 Élaboration de mesures techniques de lutte contre le bruit et étude de la propagation du son émis par de nouvelles sources dans le domaine des énergies renouvelables et de la technique des bâtiments.
- 1.4 Élaboration de méthodes pour la mesure in situ des crêtes de bruit causées par les véhicules et de leur caractérisation.

2 Incitations à réduire le bruit

- 2.1 Développement de systèmes d'incitation et de la méthode de «community based social marketing» visant à promouvoir les achats et les usages responsables en matière de bruit, par exemple en ce qui concerne les pneus, les véhicules et les équipements silencieux.

3 Conséquences du bruit sur la santé et l'économie nationale

- 3.1 Étude des conséquences sanitaires du bruit routier, ferroviaire et aérien, d'autres situations bruyantes de la vie de tous les jours ainsi que des effets des infrasons, notamment dans le cas des éoliennes (relation entre dose et effets, enquêtes épidémiologiques, cas de maladie, consommation de médi-

caments), estimations des coûts de la santé ainsi provoqués et des pertes d'années de vie en bonne santé (méthode DALY).

- 3.2 Actualisation des bases scientifiques relatives aux valeurs limites d'immission.
- 3.3 Examen des conséquences à court et à long termes que les réductions de vitesse sur les routes et la réduction des crêtes de bruit induisent pour la santé des personnes.
- 3.4 Examen des mesures possibles pour une meilleure prise en compte de la préservation d'un environnement calme dans l'aménagement du territoire et la densification des zones résidentielles (acoustique, propriétés des matériaux).

4 Vibrations

- 4.1 Développement et contrôle de l'efficacité des méthodes et technologies de limitation des vibrations à la source (domaine ferroviaire, trams).
- 4.2 Réduction de la propagation des vibrations, élaboration de méthodes de prévision pour les vibrations et le bruit de structure.
- 4.3 Élaboration de bases scientifiques pour une ordonnance sur les vibrations.

Domaine de recherche

6 Protection contre les rayonnements non ionisants



Installation d'une antenne 5G à Berne

Bild: Keystone, P. Klaunzer

Contexte et problématique

Des champs électromagnétiques à basse fréquence se forment partout où l'on produit, transporte et utilise de l'électricité. Les émetteurs de téléphonie mobile et de radiodiffusion génèrent quant à eux un rayonnement dans le spectre des hautes fréquences. Dans les deux cas, il s'agit de rayonnements non ionisants (RNI).

L'effet des RNI sur les personnes dépend de l'intensité, de la fréquence et en partie de la modulation du rayonnement. Les rayonnements de forte intensité émis à basse fréquence peuvent déclencher des impulsions nerveuses et des contractions musculaires involontaires. Les rayonnements de forte intensité émis à haute fréquence peuvent entraîner une élévation de la température des tissus corporels. Même faible, un rayonnement peut modifier l'activité cérébrale et influencer la circulation sanguine et le métabolisme du cerveau. Se fondant sur des études épidémiologiques, l'OMS a classé

les champs magnétiques à basse fréquence de même que les rayonnements à haute fréquence comme potentiellement cancérogènes pour l'être humain. De plus, les résultats d'une première série d'études donnent à penser que des expositions même faibles pourraient jouer un rôle dans l'apparition de maladies neurodégénératives. Des émissions excessives de lumière artificielle (pollution lumineuse) peuvent également avoir un impact négatif sur le paysage nocturne, la biodiversité et la santé humaine.

En raison de l'expansion rapide des télécommunications mobiles et de l'électrification du milieu de vie, la charge de base de RNI à laquelle l'homme et l'environnement sont exposés va continuer de croître. Étant donné l'absence de certitudes sur les risques, une grande importance est accordée à la réduction au minimum des émissions et des immissions grâce à l'optimisation des technologies existantes et au développement de nouvelles technologies émettant peu de rayonnement. Afin de surveiller l'évolution de ce type de pollution et d'identifier les éventuels

risques pour la santé, il convient de relever des données fiables dans le cadre d'un monitoring RNI et de les mettre à la disposition de la population. La révision du 17 avril 2019 de l'ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (RS 814.710) et de la loi sur les télécommunications (RS 784.10) a jeté les bases d'un monitoring national du rayonnement de la téléphonie mobile et des champs électromagnétiques à haute et basse fréquence.

Thèmes de recherche prioritaires 2021-2024

1 Effets des RNI sur la santé de la population

- 1.1 Réalisation d'études épidémiologiques prospectives concernant le rayonnement de faible intensité à haute fréquence.
- 1.2 Amélioration de la compréhension des mécanismes d'impact biophysique des RNI de faible intensité.
- 1.3 Étude des relations entre dose et effets, ainsi que de l'influence sur la santé des effets prouvés du rayonnement de faible intensité.
- 1.4 Détection précoce des risques sanitaires potentiels des nouvelles technologies et identification et description des caractéristiques de groupes de population particulièrement sensibles.
- 1.5 Étude des effets synergiques des RNI avec d'autres agents (p. ex. médicaments, concentrations de produits chimiques, pollution atmosphérique).
- 1.6 Analyse du monitoring de la recherche scientifique internationale concernant les RNI.

2 Monitoring du RNI

- 2.1 Développement des méthodes de mesure et de simulation pour un monitoring national du RNI concernant la collecte de données sur les rayonnements non ionisants dans l'environnement et sur l'exposition de la population
- 2.2 Examen des possibilités d'intégration des appareils portables dans le monitoring du RNI.
- 2.3 Évaluation des choix technologiques pour les innovations ayant une influence sur les RNI.

3 Effets perturbateurs de la lumière artificielle dans l'environnement

- 3.1 Étude des effets perturbateurs sur l'homme de diverses sources de lumière notables du point de vue de l'environnement (éblouissement, dérangement).
- 3.2 Étude des effets perturbateurs pour les espèces et les écosystèmes sensibles à la lumière

4 Technologies

- 4.1 Études sur la conception d'un réseau de téléphonie mobile optimal afin de réduire les émissions à un minimum selon le principe de précaution (conception optimale du réseau).
- 4.2 Élaboration de technologies générant moins de pollution lumineuse pour l'homme ou l'environnement.

Domaine de recherche

7 Sites contaminés



Parc à ferrailles devant un pâturage

Photo: OFEV/C. Koch; J. Heinemann

Contexte et problématique

Au cours des cent dernières années, l'évolution économique suisse a laissé des traces dans le sol et le sous-sol. En bien des endroits, l'entreposage de déchets a donné naissance à des sites contaminés. Les décharges, les aires d'exploitation et les lieux d'accident, tout comme les stands de tir, peuvent diffuser des substances dangereuses dans l'environnement. Ces polluants menacent l'air, le sol et les eaux superficielles et souterraines. Ils peuvent nuire aux êtres vivants qui y vivent et provoquer chez l'homme des maladies chroniques ou aiguës. Les substances concernées sont parfois très mobiles, elles peuvent persister très longtemps ou être dégradées par la nature en l'espace de quelques années. Notamment sur le Plateau suisse, qui est fortement bâti et utilisé intensivement à des fins industrielles, de nombreux sites pollués côtoient des nappes souterraines sensibles. C'est le principal danger que présentent les sites contaminés en Suisse. Pour chaque site contaminé, il convient d'estimer le danger qu'il présente afin de pouvoir, le cas échéant, procéder à son assainissement ou prendre les mesures

requis pour limiter les effets sur l'environnement et la santé.

En Suisse, quelque 38 000 sites pollués par des déchets figurent dans les cadastres de la Confédération et des cantons. Environ 4 000 d'entre eux menacent l'homme et l'environnement et sont donc considérés comme des sites contaminés qu'il convient d'assainir. Sur ce nombre, environ 1 400 ont été assainies au cours des dernières années.

Lors de la prise en charge des sites contaminés, les autorités compétentes examinent les atteintes à l'environnement et estiment le potentiel de danger que présente le site. Il est important de prendre en compte les nouvelles découvertes scientifiques sur la propagation et les effets des polluants. En fonction de leurs potentiels de polluants et de dissémination, les sites pollués sont ensuite surveillés ou assainis. On peut ainsi supprimer les sources de pollution et éliminer durablement les dangers.

Thèmes de recherche prioritaires 2021-2024

1 Études concernant des sites contaminés et d'autres pollutions du sol

- 1.1 Études concernant le comportement à long terme des pollutions aux hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et le danger que celles-ci présentent.
- 1.2 Développement de méthodes d'estimation du danger présenté par les sites pollués (potentiel de polluants, potentiel de dissémination, expositions des biens à protéger : sol, air, eau).
- 1.3 Études concernant le comportement environnemental et l'écotoxicologie de polluants ainsi qu'évaluation des risques liés à des polluants dans les sédiments.
- 1.4 Élaboration de méthodes d'estimation des charges en nouveaux polluants (« emerging pollutants », comme les substances perfluorées)
- 1.5 Élaboration de bases pour l'adaptation des valeurs de concentrations aux nouvelles découvertes du domaine de la toxicologie humaine et environnementale.

2 Assainissements et surveillance

- 2.1 Développement de mesures et de méthodes pour l'assainissement des sites pollués, p.ex. traitements in situ, biorémédiation ou traitement thermique.
- 2.2 Élaboration et évaluation de méthodes pour l'assainissement des sites pollués dans les régions kars-tiques.
- 2.3 Mise en place de systèmes de mesure à long terme et d'analyse in situ, élaboration de capteurs passifs.
- 2.4 Élaboration d'une vue d'ensemble des émissions (CH₄, CO₂, etc.) des anciennes décharges d'ordures ménagères non assainies et évaluation de leur pertinence climatique ainsi que développement de méthodes de traitement in situ.
- 2.5 Élaboration de méthodes pour le traitement des eaux de percolation provenant des décharges.

Domaine de recherche

8 Air



Fitre à particule installé sur un engin de chantier sur le site de la NFLA à Amsteg (UR)

Photo: OFEV/Ex-press, E. Ammon

Contexte et problématique

En Suisse la qualité de l'air s'est améliorée au cours des 30 dernières années, mais les concentrations de poussières fines, d'ozone et d'oxyde d'azote (NO₂) restent en partie supérieures aux valeurs limites légales, et présentent donc toujours un risque pour la santé. Les poussières fines, le dioxyde d'azote et l'ozone peuvent, par exemple, provoquer des troubles cardiovasculaires ou des maladies des organes respiratoires. Les poussières fines peuvent contenir des composants cancérogènes. En Suisse, la pollution de l'air provoque chaque année environ 14 000 journées d'hospitalisation et 2200 décès prématurés. Les groupes sensibles, comme les enfants ou les personnes âgées ou malades, sont particulièrement touchés. En Suisse les coûts de la santé dus à la pollution de l'air se montent à environ 6,5 milliards de francs par an (INFRAS, Ecoplan AG 2015).

L'azote contenu en excès dans l'air provoque une eutrophisation et une acidification des écosystèmes, ce qui entraîne à son tour une perte de biodiversité ; en particulier les milieux naturels sensibles et pauvres en nutriments sont détériorés ou disparaissent. L'azote excédentaire peut éga-

lement être lessivé sous forme de nitrate dans les eaux souterraines et augmenter la production, dans les sols, de gaz hilarant, une substance susceptible d'influencer le climat.

Même si les émissions d'oxydes d'azote, de composés organiques volatils (COV), de dioxyde de soufre et de particules fines primaires ont continué de diminuer ces dernières années, à l'exception de l'ammoniac, les objectifs de réduction fixés dans le cadre de la stratégie de protection de l'air n'ont pas encore été atteints, sauf pour le dioxyde de soufre. Pour améliorer la qualité de l'air, d'autres mesures nationales et internationales doivent donc être prises en matière de transports, d'industrie, d'installations de combustion, de chauffage et d'agriculture. Les recherches créent les bases nécessaires à cette fin. Il convient de poursuivre l'étude des conséquences de la pollution atmosphérique sur la santé de la population et sur les écosystèmes, et de développer des mesures visant à réduire ces effets ainsi que des méthodes permettant de mesurer les polluants. Au plan international, l'OFEV s'engage au sein des organes de la Convention de la CEE-ONU sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (CLRTAP, RS 814.032) et de ses protocoles additionnels.

Thèmes de recherche prioritaires 2021-2024

1 Effets des polluants atmosphériques sur la santé de la population et sur les écosystèmes

- 1.1 Élaboration de bases pour la détermination des valeurs limites d'immissions et des charges critiques pour la protection de l'homme et de l'environnement.
- 1.2 Étude des effets chroniques sur les personnes sensibles.
- 1.3 Évaluation des risques pour la santé dus aux effets combinés de divers polluants atmosphériques, y compris les composants des particules fines et les bioaérosols.
- 1.4 Évaluation des charges critiques liées aux services écosystémiques.
- 1.5 Évaluation de la régénération chimique et biologique des écosystèmes en cas de diminution des apports de polluants atmosphériques acidifiants et eutrophisants.
- 1.6 Interactions des effets liés au climat et à la pollution atmosphérique avec la santé humaine et les écosystèmes.

2 Élaboration de bases pour le développement de mesures de réduction de la pollution atmosphérique

- 2.1 Élaboration de bases et développement de mesures visant à réduire les émissions des chauffages au bois.
- 2.2 Recherche de possibilités pour diminuer les émissions d'ammoniac issues de l'agriculture, dans les domaines de l'étable, du stockage, de l'épandage ainsi que de l'utilisation et du traitement du lisier.
- 2.3 Bases scientifiques pour la poursuite du développement des réglementations sur les émissions et les gaz d'échappement des véhicules, des machines et des appareils, des moteurs à combustion stationnaires et des turbines à gaz, en mettant l'accent sur le démarrage à froid, l'abrasion des freins et des pneus et sur les méthodes de mesure des émissions et des gaz d'échappement.
- 2.4 Étude des émissions dues à l'abrasion dans le trafic routier et ferroviaire et de leurs possibilités de réduction.

- 2.5 Estimation du potentiel des nouveaux types de propulsion et de carburants, entre autres au moyen d'un écobilan, y compris l'évaluation de la capacité de recyclage des batteries automobiles et de leur élimination appropriée.

3 Développement des méthodes de mesure et de modélisation des polluants atmosphériques (émissions et immissions)

- 3.1 Modélisation de la production et de l'origine de l'ozone troposphérique et des particules fines en Suisse, compte tenu de la réduction des précurseurs (au cours des 30 dernières années).
- 3.2 Développement et perfectionnement de la modélisation des polluants atmosphériques secondaires.
- 3.3 Étude des sources de polluants atmosphériques par groupe d'émetteurs et par zone source à partir de mesures et de modélisations.
- 3.4 Développement des méthodes de mesure des gaz traces comme l'ammoniac, le NO₂, les polluants organiques persistants (POP), les COV ainsi que les particules fines et leurs composants.
- 3.5 Étude de l'impact des changements climatiques sur la qualité de l'air (émissions, polluants secondaires, transports, immissions).

4 Contribution suisse aux recherches liées à la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance

- 4.1 Préparation de données scientifiques pour les programmes de travail visant à mettre en œuvre la Convention (réduction en ce qui concerne l'acidification, l'eutrophisation, l'ozone troposphérique, la pollution par les métaux lourds, les POP, les particules fines et la suie).

Domaine de recherche

9 Sol



Découverte récente à Breitenbach (SO) d'un sol de type Terra Rossa, particulièrement rare en Suisse

Photo : OFEV/R. Stähli

Contexte et problématique

Le sol remplit nombre de fonctions écologiques et économiques qui sont d'une importance vitale pour l'homme et l'environnement. Il fait office de filtre, de tampon et de lieu de stockage des nutriments et des polluants et régule les cycles naturels de l'eau et des substances. Il constitue aussi le principal puits terrestre de carbone. Le sol est par ailleurs un habitat pour certains organismes et une source essentielle de la diversité biologique. Il est en outre le support pour la production alimentaire et fournit des matières premières comme le gravier, l'argile et le sable. Il sert de plate-forme à la plupart des activités humaines. Ses nombreuses fonctions, déterminées par ses propriétés résultant des conditions locales et de la façon dont il est utilisé, ainsi que de ses états physique, chimique et biologique, peuvent être exploitées de différentes manières.

Lorsque l'une ou plusieurs de ces fonctions sont dégradées, la régénération de ces dernières s'étend souvent sur plusieurs décennies. Aujourd'hui, la gestion de la ressource sol, qui est limitée, n'est pas durable. Les moteurs

de la consommation du sol et de la perte de qualité sont le développement du milieu bâti, la construction d'infrastructures de transport et une agriculture inadaptée aux conditions locales. Les apports de polluants, l'érosion et le compactage endommagent également les sols. Pour préserver les fonctions de ces derniers sur le long terme, il convient de mieux comprendre les relations entre leurs propriétés, les atteintes qu'ils subissent et les fonctions qu'ils assument. Les priorités de recherche de l'OFEV s'appuient sur la Stratégie Sol de la Confédération et les recommandations du PNR 68 « Utilisation durable de la ressource sol ». L'objectif est de jeter les bases d'une meilleure intégration de la qualité des sols dans l'aménagement du territoire, d'aligner la gestion des sols sur leur qualité et de prendre en compte l'importance climatique des sols dans les discussions sur leur utilisation future. La cartographie des sols doit être consolidée et la cohérence de la politique des sols améliorée. Il s'agit donc de créer les bases des processus de décision politique qui tiennent compte à la fois des fonctions écologiques et des fonctions économiques des sols et qui permettent une utilisation durable de la ressource sol en Suisse et à l'étranger.

Thèmes de recherche prioritaires 2021-2024

1 Propriétés et fonction des sols

- 1.1 Élaboration de méthodes de relevé normalisé des propriétés du sol à titre de base pour une cartographie nationale, extension numérique des méthodes de cartographie.
- 1.2 Modélisation axée sur la pratique et évaluation des fonctions du sol à partir des propriétés de celui-ci.
- 1.3 Examen du rôle joué par les diverses fonctions du sol pour la prévention des dangers, la protection des eaux, le climat, l'agriculture et la sylviculture.

2 Qualité et biodiversité des sols

- 2.1 Définition de valeurs de référence et élaboration d'indicateurs de la qualité des sols, en particulier de leur fertilité et de leur niveau de dégradation.
- 2.2 Élaboration de critères et d'aides à la décision pour l'intégration de la qualité des sols dans l'aménagement du territoire.
- 2.3 Enregistrement et évaluation de la teneur en carbone organique du sol et étude de sa dynamique, y compris en ce qui concerne le potentiel de séquestration du CO₂ et la mise en œuvre des NET.
- 2.4 Élaboration de bases pour l'utilisation des sols agricoles organiques et élaboration de méthodes de culture durable pour réduire les émissions de gaz à effet de serre.
- 2.5 Élaboration de bases pour les décisions sociopolitiques concernant les sols tourbeux, par exemple pour l'identification des sols à valoriser.
- 2.6 Étude des effets des modifications de terrain sur la fertilité des sols.
- 2.7 Amélioration de la compréhension systémique de la biodiversité des sols : étude du rôle des différents organismes dans la productivité et les autres fonctions des sols ; élaboration de valeurs de référence pour la biodiversité des sols.
- 2.8 Étude de l'influence de la pollution des sols, en particulier le compactage et l'utilisation des produits phytosanitaires, sur les organismes et la fertilité des sols.
- 2.9 Fatigue du sol : détermination des limites de la fertilité du sol et du rendement des cultures.

3 Atteintes physiques portées aux sols et autres méthodes d'utilisation

- 3.1 Estimation et validation des risques d'érosion ; élaboration de mesures pour éviter ces risques et pour renforcer l'exécution.
- 3.2 Élaboration de méthodes de mesure du compactage ; estimation de la menace présentée par celui-ci.
- 3.3 Élaboration de méthodes de saisie et d'évaluation des atteintes biologiques (organismes génétiquement modifiés, pathogènes ou exotiques et envahissants).
- 3.4 Étude du comportement environnemental (transport et dégradation) des polluants organiques, validation des modèles par des mesures de terrain et estimation de la menace et du risque du point de vue des fonctions du sol.
- 3.5 Détermination de valeurs de charge concernant les polluants organiques et inorganiques pour les correctifs légaux et l'exécution.
- 3.6 Développement d'innovations pour une utilisation durable des sols, évaluation de l'impact des mesures appropriées.
- 3.7 Élaboration de synthèses pour améliorer la compréhension systémique de la ressource sol, en particulier dans le cas de charges multiples.

4 De la connaissance à l'action et à la transformation

- 4.1 Développement de méthodes de détermination des prestations écosystémiques et d'évaluation économique des sols.
- 4.2 Développement de méthodes de prise en compte des fonctions des sols et des prestations écosystémiques dans les décisions relatives aux sols.
- 4.3 Recherche à l'aide du modèle DPSIR (causes, charges, état, effets, mesures) : étude des aspects psychologiques, sociaux et éthiques, réponse à des questions économiques et étude de la façon dont les facteurs du modèle DPSIR peuvent faciliter la prise de décisions sur les questions liées au sol.
- 4.4 Évaluation des impacts écologiques, économiques et sociaux des décisions relatives à l'utilisation des sols en Suisse et à l'étranger (systèmes paysagers).

Domaine de recherche

10 Eau



Mesures de débit par traçage (uranine) dans les petits cours d'eau, ici dans la Mera à Soglio (GR)

Photo : BAFU

Contexte et problématique

Les rivières, les lacs et les eaux souterraines sont des écosystèmes essentiels de grande diversité naturelle. Malgré de grands progrès en matière de protection de l'eau, des lacunes considérables subsistent. Des efforts importants sont encore nécessaires concernant la structure des ruisseaux et des rivières ainsi que la qualité de l'eau pour atteindre un état quasi naturel. Ce n'est qu'ainsi que ces milieux naturels, clés de voûte de la biodiversité en Suisse, pourront relever les défis futurs des changements climatiques.

L'économie intégrée de l'eau encourage une gestion durable des eaux afin de préserver leurs nombreuses fonctions naturelles, de les utiliser de manière optimale à l'avenir pour la production d'électricité, l'approvisionnement en eau et l'irrigation, et de protéger efficacement l'homme, les infrastructures et l'environnement contre les dangers liés à l'eau. À cet effet, il faut disposer de meilleures connaissances du système hydrologique global. Il est aussi indispensable de comprendre les conséquences des changements climatiques dans ce domaine,

ainsi que les effets des atteintes anthropiques sur l'écologie et l'hydrologie des eaux. Il convient en outre d'élaborer des modèles capables de décrire et de prévoir les flux d'eau et de substances.

Afin de revitaliser les eaux et de réduire les conséquences écologiques et hydrologiques négatives de leur utilisation hydraulique, il faut élaborer des méthodes de suivi ainsi qu'un monitoring des mesures de renaturation. Malgré l'efficacité des instruments légaux et le niveau élevé des normes appliquées aux stations d'épuration, de nombreuses eaux sont polluées par des nutriments et des pesticides agricoles ou par des micropolluants provenant des ménages, du commerce et de l'industrie. Or même à de faibles concentrations, ceux-ci peuvent influencer négativement les organismes aquatiques ou polluer l'eau potable. Dans ce contexte, les procédés d'élimination appliqués aux micropolluants doivent encore être optimisés. Par ailleurs il y a lieu de consolider les connaissances sur l'évaluation des apports de substances et de leurs effets sur les eaux et de compléter la méthodologie d'évaluation de la qualité de celles-ci.

Thèmes de recherche prioritaires 2021-2024

1 Hydrologie : connaissances de base

- 1.1 Étude de l'impact des changements climatiques et de l'évolution socio-économique sur les eaux et la gestion de l'eau.
- 1.2 Amélioration de la compréhension des processus hydrologiques : génération de débit avec un accent sur le développement des situations de basses et de hautes eaux, recharge des eaux souterraines, interaction entre les différentes composantes du cycle de l'eau, de la qualité et de la température de l'eau.
- 1.3 Élaboration de bases et de méthodes, notamment dans les domaines de l'information et des données sur la consommation d'eau, de l'application de la télédétection en hydrologie afin d'acquérir des connaissances sur les sols pour les zones d'étude hydrologique, d'élaborer des statistiques hydrologiques et d'évaluer le statut des bassins versants.

2 Monitoring des eaux

- 2.1 Développement des méthodes de monitoring du débit et du niveau d'eau.
- 2.2 Optimisation des méthodes pour le monitoring de la qualité de l'eau ainsi que pour les réseaux nationaux de mesure des eaux superficielles et souterraines.

3 Prévisions hydrologiques

- 3.1 Amélioration des prévisions opérationnelles pour les débits, grâce notamment à l'élaboration et à l'intégration de nouvelles données de base et de télédétection, d'événements météorologiques, d'informations sur la neige et la fonte des glaciers.
- 3.2 Développement de nouvelles approches et de méthodes pour une meilleure prévision des événements locaux, par exemple pour les prévisions immédiates ou les crues soudaines.
- 3.3 Développement des prévisions sur la température des eaux, l'humidité des sols et les eaux souterraines ainsi que des prévisions d'étiage.

4 Eau propre et comportement et effets des polluants dans l'environnement

- 4.1 Analyses de situation et estimations par modélisation des polluants dans l'eau et les eaux usées à titre de base pour l'élaboration de stratégies visant à réduire les apports de substances dans les eaux.

- 4.2 Évaluation des apports de substances de sources diffuses et de sources ponctuelles et de leurs conséquences ; étude des effets des apports de matière organique sur l'écologie des eaux.
- 4.3 Développement de méthodes et d'indicateurs pour l'évaluation des pollutions par des substances et de l'état biologique des eaux et des sédiments.
- 4.4 Optimisation des procédures d'élimination des composés traces dans les eaux usées, en particulier de l'industrie et de l'artisanat, et élaboration de méthodes pour le monitoring, l'amélioration de l'utilisation efficiente des ressources et l'évaluation de l'impact des mesures visant à éliminer les substances traces dans les eaux usées.
- 4.5 Étude de l'influence des changements de température et des apports de nutriments sur l'écologie des eaux pour la définition de valeurs limites.
- 4.6 Analyse des mesures d'organisation du territoire visant à protéger les eaux souterraines (conflits d'utilisation, lacunes, apports de substances, utilisation de la chaleur) à titre de base pour l'élaboration de stratégies destinées à la protection des ressources en eau potable contre les dangers liés aux activités humaines.

5 Utilisation durable de l'eau et des eaux

- 5.1 Élaboration de méthodes pour le suivi et le monitoring et le contrôle des effets des mesures de revitalisation et d'assainissement dans le domaine hydraulique.
- 5.2 Étude des liens de cause à effet entre les influences anthropiques sur la morphologie aquatique, le régime de charriage, le débit des eaux et les éclusées, d'une part, et la présence de processus écologiques et d'organismes aquatiques ou terrestres, d'autre part.
- 5.3 Étude du potentiel d'utilisation du froid et de la chaleur des eaux et de son effet sur la biodiversité aquatique, notamment en ce qui concerne les changements climatiques.

Domaine de recherche

11 Biodiversité



Abeille sauvage sur une fleur de rosier à styles soudés (*rosa stylosa*)

Photo : OFEV/C. Grosjean-Lomme

Contexte et problématique

L'état de la biodiversité en Suisse est insatisfaisant. La moitié des milieux naturels et des espèces sont menacés, et la diversité génétique s'appauvrit avec le déclin de la diversité des espèces. Le recul global de la biodiversité menace nombre de ses prestations pour la société (prestations écosystémiques), qui représentent une valeur économique et sociale élevée. Le déclin continu de la biodiversité constitue donc une menace pour les moyens de subsistance des populations. En Suisse il est le résultat de la manière dont nous répondons à nos exigences en matière d'alimentation, de logement et de mobilité. Les impacts les plus importants sur la biodiversité résultent donc de l'agriculture intensive, de l'expansion du milieu bâti (logement, infrastructure et transport), de l'utilisation intensive des eaux et des changements climatiques.

La nécessité d'agir a été reconnue aux niveaux national et international. L'Agenda 2030 des Nations Unies pour le développement durable considère la biodiversité comme un fondement du développement durable. La Convention sur la diversité biologique oblige la Suisse à prévenir la

perte de milieux naturels et l'extinction d'espèces menacées d'ici 2020. Avec la Stratégie Biodiversité Suisse (SBS), la Confédération montre comment stopper le déclin de la biodiversité et maintenir les prestations écosystémiques (OFEV 2012b). Le plan d'action SBS (Conseil fédéral 2017) encourage les mesures de protection des espèces et la création d'une infrastructure écologique ; il jette un pont et exploite les synergies entre la politique de la Confédération en matière de biodiversité et d'autres politiques sectorielles (agriculture, aménagement du territoire, transports, par exemple). Il vise également à sensibiliser les parties prenantes et le grand public et à leur transmettre des savoirs.

La recherche doit contribuer à faire en sorte que les différentes mesures de conservation de la biodiversité puissent être mises en œuvre de manière efficace et efficiente. À cette fin, les institutions scientifiques suisses devraient être renforcées dans le domaine de la biodiversité, en particulier sur la base d'approches de recherche interdisciplinaires et transdisciplinaires et en mettant davantage l'accent sur des questions axées sur la pratique. Le savoir opérationnel est également primordial (p.ex., comment

agir durablement et prendre en compte la biodiversité et les prestations écosystémiques).

Thèmes de recherche prioritaires 2021-2024

1 Fonctionnalité et modification des écosystèmes

- 1.1 Étude des capacités d'adaptation des espèces et des écosystèmes à l'évolution des conditions de vie (changements climatiques, modification de l'utilisation du sol, changements dans la qualité de leurs habitats, p. ex. par des polluants, des perturbations et le mitage).
- 1.2 Étude de la résilience des écosystèmes et définition de seuils d'irréversibilité (« tipping points »).
- 1.3 Analyse et détermination des principaux paramètres influençant la pérennité des prestations écosystémiques en lien avec la biodiversité.

2 Préservation de la diversité du patrimoine génétique, des espèces et de leurs habitats

- 2.1 Études concernant l'écologie et la diversité génétique de certaines espèces.
- 2.2 Études concernant les capacités de survie et le potentiel d'évolution de populations et de métapopulations.
- 2.3 Études sur les besoins des populations en matière de mise en réseau des habitats; élaboration de bases de décision concernant les besoins en surface, la qualité et la répartition requises pour la mise en place d'infrastructures écologiques.
- 2.4 Identification et élaboration de mesures éprouvées pour la conservation d'espèces prioritaires au niveau national.
- 2.5 Élaboration et évaluation de pratiques éprouvées pour la gestion des aires de protection et de mise en réseau, des surfaces forestières, aquatiques, agricoles et urbaines importantes pour la biodiversité ainsi que pour la maîtrise des espèces végétales et animales exotiques envahissantes.
- 2.6 Optimisation des méthodes de monitoring des espèces et des milieux naturels.

- 2.7 Contrôle des effets des mesures de conservation de la biodiversité.
- 2.8 Études sur la manière de traiter les conflits d'objectifs, p. ex. en ce qui concerne l'agriculture, la santé ou les pratiques de loisirs de la population, afin de conserver la biodiversité à long terme.
- 2.9 Études et élaboration de méthodes de monitoring des réserves forestières naturelles et des réserves forestières spéciales, de gestion durable du bois mort et de promotion des groupes d'espèces prioritaires (espèces rares, insectes, espèces saproxyliques) dans les forêts.
- 2.10 Élaboration de mesures efficaces pour promouvoir la biodiversité dans les territoires urbanisés.
- 2.11 Identification des itinéraires d'importation et de la propagation ainsi qu'élaboration de stratégies et de méthodes de contrôle et de lutte contre les espèces exotiques et vecteurs de maladies.

3 Du savoir à l'exécution

- 3.1 Renforcement de la recherche opérationnelle afin de mettre en pratique les connaissances sur la biodiversité.
- 3.2 Élaboration de méthodes pour le dialogue et le transfert de connaissances entre les acteurs ainsi que pour inciter une sélection de groupes cibles à s'engager en faveur de la biodiversité.
- 3.3 Développement de méthodes pratiques pour la mise en valeur et la prise en compte de la biodiversité et de ses services écosystémiques lors de la planification.
- 3.4 Élaboration de méthodes d'intégration des dimensions sociale, politique, éthique, économique, juridique et psychologique dans les prises de décision (processus participatif, gouvernance) pour les thèmes en lien avec la biodiversité.
- 3.5 Développement d'indicateurs concernant l'évolution de la biodiversité et de sa fonctionnalité.

Domaine de recherche

12 Paysage



Une femme se rafraîchit au Murg-Auen-Park à Frauenfeld (TG) lors d'une chaude journée d'été

Photo : OFEV/Ex-Press, M. Forte

Contexte et problématique

Le paysage englobe l'espace tel que l'homme le perçoit et le vit. Avec ses valeurs naturelles et culturelles, il est à la fois la base spatiale de la vie (voir Biodiversité) et l'espace de vie, de logement, de travail, de loisirs, de mouvement, ainsi que l'espace culturel et économique des êtres humains. Grâce à ces diverses fonctions, le paysage offre des services importants pour le bien-être et la prospérité de la société : des paysages de qualité favorisent les loisirs et la santé, renforcent l'identité de la population, contribuent à une place économique attractive en Suisse et contribuent à assurer une biodiversité fonctionnelle. Les paysages sont des structures d'action dynamiques qui évoluent constamment sous l'effet de facteurs naturels, de l'utilisation et de l'aménagement par l'homme.

Le développement territorial, qui reflète largement les intérêts des politiques sociales, financières et économiques, exerce une grande influence sur la qualité du paysage. Depuis des décennies, la transformation des paysages suisses n'a cessé de s'accélérer. En conséquence, le morcellement et le mitage du paysage se sont

accrus (OFEV, WSL 2017). Les terres cultivées, les surfaces libres et les espaces de détente, mais également les éléments et structures typiques du paysage régional ainsi que des habitats précieux pour les animaux et les plantes disparaissent. Le rapport du Conseil fédéral Environnement 2018 parvient à la conclusion suivante : malgré des améliorations ponctuelles comme la renaturation des cours d'eau et le ralentissement de tendances négatives telle la surface par habitant, les qualités paysagères restent sous pression en Suisse (Conseil fédéral 2018). Les prestations liées dont profitent la société et l'économie en sont ainsi de plus en plus diminuées. Les défis resteront donc très importants à l'avenir.

Dans la Stratégie pour le développement durable 2016-2019, le Conseil fédéral s'engage à développer le paysage en préservant son identité et à garantir ses prestations dans la durée. La Conception «Paysage suisse» est un instrument de planification de la Confédération définissant le cadre d'une évolution des paysages suisses cohérente et basée sur la qualité ; en outre elle formule des objectifs contraignants pour les autorités. La révision de 2018/19 a renforcé le lien entre la politique du paysage

et l'aménagement du territoire. Les efforts en matière de politique paysagère comprennent également un développement de qualité de l'urbanisation vers l'intérieur, offrant des opportunités de concevoir des espaces urbains d'une plus grande qualité.

Les projets de recherche basés sur une approche globale du thème du paysage peuvent apporter une contribution notable à la réalisation de ces objectifs. Pour que les aspects paysagers puissent à l'avenir jouer un rôle dans les décisions politiques ayant une incidence territoriale, leur intégration dans les politiques sectorielles correspondantes est indispensable.

Thèmes de recherche prioritaires 2021-2024

1 Comprendre les qualités du paysage et encourager les débats y relatifs

- 1.1 Étude des processus naturels, sociaux et économiques qui sont à la source de la qualité du paysage (par exemple en ce qui concerne le mitage, le changement d'affectation des sols, les changements climatiques, le virage énergétique et la numérisation) et élaboration de stratégies judicieuses en matière d'aménagement, de développement et de protection.
- 1.2 Études sur la méthodologie de mesure et d'évaluation de la qualité du paysage, y compris la culture du bâti, en tant que bases de connaissances pour les décisions visant à sauvegarder, à développer et à promouvoir la qualité du paysage.
- 1.3 Études sur la perception sociale et l'évaluation du paysage en relation avec les mégatendances liées au paysage telles que la numérisation, les changements climatiques et l'évolution démographique.
- 1.4 Soutien à la recherche dans les parcs d'importance nationale et les sites du patrimoine mondial.

2 Reconnaître et assurer de manière durable les prestations paysagères

- 2.1 Étude des attentes de la société envers le paysage, évaluation de la valeur du paysage et de ses prestations, identification des conflits d'objectifs et élaboration de stratégies visant à mieux reconnaître et sauvegarder les services écosystémiques

et les prestations paysagères fournis par les divers acteurs du domaine.

- 2.2 Étude du potentiel d'une qualité paysagère élevée pour la fourniture de services écosystémiques et de prestations paysagères dans divers domaines : «santé et loisirs», «esthétique», «identité et appartenance», «attrait régional».
- 2.3 Étude des effets économiques de la qualité du paysage sur les marges et les ventes de produits, le marché immobilier, l'économie régionale et la place économique suisse.
- 2.4 Élaboration d'approches méthodologiques et d'outils pratiques pour la saisie et la représentation graphique des diverses prestations écosystémiques et paysagères dans le but de soutenir les décisions ayant trait au territoire.

3 Mettre en réseau les connaissances sur le paysage, renforcer l'exécution et agir de manière orientée vers la qualité (gouvernance)

- 3.1 Élaboration et préparation axée sur les groupes cibles de bases scientifiques pertinentes pour la pratique en vue de la prise de décisions en matière paysagère par les divers acteurs concernés.
- 3.2 Développement d'instruments de visualisation soutenant le débat dans la société sur les qualités, la planification et les décisions relatives au paysage dans une optique de valorisation.
- 3.3 Étude et démonstration des effets des décisions privées sur la qualité du paysage en fonction des groupes cibles.

Domaine de recherche

13 Forêt et bois



Epicéas numérotés à des fins de recherche dans la réserve forestière de Leihubelwald à Giswil (OW)

Photo : OFEV/M. Bolliger

Contexte et problématique

Environ un tiers du territoire suisse est boisé, les forêts devant par principe être préservées dans leur superficie et leur répartition spatiale (conformément à la Constitution fédérale et à la législation sur les forêts). Elles protègent contre les dangers naturels, produisent du bois (en tant que matériau de construction, matériau industriel et source d'énergie, offrent des espaces de détente et contribuent à la préservation de l'eau potable et de la diversité paysagère. Les attentes envers la forêt suisse sont donc élevées et variées. Les prestations forestières sont toutefois menacées par des apports d'azote trop élevés, des organismes nuisibles, des tempêtes, les changements climatiques ainsi que la pression exercée sur la surface forestière pour qu'elle soit utilisée différemment.

Avec la Politique forestière 2020 (OFEV 2013), le Conseil fédéral veille à une sylviculture durable afin de garantir la sauvegarde de toutes les prestations forestières et promeut une économie forestière et une industrie du bois efficaces et innovantes, en coordination avec les domaines politiques concernés (p. ex. SBS). La politique de la res-

source bois de la Confédération définit des objectifs pour une utilisation durable et pour une valorisation efficace du bois issu des forêts du pays (OFEV, OFEN, SECO 2017). Dans le cadre du Plan d'action des bases scientifiques sont notamment élaborées à cet effet. Le Fonds pour les recherches forestières et l'utilisation du bois encourage quant à lui le développement de technologies novatrices pour une sylviculture plus efficace et pour l'utilisation du bois indigène.

L'influence des changements climatiques sur les prestations forestières et les possibilités d'adaptation des forêts suisses a été étudiée dans le cadre du programme de recherche décennal «Forêts et changements climatiques». Les résultats du programme sont mis en œuvre aux niveaux fédéral et cantonal depuis 2018. Les connaissances sont consolidées par un projet à long terme (30 à 50 ans) avec des plantations d'essai à l'échelle nationale, afin d'être en mesure de compléter les recommandations sur les essences résilientes. Le PNR 66 «Ressource bois» a permis de développer des principes scientifiques et des solutions pratiques pour une meilleure utilisation du bois en tant que ressource.

Thèmes de recherche prioritaires 2021-2024

1 Forêt, bois et changements climatiques

- 1.1 Élaboration de stratégies et d'instruments d'adaptation comme la promotion d'essences résilientes au climat dans le rajeunissement des forêts.
- 1.2 Élaboration de mesures d'optimisation des prestations climatiques de la forêt et du bois (atténuation).
- 1.3 Étude de la diversité génétique du point de vue du potentiel d'adaptation de divers génotypes, étude des effets des espèces exotiques et envahissantes en lien avec les changements climatiques.
- 1.4 Étude des effets des pollutions anthropiques et des changements climatiques sur les organismes nuisibles et les sinistres.
- 1.5 Étude de l'ampleur et des conséquences de l'abroustissement par la faune (y compris influence des grands prédateurs) sur la composition des essences, la capacité d'adaptation des forêts et la garantie de toutes les prestations forestières.
- 1.6 Étude des effets de la gestion forestière et de l'utilisation du bois sur la protection du climat.

2 Utilisation du bois et économie forestière

- 2.1 Études sur l'amélioration de l'efficacité des récoltes de bois et sur l'impact de celles-ci sur la disponibilité des éléments nutritifs dans les sols forestiers.
- 2.2 Études concernant : la valorisation et l'utilisation efficiente du bois (cycle de vie), la construction dense utilisant le bois, la valorisation matérielle, énergétique et chimique du bois (notamment produits bio), la réglementation du commerce de bois et la déclaration obligatoire, la protection incendie, l'insonorisation et la protection du bois notamment dans les immeubles en bois.
- 2.3 Développement de technologies novatrices pour la transformation et l'utilisation du bois indigène, en particulier du bois de feuillu.
- 2.4 Développement de stratégies dans de nouveaux domaines tels que la bioéconomie, l'utilisation en cascade et l'économie circulaire du bois.
- 2.5 Examen des instruments (p. ex. lacunes ou obstacles réglementaires) et élaboration de mesures d'optimisation de la gestion forestière et de la transformation du bois.
- 2.6 Élaboration d'indicateurs visant à améliorer le monitoring de l'économie forestière et le monitoring du bois, en particulier du bois indigène.

3 Protection et santé des forêts

- 3.1 Étude des risques abiotiques (extrêmes climatiques, feux de forêt, sécheresse, tempêtes, gelées tardives, bris de neige, pollution) pour une meilleure protection des forêts.
- 3.2 Étude de l'effet de la pollution par l'azote et l'ozone sur les peuplements forestiers et le bois.
- 3.3 Étude de la biologie, du potentiel de dommages, des mécanismes de propagation, des méthodes de lutte, de diagnostic et de monitoring concernant les organismes nuisibles aux forêts.
- 3.4 Étude des effets combinés des effets biotiques et abiotiques sur la santé des forêts.

4 Garantir les prestations forestières

- 4.1 Élaboration de méthodes et réalisation d'une enquête sur le monitoring socioculturel des forêts.
- 4.2 Réalisation des études requises dans la Stratégie pour la récréation en forêt.
- 4.3 Recherche visant à soutenir une forme de gestion forestière (sylviculture) garantissant les prestations de l'écosystème forestier.
- 4.4 Recherche en matière de gestion visant à assurer les prestations écosystémiques à travers les arbres en villes (« urban forestry »).
- 4.5 Évaluation monétaire des prestations écosystémiques forestières.
- 4.6 Étude de l'impact des forêts sur la santé humaine.

5 Évolution des surfaces forestières

- 5.1 Analyse de la contribution de la forêt à l'utilisation optimale du territoire et des surfaces (y compris la planification de l'urbanisme et du paysage).
- 5.2 Études des évolutions intersectorielles et des mesures et instruments existants ayant une incidence sur la forêt et ses prestations, ainsi que des nouvelles opportunités (p. ex. étude prospective).
- 5.3 Étude des conflits d'objectifs et des synergies avec divers domaines forestiers (agriculture, climat et stockage du CO₂, biodiversité, aménagement du territoire, dangers naturels, détente, utilisation du bois, eau) et de l'influence des décisions prises dans d'autres domaines politiques sur les forêts.

Domaine de recherche

14 Gestion des déchets et des matières premières



Recyclage de cannettes d'aluminium chez Gotthard Schnyder AG

Photo: OFEV/Ex-Press, E. Ammon

Contexte et problématique

La gestion des déchets constitue en Suisse un système global qui fonctionne bien. La valorisation matière y occupe une place importante et le principe de causalité est largement mis en œuvre. Néanmoins, la Suisse produit environ 80 à 90 millions de tonnes de déchets par an. Pour la plupart il s'agit de matériaux d'excavation et de percement non pollués ainsi que de matériaux de déconstruction. Avec environ 700 kg de déchets urbains par personne et par an, la Suisse figure parmi les plus gros producteurs de déchets à l'échelle mondiale. Sans découpler la consommation de la production de déchets, les volumes continueront de croître. Compte tenu de l'impact environnemental élevé dû à l'augmentation de la consommation, des stratégies d'évitement des déchets et d'optimisation de l'économie circulaire doivent être développées. Un autre problème est celui des déchets éliminés de manière inadéquate et qui finissent dans l'environnement (par ex. littering).

Outre le maintien de normes élevées en matière de traitement des déchets et la limitation des émissions de polluants dans l'air, le sol et l'eau, les objectifs de la future politique en matière de déchets et de matières premières comprennent l'évitement des déchets et la fermeture des cycles par le recyclage des matières valorisables avec élimination simultanée des polluants. Il faut favoriser le recours accru aux matériaux recyclés et aux matières premières secondaires, en particulier dans le secteur de la construction. Cette orientation exige de nouvelles bases scientifiques, par exemple en ce qui concerne les flux de substances, les méthodes de récupération des matières premières ou les possibilités d'utilisation des matières premières secondaires y compris dans le domaine alimentaire. Il convient donc d'étudier le potentiel de la numérisation dans le domaine de la gestion des déchets et des matières premières.

Thèmes de recherche prioritaires 2021-2024

1 Traitement des déchets et recyclage

- 1.1 Développement des technologies de récupération des matières valorisables dans les résidus d'incinération et élimination simultanée des polluants.
- 1.2 Optimisation de la valorisation des déchets collectés séparément.
- 1.3 Collecte de données normalisées sur l'impact des plastiques et recherche de leurs effets sur l'environnement et la santé humaine.
- 1.4 Développement de procédés visant à une utilisation et un recyclage optimaux des métaux rares notamment à partir de déchets électroniques et de batteries.
- 1.5 Élaboration de stratégies, de mesures et d'évaluation de technologies de récupération du phosphore et de l'azote; élaboration d'une nouvelle catégorie d'engrais pour les engrais minéraux issus du recyclage.
- 1.6 Développement de la chimie analytique environnementale dans le domaine des déchets (p.ex. microplastiques dans les sols).
- 1.7 Élaboration de mesures pour une gestion écologique des déchets contenant de l'amiante ou du mercure.
- 1.8 Développement de procédés visant à une élimination écologique des déchets spéciaux (p.ex. nanomatériaux, matériaux composites, etc.).

2 Utilisation durable des biodéchets

- 2.1 Élaboration de stratégies et de mesures pour l'utilisation matérielle et énergétique optimale des déchets organiques, en particulier alimentaires.
- 2.2 Développement de technologies de récupération des nutriments à partir de biodéchets.

3 Matériaux de construction recyclés et décharges du futur

- 3.1 Élaboration de stratégies et de mesures d'évitement et de gestion durable des déchets de chantier, des matériaux de construction et d'excavation.
- 3.2 Développement de technologies de prélèvement d'échantillons, d'analyse et de traitement des déchets de chantier.
- 3.3 Élaboration de stratégies et de mesures de développement de technologies de pointe en matière d'installations de traitement des déchets (p.ex., décharge du futur).

- 3.4 Estimation du potentiel de l'extraction des matières premières utilisables à partir des décharges contenant d'anciens déchets urbains (« landfill mining »).
- 3.5 Développement de connaissances en matière d'élaboration de stratégies et de mesures de réduction du potentiel de danger, et d'abaissement des coûts des décharges.

4 Utilisation efficiente et durable des ressources et matières premières

- 4.1 Élaboration de stratégies et de mesures permettant d'assurer l'approvisionnement de la Suisse en matières premières minérales non énergétiques.
- 4.2 Détermination du potentiel de la numérisation dans la gestion des déchets en vue d'optimiser l'économie circulaire, notamment dans la construction et les infrastructures de mobilité.
- 4.3 Élaboration d'indicateurs dans le domaine des déchets (y.c. déchets éliminés illégalement), du recyclage et de l'utilisation efficiente des ressources ainsi que de méthodes pour une saisie efficace des flux de substances.
- 4.4 Élaboration de stratégies et de mesures visant à promouvoir l'acceptation et l'utilisation accrue des matières premières secondaires dans le génie civil.
- 4.5 Étude des champs d'action et des instruments pour le développement de l'économie circulaire dans la construction et l'alimentation.

5 Littering et réduction des déchets

- 5.1 Études comparatives sur l'efficacité et l'efficience de divers instruments et mesures de lutte contre le littering et les éliminations inappropriées.
- 5.2 Élaboration de bases pour la mise au point de mesures à appliquer dans le cadre de la stratégie de prévention des déchets.
- 5.3 Mesure des quantités de déchets qui parviennent dans l'environnement et élaboration de méthodes de mesure et d'indicateurs convenus au niveau international.

Domaine de recherche

15 Sécurité des produits chimiques



Désherbage des voies ferrées par les CFF

Photo : OFEV/Ex-Press, E. Ammon

Contexte et problématique

Environ 100 000 substances chimiques sont exploitées à des fins commerciales. Parmi celles-ci, plusieurs milliers présentent des propriétés dangereuses et quelques centaines sont considérées comme extrêmement préoccupantes et doivent, si possible, être remplacées par des substances moins nocives. Le législateur a fixé des exigences relatives à la manipulation des produits chimiques tant au niveau de la loi que de l'ordonnance. Pour la mise en œuvre des exigences légales, les cinq services fédéraux impliqués dans l'exécution de la législation fédérale sur les produits chimiques ont élaboré conjointement une Stratégie Sécurité des produits chimiques (OFSP, OSAV, OFEV, OFAG et SECO, 2017). En plus d'assurer la sécurité dans la manipulation des produits chimiques au sens strict, l'application des principes de la *chimie verte* (ou *chimie durable*) doit être améliorée tout au long du cycle de vie du produit. Lors de la fabrication et de l'utilisation de substances et produits chimiques, l'environnement doit être préservé et des composés chimiques moins dangereux doivent être utilisés. En parallèle, les composés utilisés doivent être complètement réintégrés dans le cycle des substances.

Certaines substances telles que les produits biocides ou phytosanitaires présentent un danger potentiel pour l'environnement même lorsque les exigences posées à la mise sur le marché sont respectées. C'est aussi le cas des substances persistantes, bioaccumulables et toxiques, des perturbateurs endocriniens ainsi que des substances actives qui peuvent, même à de très faibles concentrations, exercer des effets nocifs sur les organismes.

Par ailleurs, on connaît encore relativement mal les effets combinés de plusieurs substances sur les organismes ou les écosystèmes. En ce qui concerne les nanomatériaux, les connaissances ainsi que les méthodes d'essai et d'analyse sont lacunaires s'agissant des effets à long terme sur l'environnement. Il convient également de rechercher une stratégie globale en tant que base pour l'utilisation durable des biocides sachant que les connaissances sont encore insuffisantes concernant les options alternatives de lutte et de protection. Le « Plan d'action visant à la réduction des risques et à l'utilisation durable des produits phytosanitaires » (Conseil fédéral, 2017) contient plusieurs mesures sur les thèmes de recherche, dont Agroscope et d'autres instituts actifs dans la recherche agricole

sont responsables. Il s'agit notamment de la mise au point d'alternatives à la protection phytosanitaire chimique, du développement de la protection phytosanitaire intégrée et du développement de l'évaluation des risques relatifs aux organismes terrestres non ciblés.

Thèmes de recherche prioritaires 2021-2024

1 Apports dans l'environnement, dégradabilité et répartition environnementale des produits chimiques industriels, biocides et phytosanitaires

- 1.1 Consolidation des connaissances sur l'exposition et le comportement des principes actifs des produits biocides ou phytosanitaires dans l'environnement, étude des possibilités de réduction des risques dans le cadre du plan d'action sur les produits phytosanitaires.
- 1.2 Étude des sources et des tendances des émissions et des immissions de mercure en Suisse, consolidation des connaissances sur la présence de mercure dans l'environnement et sur son accumulation dans la chaîne alimentaire.
- 1.3 Étude de la présence de substances perfluorées ou polyfluorées dans les produits et dans l'environnement.
- 1.4 Détermination des concentrations et des tendances pour les POP, les métaux lourds et d'autres substances préoccupantes dans des matériaux, des déchets et dans l'environnement.

2 Élaboration de méthodes, mesurage et modélisation

- 2.1 Élaboration de méthodes de mesure et de modèles de diffusion pour le mercure.
- 2.2 Élaboration de méthodes pour analyser et mesurer la présence de substances et de mélanges de substances complexes telles que les paraffines chlorées et les composés alkyliques polyfluorés dans l'environnement.
- 2.3 Modélisation de l'importance des sources pour une sélection de substances et d'éléments.
- 2.4 Étude des processus de transformation des substances dans l'environnement et dans les matériaux.

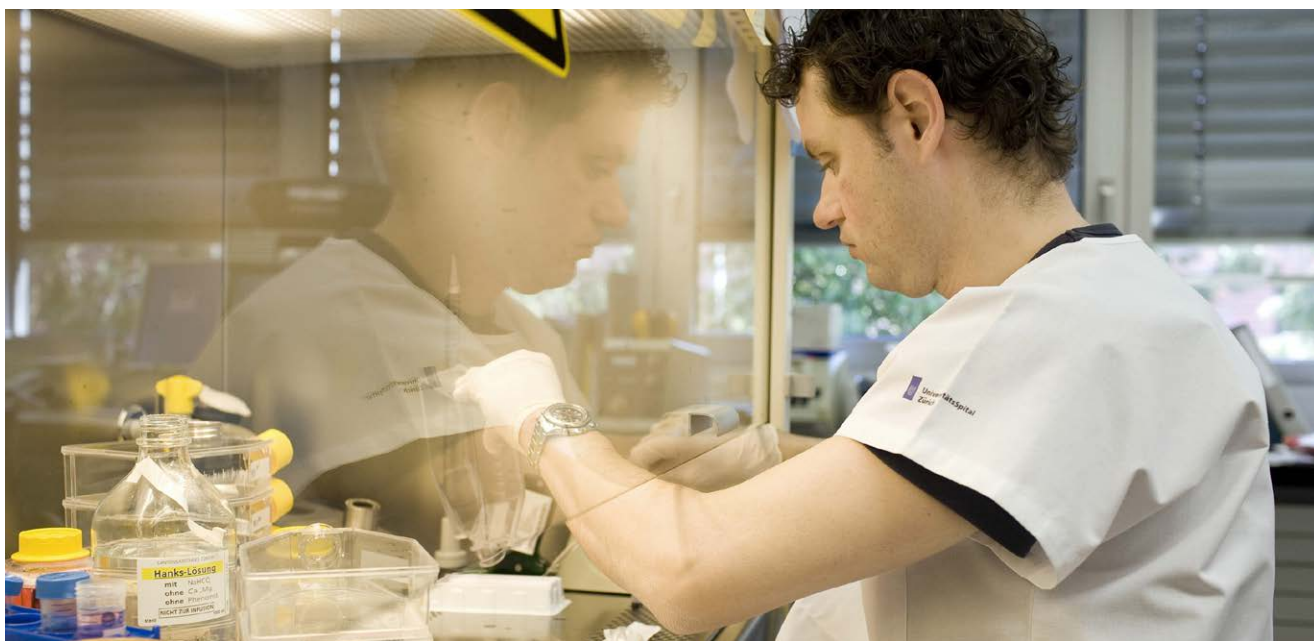
- 2.5 Étude du comportement migratoire de substances et de sous-produits issus de matériaux.
- 2.6 Développement de méthodes de détermination des propriétés des nanomatériaux et du comportement des nanoparticules dans l'environnement et dans les installations d'élimination.
- 2.7 Étude de la présence de fluides frigorigènes ou de leurs produits de dégradation dans l'environnement, y compris l'analyse des possibilités de réduction des émissions de fluides frigorigènes.
- 2.8 Adaptation des méthodes d'essai appliquées existantes aux produits chimiques en vue de leur application aux nanomatériaux.

3 Effets écotoxicologiques des produits chimiques industriels, biocides et phytosanitaires

- 3.1 Étude des effets écotoxicologiques des produits biocides et phytosanitaires, soit de leurs principes actifs sur organismes et des cellules de culture.
- 3.2 Étude de l'activité endocrinienne de certaines substances.
- 3.3 Élaboration de nouvelles méthodes d'essai écotoxicologiques et développement de méthodes existantes.
- 3.4 Développement de stratégies pour l'évaluation du risque présenté par les produits chimiques industriels, biocides ou phytosanitaires, y compris la prise en compte des combinaisons d'effets ou de produits chimiques qui ne sont pas soumis à des valeurs limites légales.
- 3.5 Élaboration de bases et de principes pour une chimie durable en vue de la planification, de la fabrication et de l'utilisation de produits et procédés chimiques efficaces, sûrs et écologiques.

Domaine de recherche

16 Biosécurité



Un chercheur conduit des expérimentations sous une chapelle de laboratoire

Photo : Ex-Press, H. Grasser

Contexte et problématique

En Suisse, la recherche relative aux organismes génétiquement modifiés, pathogènes ou exotiques est menée avec intensité. Les nouvelles biotechnologies, tout comme l'utilisation de systèmes biologiques et d'organismes, présentent un potentiel d'application riche et varié. Le développement technologique induit toutefois un recours accru aux organismes génétiquement modifiés (OGM), pathogènes ou exotiques. Depuis 2012, les nouveaux procédés de génie génétique visant à insérer certaines caractéristiques dans des organismes ou à synthétiser des systèmes biologiques (« biologie synthétique ») se développent à vive allure, par exemple dans le secteur pharmaceutique, les domaines médicaux et industriels ou dans la production de denrées alimentaires et d'aliments pour animaux. Une dissémination incontrôlée de ces organismes n'est pas souhaitable, car elle pourrait mettre en danger la santé humaine, l'environnement et donc la biodiversité. En particulier, elle compromet grandement la production sans OGM lorsque celle-ci est souhaité sur le plan social.

La difficulté consiste à détecter et à évaluer les risques possibles à l'avance et à prendre les mesures nécessaires pour les limiter afin d'assurer la biosécurité dans un contexte multidimensionnel en constante évolution. Le développement rapide de la science, des technologies, la diversité des OGM, des organismes pathogènes, des organismes exotiques et de toutes sortes de matériel biologiquement actif constituent un défi en particulier en ce qui concerne l'évaluation des risques. Le commerce international de marchandises et le trafic favorisent la propagation des organismes. La tendance à la diminution de l'utilisation de produits chimiques tels que les biocides ou les pesticides dans l'environnement entraîne le développement d'organismes (bactéries, virus, insectes) à utiliser dans la lutte antiparasitaire. Cela peut mettre en danger la biodiversité indigène. Les changements climatiques peuvent encore accélérer ce phénomène.

Comme on ne dispose pas d'expériences de longue durée et que de plus en plus de secteurs recourent aux organismes et aux systèmes biologiques, il n'est pas possible d'estimer quels effets la diffusion croissante des technologies biologiques et génétiques exercera à long terme sur

l'environnement, la santé humaine, la diversité biologique et la réduction du patrimoine génétique des populations sauvages. Il convient donc de poursuivre les recherches à ce sujet. Il faut élaborer des indicateurs et des méthodes de surveillance et de contrôle ainsi que des critères d'évaluation des risques afin de pouvoir prendre des mesures de lutte et de contrôle durablement efficaces. Les bases étudiées permettent de mieux prendre en compte les risques environnementaux dans tous les secteurs et de les maîtriser au cas par cas.

Thèmes de recherche prioritaires 2021-2024

1 Importation, propagation et utilisation d'organismes pathogènes ou exotiques

- 1.1 Élaboration de critères et de scénarios du risque pour évaluer les menaces pesant sur l'environnement que pose la libération d'organismes pathogènes ou exotiques (virus, bactéries, parasites, champignons).
- 1.2 Élaboration de critères et de scénarios du risque pour évaluer les menaces pesant sur l'environnement par la propagation d'organismes utilisés dans la lutte biologique contre les ravageurs.
- 1.3 Élaboration de critères et de scénarios du risque pour évaluer les menaces pesant sur l'environnement par la propagation d'organismes utilisés pour la bioremédiation ou la lutte biologique contre les parasites.
- 1.4 Élaboration de méthodes permettant de détecter directement, de quantifier et de surveiller les organismes pathogènes ainsi que les organismes exotiques.

2 Organismes génétiquement modifiés

- 2.1 Développement de méthodes de surveillance (monitoring) de la présence d'OGM indésirables dans l'environnement.
- 2.2 Élaboration de critères, de nouvelles normes et de nouveaux scénarios pour l'évaluation des risques présentés par les organismes issus de nouvelles technologies génétiques et de nouvelles technologies de sélection ainsi que par les organismes de synthèse.

- 2.3 Élaboration de critères pour l'évaluation des risques liés à l'emploi d'OGM en dehors du domaine alimentaire (« gene drive », lutte contre les ravageurs, lutte contre les espèces invasives) ainsi que des méthodologies de contrôle correspondantes.

3 Détection précoce de nouveaux risques potentiels

- 3.1 Analyse prospective: évaluation des avancées scientifiques, y compris dans d'autres domaines tels que les médecines humaine et vétérinaire (thérapies géniques) afin de déterminer dans quels domaines de nouvelles technologies et applications apparaissent et quelles applications impliquent une exposition de l'environnement, pour détecter précocement les nouveaux risques potentiels.

Domaine de recherche

17 Changements climatiques : atténuation et adaptation



Manifestation nationale pour le climat du 28 septembre 2019 à Berne

Photo : Keystone, A. Anex

Contexte et problématique

L'impact des changements climatiques mondiaux en Suisse est supérieur à la moyenne. Alors que la température moyenne mondiale a augmenté de 1 °C depuis 1850, le climat en Suisse s'est réchauffé de 2 °C. Les émissions de gaz à effet de serre sont responsables de l'augmentation de la température mondiale. Les conséquences des changements climatiques varieront fortement d'une région à l'autre. Pays alpin, la Suisse est particulièrement concernée par les répercussions négatives des changements climatiques. Parallèlement à la limitation urgente des émissions de gaz à effet de serre, il est essentiel que la société et l'économie s'adaptent à l'évolution du climat et que l'adaptabilité des systèmes naturels soit maintenue et promue.

L'Agenda 2030 des Nations Unies pour le développement durable appelle également les États à inclure des mesures de protection du climat dans leurs politiques

nationales. En ratifiant l'Accord de Paris, la Suisse a promis de réduire, d'ici à 2030, ses émissions de gaz à effet de serre de 50 % par rapport à 1990. Les autres objectifs de l'Accord de Paris concernent l'accroissement de la capacité d'adaptation aux effets des changements climatiques et la conciliation des flux financiers avec une évolution vers de faibles émissions de gaz à effet de serre.

Le cœur de la mise en œuvre nationale est la loi sur le CO₂. Le plan d'action élaboré par le Conseil fédéral pour adapter la Suisse aux changements climatiques montre comment celle-ci doit atteindre ses buts. L'objectif est également de développer une base d'évaluation et d'optimisation des flux financiers au regard de leur « compatibilité avec le climat ».

En Suisse, les derniers résultats de recherche au niveau local sont disponibles sous la forme des scénarios climatiques CH2018. En revanche, en matière socio-économique, les connaissances systémiques et les savoir-faire

doivent être davantage développés pour être appliqués en Suisse. Il en va de même du traitement des incertitudes et de l'étude des conflits d'objectifs et des synergies ainsi que des répercussions affectant plusieurs secteurs. Ces dernières sont étudiées et coordonnées par le « National Centre for Climate Service » (NCCS). Les possibilités d'extraction du CO₂ de l'atmosphère prennent de plus en plus d'importance dans les hypothèses des modèles climatiques. Toutefois, avant d'être mis en œuvre en tant que mesure de politique climatique, les opportunités et les risques des NET doivent être examinés en détail et des gouvernances nationale et internationale doivent être développées.

Thèmes de recherche prioritaires 2021-2024

1 Atténuation des changements climatiques (mitigation)

- 1.1 Analyse des effets des mesures existantes et futures de réduction des émissions en Suisse.
- 1.2 Adaptation des résultats des scénarios globaux du GIEC (« Shared Socioeconomic Pathways » et « Representative Concentration Pathways ») et clarification des éventuels changements socio-économiques et sociaux pour la Suisse.
- 1.3 Élaboration de scénarios sociopolitiques afin de déterminer un catalogue de mesures optimales destinées à atténuer les changements climatiques.
- 1.4 Élaboration de nouveaux instruments pour atténuer les changements climatiques après 2030 sur la base de l'évaluation des instruments existants.
- 1.5 Étude de l'impact des flux financiers sur les changements climatiques.
- 1.6 Étude des conflits d'objectifs et des synergies de la politique climatique avec d'autres domaines (p. ex. agriculture, sylviculture, économie des eaux, dangers naturels, biodiversité) et de l'influence sur le climat des décisions prises dans d'autres politiques sectorielles.
- 1.7 Étude du potentiel, des risques, des coûts et des impacts écologiques des NET et du rôle qu'elles pourraient jouer dans la future politique climatique suisse.
- 1.8 Analyse de la perception publique des NET, et de la capacité de la société à les accepter.

- 1.9 Recherche d'un cadre général approprié et de réglementations nationales et internationales nécessitées par les NET (gouvernance).
- 1.10 Études scientifiques et développement de méthodes et de modèles pour la quantification des émissions de gaz à effet de serre à différentes échelles spatiales et temporelles.
- 1.11 Étude de questions relatives à l'éthique, à la gouvernance, à l'acceptation par la société et aux impacts potentiels des projets de recherche sur la gestion du rayonnement solaire (« Solar Radiation Management »).

2 Conséquences des changements climatiques (impacts)

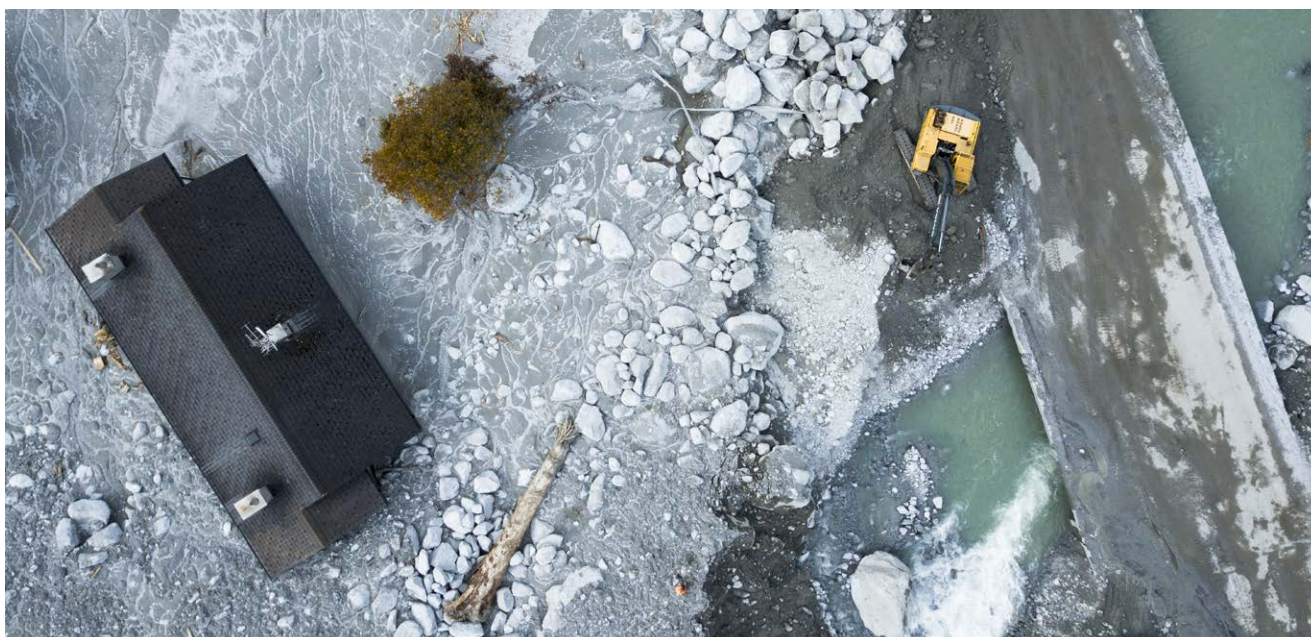
- 2.1 Analyse de l'impact des changements climatiques sur la santé, le bien-être et la productivité de l'être humain.
- 2.2 Examen des effets combinés des événements climatiques extrêmes, et de l'ensemble de la chaîne de répercussions (p. ex. de la fonte du pergélisol à l'aménagement urbain).
- 2.3 Analyse des impacts indirects des changements climatiques mondiaux sur la Suisse.
- 2.4 Élaboration de méthodes de traitement des incertitudes en matière de législation, de politique et de communication.

3 Adaptation aux changements climatiques

- 3.1 Détermination des conséquences économiques des changements climatiques : détermination des coûts induits par les changements climatiques, des coûts de prévention et des coûts d'adaptation pour diverses voies d'atténuation et stratégies d'adaptation. Détermination des coûts de l'inaction.
- 3.2 Études concernant la capacité d'adaptation et de résilience de la société (obstacles en matière de motivation, de savoir, de financement, de volonté politique).
- 3.3 Étude des impacts sectoriels et élaboration de principes de base pour l'adaptation aux changements climatiques aux niveaux cantonal, régional et communal ; évaluation scientifique des projets du programme pilote « Adaptation aux changements climatiques ».

Domaine de recherche

18 Gestion des dangers naturels et des risques techniques



Eboulement dans le village de Bondo (GR), 12 septembre 2017

Photo : Keystone, G. Ehrenzeller

Contexte et problématique

La Suisse a tiré les leçons des événements naturels et des accidents majeurs du passé. La gestion des dangers naturels et des risques techniques est à un niveau élevé, mais reste une tâche permanente. Le pays doit se préparer à affronter de nouveaux défis puisque les changements climatiques, le développement urbain et la densité d'utilisation croissante du territoire augmentent les risques. Les ouvrages de protection ne suffisent plus à éviter les dommages, ce qui accroît l'importance des mesures d'aménagement du territoire et de la collaboration entre les pouvoirs publics et les particuliers.

La protection de l'homme et des biens de valeurs contre les dangers naturels et les risques d'accident majeur exige une gestion intégrée des risques tenant compte de tous les dangers naturels et faisant participer tous les acteurs pertinents. Des mesures appropriées permettent d'éviter les risques inacceptables futurs, de ramener les

risques existants à un niveau acceptable et d'y faire face de manière solidaire. Un dialogue actif sur les risques est une condition préalable à l'acceptation des mesures et des risques restants. La gestion intégrée des risques se fonde sur des connaissances complètes des dangers et des risques. C'est également ce qu'exige la Plateforme nationale « dangers naturels » PLANAT dans sa Stratégie 2018 (PLANAT 2018).

Il est nécessaire, à des fins d'adaptation, d'identifier les changements et les évolutions à un stade précoce. La recherche sur le déroulement et les effets des processus de danger, sur l'effet des mesures et, en particulier, sur les impacts sociaux et économiques des événements naturels et des accidents majeurs permet de combler les lacunes identifiées. Des recherches centrées sur la pratique et la mise en œuvre doivent améliorer la gestion des dangers naturels et des risques d'accident majeur, par la prise en compte des aspects environnementaux, des changements climatiques et de la densification urbaine.

Thèmes de recherche prioritaires 2021-2024

1 Connaître les dangers et les risques dans leur intégralité

- 1.1 Comblement des connaissances lacunaires (p. ex. érosion latérale dans les eaux, coulées de boue, chutes de pierre, avalanches de glissement, tsunami, interactions avec les changements climatiques).
- 1.2 Élaboration de nouvelles méthodes pour la saisie des processus dangereux, des dommages indirects, des transports de matériaux solides et de bois flottant, ainsi que pour l'estimation des dangers naturels et des événements extrêmes futurs résultant des changements climatiques.
- 1.3 Élaboration d'une méthodologie pour une vue d'ensemble des risques à différentes échelles.
- 1.4 Étude de l'impact des changements climatiques sur la nature des risques en Suisse et analyse de la combinaison et des chaînes de différents processus avec des conséquences inattendues.
- 1.5 Élaboration de bases pour quantifier la vulnérabilité des systèmes d'infrastructure et les risques en cas de tremblements de terre et de catastrophes naturelles gravitaires.

2 Détecter à temps les événements

- 2.1 Études concernant les seuils de précipitations et analyse approfondie de la tendance aux processus de pente.
- 2.2 Amélioration des statistiques des valeurs extrêmes.
- 2.3 Amélioration de la prévision et détection précoce des risques naturels.

3 Planifier des mesures globales et robustes (surcharges)

- 3.1 Élaboration de méthodes pour évaluer les actions possibles dans la gestion intégrée des risques.
- 3.2 Élaboration de nouveaux instruments pour une utilisation du territoire fondée sur les risques et sa mise en œuvre pratique dans le cadre de l'aménagement du territoire.
- 3.3 Analyse des aspects écologiques lors de la mise en œuvre de mesures de protection et des conflits forêt-gibier en lien avec la fonction protectrice de la forêt.

- 3.4 Élaboration de méthodes d'évaluation des ouvrages de protection existants et de systèmes de protection robustes, établissement de modèles pour les impacts dynamiques.

4 Dialogue sur les risques et répercussions sociales

- 4.1 Étude de la composante socio-économique dans la perception et la communication des risques, recherche sur l'accueil réservé aux mesures.
- 4.2 Analyse coûts-bénéfices des mesures de gestion intégrée des risques et élaboration de méthodes de quantification des dommages économiques indirects après des tremblements de terre et des dangers naturels gravitaires.
- 4.3 Intégration des facteurs organisationnels et humains dans l'évaluation et l'appréciation des risques.

5 Prévention sismique

- 5.1 Élaboration de bases pour l'analyse et le renforcement d'ouvrages historiques.
- 5.2 Élaboration de mesures de prise en compte des événements induits par les tremblements de terre naturels dans les analyses de danger et de risque.
- 5.3 Optimisation des exigences parasismiques dans les normes de construction.
- 5.4 Nouvelles technologies pour évaluer les dommages et déterminer la capacité portante résiduelle des bâtiments après des tremblements de terre.

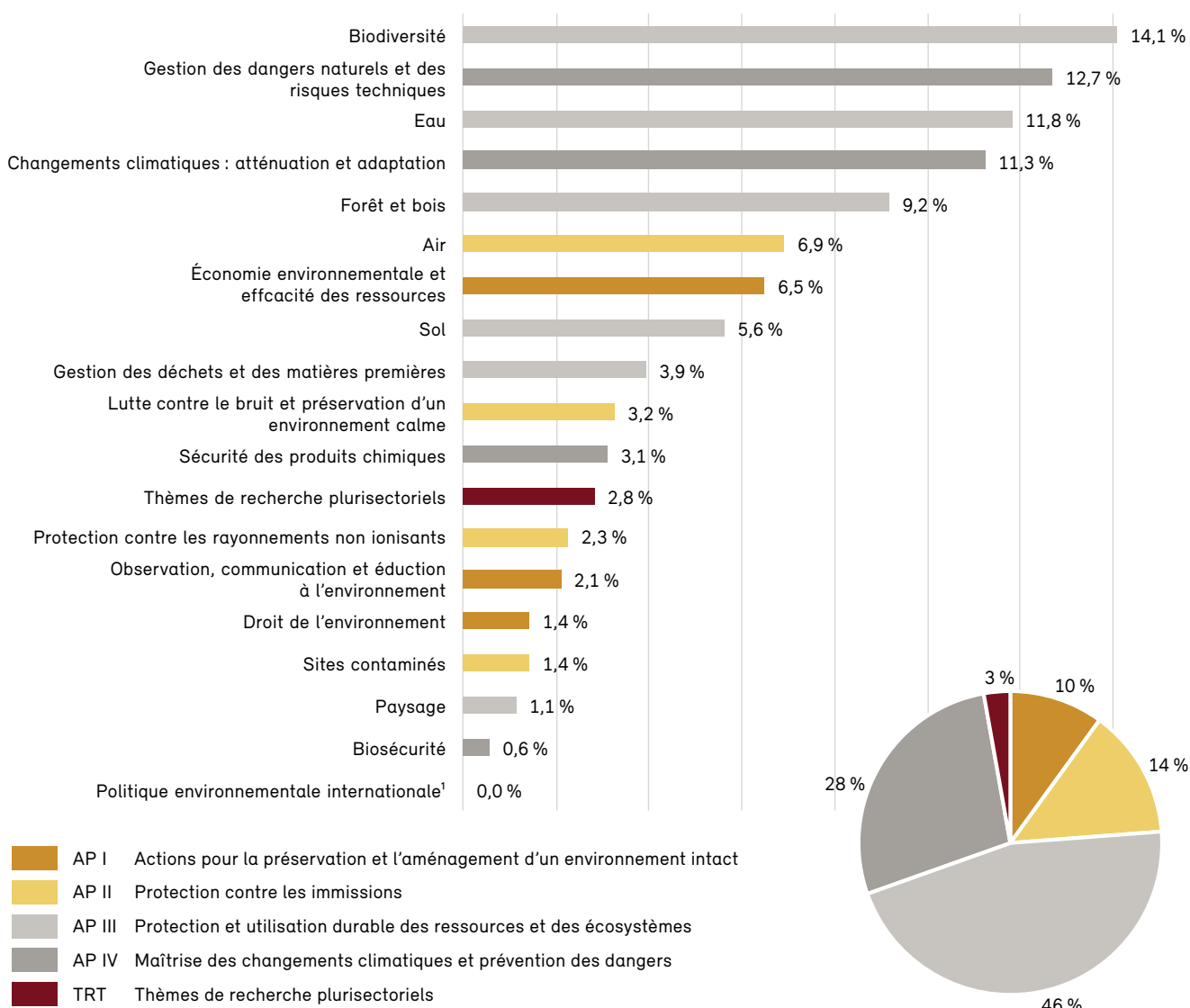
6 Prévention des accidents majeurs

- 6.1 Prévention des accidents majeurs pour de nouvelles substances potentiellement dangereuses et analyse des méthodes de détermination des risques.
- 6.2 Élaboration de méthodes visant à déterminer les risques de pollution des eaux en cas d'accidents majeurs.
- 6.3 Élaboration de bases pour l'élaboration de mesures de protection des objets au regard de la réduction de la vulnérabilité des personnes face aux accidents majeurs.

4 Financement 2021-2024

Le besoin de financement de la recherche de l’OFEV pour la période de 2021 à 2024 a été estimé sur la base des thèmes de recherche prioritaires définis dans les différents domaines de recherche et se monte globalement à environ 71 millions de francs. La figure ci-dessous présente l’affectation prévue des fonds pour la recherche par domaine de recherche.

Figure 2
Besoin financier pour la période de 2021 à 2024 par domaine de recherche



¹ Financement par d'autres crédits

5 Acteurs et interactions

5.1 Description des principaux acteurs dans le domaine des universités et des hautes écoles spécialisées

La recherche environnementale concerne de nombreuses disciplines et évolue de manière très dynamique. Ses activités couvrent un large éventail de thèmes dans les sciences naturelles, sociales et économiques ainsi que dans l'ingénierie. Dans les universités, les institutions du domaine des EPF, les hautes écoles spécialisées et dans de nombreux instituts privés et publics, la recherche environnementale est encouragée dans les différents domaines et dans toutes les phases de la chaîne

de l'innovation. L'OFEV a recensé dans une base de données plus de 1000 groupes de recherche sur l'environnement en Suisse et livre ainsi un aperçu actuel complet de la recherche sur l'environnement menée en Suisse en ligne (www.bafu.admin.ch/forschungsgruppen). Les instituts de recherche des universités et des hautes écoles spécialisées qui comptent le plus grand nombre de groupes de recherche dans le domaine de l'environnement sont rassemblés dans le tableau 3.

Tableau 3

Les vingt-deux principales institutions pour la recherche environnementale dans le domaine des hautes écoles

Institutions de recherche	Site Internet	Nombre de groupes effectuant des recherches en rapport avec l'environnement
École polytechnique fédérale de Zurich (ETHZ)	www.ethz.ch	131
École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL)	www.epfl.ch	89
Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux (Eawag)	www.eawag.ch	72
Université de Lausanne	www.unil.ch	70
Université de Zurich	www.uzh.ch	67
Université de Berne	www.unibe.ch	61
Université de Genève	www.unige.ch	49
Haute école spécialisée de Suisse occidentale (HES-SO)	www.hes-so.ch	44
Agroscope	www.agroscope.ch	43
Université des sciences appliquées de Zurich (ZHAW)	www.zhaw.ch	42
Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (EMPA)	www.empa.ch	39
Université de Neuchâtel	www.unine.ch	38
Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL)	www.wsl.ch	38
Université de Fribourg	www.unifr.ch	30
Haute école spécialisée de la Suisse orientale (FHO)	www.fho.ch	24
Haute école spécialisée bernoise (BFH)	www.bfh.ch	23
Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL)	www.fibl.org	21
Haute école spécialisée de la Suisse italienne (SUPSI)	www.supsi.ch	20
Université de Bâle	www.unibas.ch	19
Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse (FHNW)	www.fhnw.ch	18
Institut Paul Scherrer (PSI)	www.psi.ch	17

5.2 Interactions avec d'autres instruments d'encouragement en matière d'environnement

Les différents instruments fédéraux de promotion de l'innovation se complètent mutuellement (voir figure 3). Le FNS encourage en particulier la recherche fondamentale et en partie la recherche orientée vers les applications. Innosuisse soutient des projets de développement de technologies dans les universités et les hautes écoles spécialisées, en collaboration avec des partenaires industriels dans la phase initiale de développement, notamment dans celle de développement de prototypes de laboratoire. D'autres instruments fédéraux, comme la promotion des technologies environnementales, le Fonds pour les recherches forestières et l'utilisation du bois, le Plan d'action bois, la recherche de l'administration fédérale

sur le bruit des chemins de fer ou le Fonds de technologie veillent à ce que les nouvelles technologies et solutions visant une meilleure protection de l'environnement et une utilisation plus efficace des ressources soient appliquées durant les étapes les plus avancées de la chaîne d'innovation.

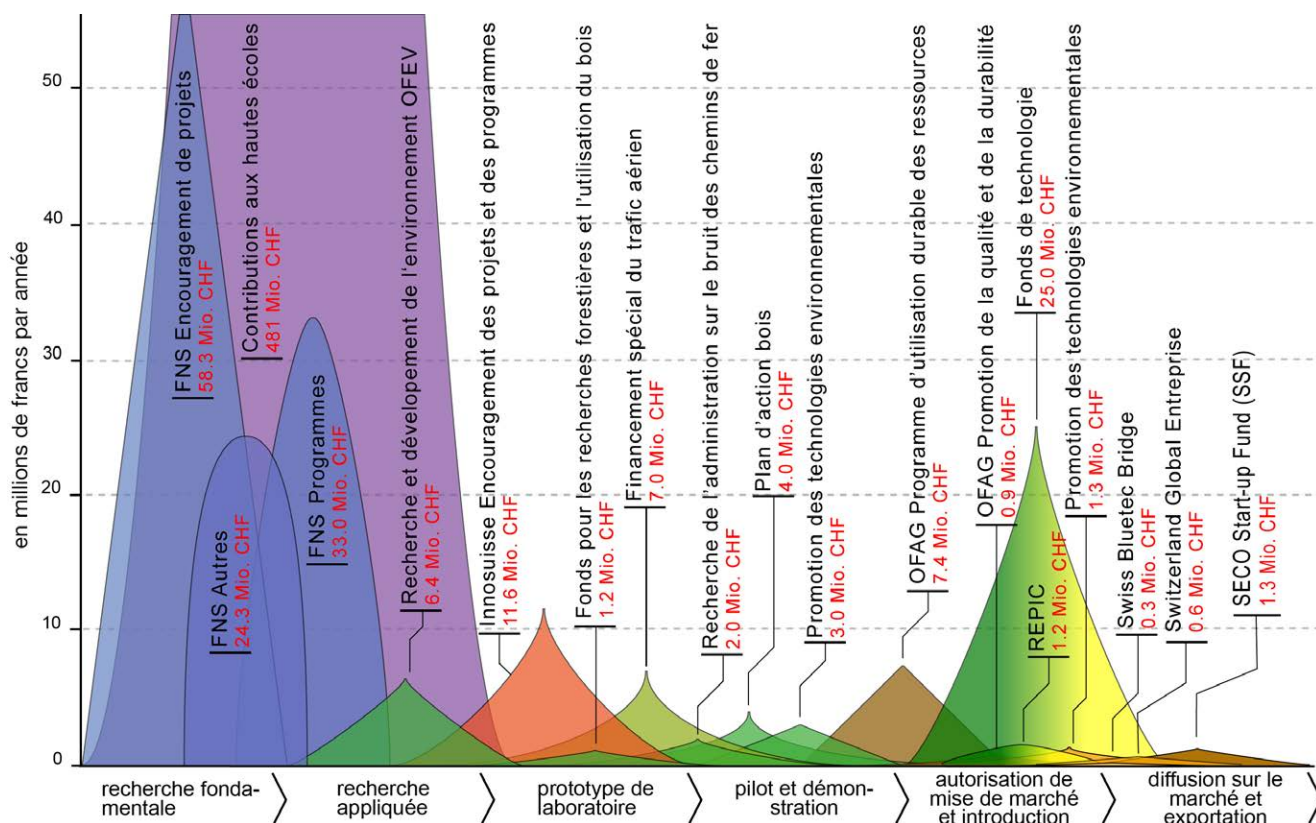
5.2.1 Interactions avec le Fonds national suisse

Le FNS est la plus grande institution d'encouragement de la recherche fondamentale en Suisse. Ce sont les divisions II (mathématiques, sciences naturelles et sciences de l'ingénieur), III (biologie et médecine) et IV (programmes de recherche) qui contribuent le plus à la recherche environnementale. Sur mandat de la Confédération, le FNS soutient également la recherche dans deux cadres différents, à savoir les pôles de recherche natio-

Figure 3

Promotion de l'innovation dans le secteur de l'environnement

Le graphique indique le montant du financement fédéral qui a été utilisé en 2016 pour appuyer les projets liés à l'environnement. L'axe horizontal montre les étapes au cours desquelles ces derniers interviennent. Les contributions du FNS et d'Innosuisse (les chiffres datent de 2016) à des projets dans le secteur de l'environnement ne représentent qu'une petite partie des subventions qu'ils attribuent.



naux et les programmes nationaux de recherche (PNR). Les premiers encouragent les réseaux de recherche qui mettent en œuvre sur le long terme des projets abordant des thèmes de portée stratégique pour la Suisse, tandis que les seconds fournissent des contributions de la recherche appliquée à la résolution de problèmes urgents. Depuis 2013, aucun pôle traitant de problématiques liées à l'environnement n'a été soutenu. Ces dernières années, cependant, plusieurs programmes traitant de tels sujets ont bénéficié du soutien du Fonds national. Ils sont présentés ci-après.

Le **PNR 66 « Ressource Bois »** a développé des bases scientifiques et des solutions pratiques pour une meilleure mise à disposition et une meilleure valorisation du bois en tant que ressource dans les domaines suivants : compréhension approfondie des flux de matériaux à base de bois, nouvelles découvertes et technologies liées à l'utilisation du bois comme élément de base dans la fabrication de produits chimiques et dans la production de nouveaux matériaux composites, développements techniques dans la production d'énergie à partir du bois et dans son utilisation comme matériau de construction pour les éléments porteurs et les bâtiments. Le PNR 66 a disposé d'un budget de 18 millions de francs. La recherche a duré de 2012 à 2016 et le transfert de connaissances a été soutenu jusqu'en 2018.

Entre 2012 et 2018, le **PNR 68 « Utilisation durable de la ressource Sol »** a élaboré des bases pour une utilisation durable du sol (enveloppe financière : 13 millions de francs). Après le PNR 22 « Utilisation du sol en Suisse » (1985-1990), il s'agit du deuxième programme national de recherche consacré à ce thème. Depuis le PNR 22, des progrès ont été réalisés, en particulier dans le domaine de la politique agricole. Toutefois, dans le domaine de l'aménagement du territoire, diverses mesures importantes n'ont été introduites que récemment ou n'ont pas encore eu l'effet escompté. Le PNR 68 montre comment assurer les tâches négligées, telles que la cartographie des sols, et quels sont les avantages qui en découlent. Il a mis au point des instruments et des stratégies susceptibles de faire avancer la gestion durable de la ressource sol. Il souligne également la responsabilité de la Suisse en matière d'utilisation des sols à l'étranger.

Le **PNR 69 « Alimentation saine et production alimentaire durable »** vise à élaborer des bases scientifiques sur les possibilités de promouvoir en Suisse une alimentation saine et de proposer des aliments sûrs et de qualité en quantité suffisante et à des prix abordables, en veillant à une utilisation efficace des ressources et à un impact environnemental réduit (durée : 2013-2018 ; enveloppe financière : 13 millions de francs).

Dans le cadre de sa « Stratégie énergétique 2050 », le Conseil fédéral a lancé deux programmes nationaux de recherche sur la question de l'énergie. Le **PNR 70 « Virage énergétique »** se concentre principalement sur les aspects scientifiques et technologiques du virage énergétique ainsi que sur la mise en œuvre d'un nouveau système énergétique en Suisse (durée : 2013-2020, enveloppe financière : CHF 37 millions). Le projet « Methan for transport and mobility » et le projet de son suivi « Carbon flows in the energy transition », qui font partie de ce programme, concernent particulièrement l'environnement. Le second a d'ailleurs été soutenu à la fois par le FNS et par la recherche de l'administration fédérale (OFEV, OFEN). Le PNR 70 coopère étroitement avec le PNR 71 « Gérer la consommation d'énergie », qui accompagne spécifiquement les aspects socio-économiques et réglementaires du processus conduisant au virage énergétique.

Le **PNR 71 « Gérer la consommation d'énergie »** a étudié les aspects sociaux, économiques et réglementaires de la transition énergétique. Il a cherché en particulier à déterminer comment amener les acteurs privés et publics à utiliser l'énergie de manière efficace. Le PNR 71 (durée : 2014-2018 ; enveloppe financière : 8 millions de francs) a coopéré étroitement avec le PNR 70 « Virage énergétique », d'orientation plus technique.

Le **PNR 72 « Résistance aux antimicrobiens »** doit contribuer à la diminution de la résistance aux antimicrobiens et de ses effets négatifs dans le traitement des maladies infectieuses. Cette thématique joue notamment un rôle dans les domaines de la biodiversité, de la biosécurité, du sol et de l'eau. Il s'agit d'identifier les réservoirs potentiels et les mécanismes de transmission, de développer des techniques de diagnostic rapide, d'étudier de nouvelles approches de lutte contre les microbes et de proposer des mesures et des recommandations de mise

en œuvre dans le domaine de la santé publique. En raison de la transmission possible des gènes de résistance entre l'homme, les animaux et l'environnement, le programme vise une démarche globale et interdisciplinaire, basée sur une stratégie dite «one health» (durée : 2017-2021 ; enveloppe financière : 20 millions de francs)

Le **PNR 73 «Économie durable»** a pour but de développer les connaissances scientifiques sur une économie durable utilisant harmonieusement les ressources naturelles, améliorant le bien-être et générant une augmentation de la compétitivité de la place économique suisse. Toutes les ressources naturelles et toutes les étapes de la chaîne de valeur sont prises en compte (durée : 2017-2022, enveloppe financière : 20 millions de francs).

Le **PNR 77 «Transformation numérique»** examine les interdépendances et les effets concrets de la transformation numérique en Suisse. Les trois axes prioritaires du programme sont la formation et l'apprentissage, l'éthique, la fiabilité et la gouvernance et l'économie et le marché du travail (durée : 2020-2025, enveloppe financière : 30 millions de francs).

5.2.2 Interactions avec Innosuisse

Innosuisse est l'Agence suisse pour l'encouragement de l'innovation. Avec un budget d'environ 200 millions de francs par an, elle joue un rôle important dans le financement de la recherche et du développement orientés vers le marché. Elle soutient des projets réalisés par des instituts de recherche en collaboration avec des entreprises et conduisant à des innovations ayant un potentiel commercial. Elle encourage également la création de jeunes entreprises et les transferts de connaissances et de technologies. Innosuisse assume également des responsabilités dans le cadre des programmes européens d'innovation.

Innosuisse soutient des projets dans les cinq domaines généraux suivants : «TIC», «Life Sciences», «Engineering», «Energy & Environment» et «Social Sciences and Business Management». En 2016, d'importants projets liés à l'environnement ont été financés à hauteur de 5,8 millions de francs (cf. point 2.4). Conformément au principe inscrit dans la loi selon lequel Innosuisse soutient en particulier les projets qui contribuent à l'utili-

sation durable des ressources, la durabilité des projets d'innovation est évaluée lors de l'examen des requêtes soumises. Au cours de la période de 2021 à 2024, Innosuisse optimisera encore cette évaluation et l'alignera sur les ODD (Innosuisse 2019). Au cours de la même période, des thèmes d'importance intersectorielle seront également financés, tels que les défis liés au virage énergétique et à d'autres questions de durabilité (climat, eau et autres ressources naturelles). Une attention particulière devra également être accordée à l'innovation «systémique» afin d'axer le changement des systèmes sur la durabilité (p.ex. gestion intégrée de la mobilité, économie circulaire).

La coordination avec la recherche de l'OFEV est assurée par la participation d'Innosuisse dans les commissions des experts de l'OFEV, soit l'Organe consultatif pour la recherche environnementale (ORE) et le groupe de coordination en matière de technologie environnementale. Un échange de points de vue a également lieu sur les projets soutenus par Innosuisse dans le domaine de l'environnement. Cette coopération permet d'éviter les doublons et d'exploiter les synergies possibles aussi bien au niveau technique qu'entre les divers instruments de financement.

5.2.3 Interactions avec les académies des sciences

Pour diverses thématiques, l'OFEV coopère avec les académies des sciences, par exemple avec l'Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT) et l'Académie suisse des sciences humaines et sociales. La collaboration est particulièrement étroite avec le forum pour le climat et les changements globaux (ProClim), le Forum Biodiversité Suisse et la Société académique suisse pour la recherche environnementale et l'écologie, qui s'engage en faveur de la recherche suisse dans les domaines de l'environnement et du développement durable. En outre, les échanges avec le réseau suisse pour la recherche transdisciplinaire sont encouragés. L'Initiative de recherche de la SCNAT sur la durabilité oriente la science vers le développement durable et l'Agenda 2030. Elle soutient ainsi le traitement des questions sociales prioritaires et contribue au débat public sur le développement durable.

5.2.4 Interactions avec d'autres offices fédéraux

Afin de faire progresser la transition vers une société durable, il est essentiel que les diverses politiques sec-

torielles tirent à la même corde. Un groupe de travail inter-offices poursuit donc l'identification de thèmes de recherche plurisectoriels dans le but de lancer des projets, des appels d'offres et des programmes de recherche communs (voir point 3.2).

Beaucoup de questions urgentes liées à l'environnement rejoignent les domaines de compétences d'autres services fédéraux, comme l'énergie, l'agriculture, la santé, la mobilité, les télécommunications ou l'aménagement du territoire. Une partie importante des projets de recherche portent donc sur des problématiques intersectorielles. En cas de recoupement thématique, de même que lorsque des conflits d'objectifs entre politiques sectorielles sont identifiés et que des décisions doivent être prises à leur sujet, l'implication d'autres services fédéraux est indispensable. Une recherche coordonnée entre les secteurs aide à identifier les synergies possibles et les conflits d'objectifs.

Le besoin de coordination est élevé et les recouvrements croissants entre thématiques rendent indispensable la coopération entre services fédéraux. Dans de nombreux domaines, cette collaboration est déjà bien rodée. Selon la complexité des projets, la coordination de la recherche sectorielle passe par des accords informels, par la participation croisée des partenaires concernés aux groupes d'accompagnement, voire par un financement de projets et la soumission de programmes de recherche communs. Le fait que divers services fédéraux (OFEN, OFAG, OFSP, OSAV, SEFRI et Innosuisse) siègent à titre d'observateurs au sein de l'ORE renforce la coordination. L'OFEV est également admis à titre d'observateur à la Commission fédérale pour la recherche énergétique de l'OFEN.

MétéoSuisse : changements climatiques et dangers naturels

L'Office fédéral de météorologie et de climatologie (MétéoSuisse) est responsable de la mise à disposition et du développement des bases météorologiques et climatologiques nécessaires au traitement intersectoriel de nombreuses questions liées aux changements climatiques et aux dangers naturels. Sur ces thèmes MétéoSuisse est étroitement associé à l'OFEV.

S'agissant des prestations climatologiques, la coordination et la collaboration s'effectuent via le NCCS, le réseau de la Confédération pour les services climatologiques. Le NCCS coordonne le développement et la fourniture de prestations de services climatologiques pour des prises de décision compatibles avec le climat afin de réduire les risques à un minimum, de maximiser les opportunités et d'optimiser les coûts. Les thèmes prioritaires sectoriels et intersectoriels sont par exemple, les scénarios climatiques suisses CH2018, les bases hydrologiques liés aux changements climatiques, les organismes nuisibles dans les cultures, les fonctions forestières et les changements climatiques, les changements climatiques et la protection des populations, la santé humaine, la santé animale et la sécurité des aliments. Actuellement, huit unités administratives fédérales participent au NCCS : MétéoSuisse, OFEV, OFPP, OFAG, OFSP, OSAV, EPF Zurich et WSL. Agroscope, l'Institut de recherche en agriculture biologique, l'Université de Berne et ProClim – Forum for Climate and Global Change y participent également.

En ce qui concerne les dangers naturels, le comité de direction « Intervention dangers naturels » (LAINAT) est responsable de la coordination et de la coopération (partenaires : OFPP et la Centrale nationale d'alarme, OFEV, MétéoSuisse, WSL et l'Institut d'étude de la neige et des avalanches SLF, EPF Zurich – Service sismologique). Le LAINAT coordonne les activités de prévision et d'alerte des services fédéraux pour les différents dangers naturels et assure un développement continu. En raison des changements climatiques, les tempêtes, la chaleur, les inondations, la sécheresse et les mouvements de terrain, qui peuvent devenir plus fréquents, plus importants et plus intenses, posent de nouveaux défis. En outre, le système d'alerte météorologique doit encore être amélioré afin que les alertes puissent être diffusées plus précisément au niveau local et se concentrer à l'avenir également sur les impacts possibles.

swisstopo : étroite collaboration en matière de monitoring environnemental

L'Office fédéral de topographie swisstopo est le centre de compétences de la Confédération en matière de géoinformations et de géoressources. En tant que « courtier en géodonnées », swisstopo assure la publication de toutes les informations juridiques relatives au territoire et aux

biens fonciers à partir d'une source unique pour l'administration fédérale et les organisations partenaires. À cet égard, swisstopo collabore étroitement avec l'OFEV pour diverses tâches d'ordre territoriales. En cas de catastrophe, il garantit la mise à disposition rapide de géodonnées (« rapid mapping »). À l'aide du LIDAR aéroporté (« light detection and ranging »), swisstopo fournit un modèle de surface de la Suisse avec tous les éléments naturels et artificiels sous la forme d'un nuage de points classifiés. Le monitoring des flux de matières premières en Suisse a été effectué sous l'égide de swisstopo dans le cadre de la mise en œuvre du plan d'action « Économie verte ». D'autres activités de monitoring environnemental comprennent l'observation des glaciers et la collecte de données InSAR sur les mouvements du sol. swisstopo réalise des modèles géologiques 3D du sous-sol suisse pour l'utilisation des géoressources (énergie, eau, matières premières) ou pour la planification des infrastructures souterraines. Avec 20 partenaires, swisstopo dirige le projet de recherche international Mont Terri sur le stockage en profondeur des déchets radioactifs et le stockage du CO₂ (protection des eaux).

METAS : mesures fiables de l'environnement

L'Institut fédéral de métrologie (METAS) est le centre de compétences de la Confédération pour toutes les questions relatives à la métrologie, aux instruments de mesure et aux méthodes de mesure. Il est chargé de veiller à ce qu'en Suisse, les mesures soient réalisées avec l'exactitude requise par les attentes de l'économie, de la recherche et de l'administration.

Des mesures fiables sont indispensables, en particulier dans le domaine de l'environnement. Afin de répondre à la demande mondiale relative à la qualité des données, une meilleure comparabilité des résultats de mesure, des incertitudes de mesure plus faibles et un plus grand nombre d'étalons stables et de matériaux de référence sont nécessaires. METAS mène des recherches en étroite collaboration avec des instituts partenaires européens afin de fournir en temps utile les bases métrologiques nécessaires au secteur de l'environnement. L'accent est mis sur le développement de nouvelles méthodes de mesure et la fourniture de valeurs de référence reconnues au niveau international. Voici les sujets identifiés comme ayant des exigences en matière de métrologie :

- Émission et immission d'un grand nombre de polluants atmosphériques ; détermination des gaz traces et des poussières fines, propriétés chimiques et physiques des particules atmosphériques
- Prévisions fiables des changements climatiques sur la base de variables climatiques essentielles
- Contrôle et réduction des émissions des grands émetteurs et des émissions de nouvelles substances
- Émission et immission de rayonnements non ionisants tels que l'électrosmog, la lumière, le laser et le son
- Détermination et contrôle des flux de matières solides, liquides, gazeuses ou radioactives dans l'environnement

OSAV : alimentation durable et protection des espèces

Les activités de l'Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV) couvrent la majeure partie de la chaîne alimentaire. Les stratégies et processus développés, par exemple dans les domaines de la sécurité alimentaire, de l'alimentation et de l'élevage, ont un impact sur la santé humaine et animale et sur l'environnement. La coopération avec l'Office fédéral de la santé publique (OFSP), l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG) et l'OFEV est particulièrement importante pour élaborer des réponses circonstanciées à des questions complexes. Ces offices sont les partenaires les plus importants dans les stratégies transversales telles que la Stratégie Chaîne agroalimentaire (OFAG, OSAV 2015), la Stratégie Prévention des maladies non transmissibles (OFSP, CDS 2016), ou la StAR (Conseil fédéral 2015). L'OSAV s'engage à tirer parti des opportunités de coopération avec les offices concernés.

En ce qui concerne les priorités de recherche pour la période de 2021 à 2024 identifiées, les points présentés ci-après sont particulièrement pertinents pour l'environnement.

Aliments et nutrition

- Les risques tout au long de la chaîne alimentaire sont examinés entre autres dans le cadre d'une vaste approche « one health » étendue.
- La résistance des bactéries aux antibiotiques est étudiée.
- Des études portent sur les perturbateurs endocriniens et les cancérigènes en tant que contaminants envi-

ronnementaux partiellement persistants. À cette fin, le monitoring des contaminants et des ingrédients essentiels (vitamines et oligo-éléments) des aliments ainsi que le biomonitoring des échantillons humains sont encouragés. Les nanomatériaux sont également pris en compte dans le cadre des études sur les contaminants présents dans les emballages et sur le passage des substances indésirables des emballages aux aliments.

- Les projets de monitoring tels que le biomonitoring humain seront poursuivis et des informations de base sur les liens entre l'alimentation et les facteurs de risque ou les maladies seront établies.
- Les méthodes et stratégies de vérification de l'origine et de l'authenticité des denrées alimentaires et des objets usuels seront encouragées.
- L'objectif principal de la recherche alimentaire est de soutenir les objectifs de la Stratégie suisse de nutrition de 2017 à 2024 et de passer en revue la mise en œuvre des mesures.

Détection précoce et prévention des maladies animales et des zoonoses

- Systèmes d'alerte précoce: outils efficaces pour la détection précoce des maladies animales et des zoonoses, nouvelles et récurrentes.
- Étude du rôle et de la fonction de réservoir des animaux sauvages.

Protection des espèces

- L'OSAV continuera à soutenir financièrement des projets ayant une incidence sur le commerce d'animaux et de plantes sauvages avec la Suisse et sur sa durabilité, au regard notamment de la mise en œuvre de la Convention CITES.

5.3 Collaboration de recherche internationale

5.3.1 Future Earth

En 2012, lors de la Conférence des Nations Unies sur le développement durable, une importante plate-forme de recherche internationale a été lancée sous l'appellation «Future Earth». Elle a pour objectif de fournir des connaissances et un appui aux échelles mondiale, nationale, régionale et locale afin d'accélérer le passage à une société durable. La plate-forme, qui est ouverte aux

scientifiques de toutes les disciplines, souhaiterait également garantir que le savoir soit généré en coopération avec la société et les utilisateurs de la science. Elle doit élaborer des stratégies permettant de réduire les risques environnementaux et, simultanément, d'atteindre les ODD. La plate-forme est portée par une alliance internationale scientifique et technologique réunissant notamment le Conseil scientifique international pour la science, l'UNESCO, le PNUE et l'Organisation météorologique mondiale (Future Earth 2019).

La Suisse est représentée dans le programme «Future Earth» par l'initiative de la SCNAT pour la recherche en matière de développement durable.

5.3.2 UN Sustainable Development Solutions Network (SDSN)

Le réseau international SDSN des Nations Unies mobilise des experts scientifiques et techniques du monde entier et rassemble des expertises afin de promouvoir des solutions pratiques pour le développement durable ainsi que la réalisation des ODD et des objectifs de l'Accord de Paris. SDSN Suisse réunit des acteurs des milieux scientifiques et économiques ainsi que de la société pour construire des partenariats et accélérer la transition vers une société durable.

5.3.3 Programmes-cadres européens de recherche Horizon 2020 et Horizon Europe

Depuis le 1^{er} janvier 2017, la Suisse est pleinement associée au programme-cadre de recherche de l'UE «Horizon 2020». Le programme comprend trois priorités qui structurent les activités européennes de recherche, à savoir «Excellence scientifique», «Primauté industrielle» et «Défis sociétaux». La priorité «Défis sociétaux» se fonde sur les priorités politiques de la stratégie Europe 2020. Elle est axée sur des problématiques dont la résolution exige des connaissances issues de diverses disciplines scientifiques. Ses champs d'action sont les suivants: «santé», «sécurité alimentaire», «énergies sûres, propres et efficaces», «transports intelligents, verts et intégrés», «action pour le climat, l'environnement, l'utilisation efficace des ressources et les matières premières», «sociétés ouvertes à tous, innovantes et capables de réflexion» ainsi que «sociétés sûres».

L'instrument ERA-NET («European Research Area Networks») a pour objectif de coordonner les programmes nationaux et régionaux de recherche et d'innovation et de renforcer l'espace de recherche européen ainsi que certaines branches de l'industrie européenne. Dans le domaine environnemental, l'OFEV participe à ERA-NET BiodivERsA3 («Conservation and sustainable management of biodiversity»), ACT («Accelerating CCS technologies as a new low-carbon energy vector»), CORE («Organic cofund, Coordination of European Transnational Research in Organic Food and Farming Systems»), ENSCC (ERA-NET COFUND «Smart Cities and Communities»), EN SGplusRegSys («A European joint programming initiative to develop integrated, regional, smart energy systems enabling regions and local communities to realize their high sustainable energy ambitions»), ERA-Planet («The European network for observing our changing planet») ainsi que ForestValue («ForestValue – Innovating forest-based bioeconomy»).

Le 7 juin 2018, la Commission européenne a publié sa proposition pour le prochain programme-cadre de recherche et d'innovation de l'UE «Horizon Europe». Environ 100 milliards d'euros sont disponibles pour les années 2021 à 2027. Les thèmes sont basés sur les ODD et sur les objectifs (missions) à atteindre, tels que des océans sans plastiques, 100 villes climatiquement neutres, etc. Le programme repose sur les trois piliers que sont la science ouverte («open science»), les défis mondiaux («global challenges») et l'innovation ouverte («open innovation»).

6 Organisation et assurance de la qualité

6.1 Organisation interne

L'OFEV dispose d'une procédure standardisée pour la planification des projets de recherche et de développement. Ce sont avant tout les divisions qui possèdent les compétences techniques nécessaires pour déterminer l'avancement de la recherche ainsi que pour le lancement et l'accompagnement de projets de recherche et de développement. Afin de soutenir ses divisions, l'OFEV a formulé des critères clairs concernant la définition des activités de recherche et de développement et la description des projets prévus, dans le but d'assurer des décisions intelligibles et transparentes.

Tableau 4

Critères pour la définition des activités de recherche et de développement à l'OFEV

Critère	Description
F1	Élaboration de méthodes
F2	Identification de problèmes, de mécanismes ou de types de comportement; contrôle de l'effet de mesures
F3	Détermination de valeurs limites ou de valeurs cibles
F4	Élaboration de bases scientifiques pour des solutions d'ordre technique, économique, social, politique, juridique, organisationnel ou structurel; travaux de synthèse des résultats de la recherche

Dans le cadre du processus de planification annuel de l'office, les divisions prévoient des activités de recherche et de développement que la section Innovation examine en collaboration avec le groupe de travail interne sur la recherche environnementale, au sein duquel sont représentées toutes les divisions ainsi que la section Finances et controlling. L'approbation définitive des activités proposées est du ressort de la direction de l'OFEV.

L'accompagnement des projets est assuré par des spécialistes de l'office. Le reporting interne est effectué deux fois par an. Lorsqu'un projet arrive à son terme, un formu-

laire de clôture de projet est soumis pour approbation à la direction. Afin de garantir la transparence et l'information du public, les principaux renseignements concernant le contexte, les objectifs et les résultats des divers projets de recherche sont publiés dans la base de données ARAMIS (www.aramis.admin.ch) de la Confédération. Par ailleurs, en fonction du public cible et du thème concerné, les résultats sont également publiés sur le site Internet de l'OFEV, dans l'une des séries de publications de l'office (État de l'environnement, L'environnement pratique, Connaissance de l'environnement), dans des notices, dans des articles de périodiques scientifiques ou spécialisés ou dans le magazine «l'environnement».

6.2 Conseils fournis par l'organe d'accompagnement scientifique

En vertu des directives sur l'assurance qualité dans les activités de recherche de l'administration fédérale, les offices fédéraux font appel, pour l'élaboration des plans directeurs de recherche de chaque secteur politique, à une commission de suivi scientifique composée d'experts indépendants. Pour l'OFEV, cette fonction est assurée par l'ORE, qui est composé de représentants des milieux scientifiques, économiques et administratifs. Grâce à la diversité des compétences des membres de l'ORE, tous les domaines thématiques de l'OFEV sont couverts et la mise en réseau avec les principales institutions de recherche environnementale est assurée.

Selon son mandat du 8 mars 2013, et conformément aux directives citées ci-dessus, l'ORE assume principalement les tâches suivantes :

- Il conseille l'OFEV lors de l'élaboration du plan directeur de recherche quadriennal, en particulier :
 - pour établir une vue d'ensemble de l'état de la recherche;
 - pour identifier les problèmes auxquels est confrontée la recherche et les défis qui se posent à la société

- ainsi que pour repérer les connaissances lacunaires ;
 - pour définir les priorités stratégiques relatives aux thèmes de recherche et de financement ;
 - pour évaluer la pertinence scientifique et sociale, l’opportunité de l’approche ainsi que l’utilité potentielle des projets de recherche qui doivent être menés dans le cadre de la recherche de l’OFEV.
- Il favorise les échanges avec les établissements de recherche, les institutions de financement et les utilisateurs des résultats scientifiques.

Pour l’élaboration des thèmes de recherche prioritaires du présent plan directeur, les partenaires de l’ORE ont été intégrés aux discussions préalables menées avec les divisions de l’OFEV. Cette sélection de thèmes de tous les domaines de recherche a ensuite été discutée durant deux jours, à l’occasion d’une retraite de l’ORE. La liste actuelle des membres peut être consultée sous le lien suivant : www.bafu.admin.ch > *Thèmes* > *Thème Formation, recherche et innovation* > *Recherche environnementale*

6.3 Assurance qualité

L’assurance qualité de la recherche de l’OFEV se fonde sur les lignes directrices pour l’assurance qualité de la recherche de l’administration fédérale publiées par le comité interdépartemental de coordination de la recherche de l’administration fédérale (KoorA-RF 2014).

La stratégie d’assurance qualité de la Confédération repose sur trois piliers : la gestion de la recherche, les comptes rendus et l’évaluation de l’efficacité. La gestion de la recherche recouvre la planification stratégique (en accord avec le Plan directeur de recherche Environnement), la procédure d’octroi de mandats, le suivi de la recherche, l’information sur les projets dans ARAMIS ainsi que la publication des résultats. Les comptes rendus désignent aussi bien les informations centrales destinées au Conseil fédéral et au comité de coordination que les rapports liés aux projets et les publications. Quant à l’évaluation de l’efficacité, elle peut se faire au niveau de projets spécifiques, des programmes de recherche ou, de manière plus générale, pour l’ensemble de la recherche du domaine politique concerné.

À l’OFEV, la section Innovation assume la coordination de l’assurance de la qualité définie par la Confédération pour les projets de recherche. La direction des tâches liées aux projets, telles que l’octroi de mandat, l’accompagnement et l’évaluation de projets de recherche spécifiques, est du ressort des divisions de l’office. Au niveau supérieur, la responsabilité de la gestion de la recherche, des comptes rendus et de l’évaluation relève de la section Innovation.

Les lignes directrices sur l’assurance qualité de la recherche de l’administration fédérale sont mises en œuvre tant dans la gestion interne de la recherche que dans la consultation externe. Dans la phase de lancement initiale des projets de recherche, la contribution du projet à la stratégie de l’OFEV et aux stratégies de prestations sectorielles ainsi que la relation avec le plan directeur recherche Environnement doivent être démontrées. Ces renseignements aident la direction à établir les priorités dans l’affectation des fonds annuels.

Annexes

A1 Recherche de l'administration fédérale : informations générales

Définition

La recherche pratiquée et soutenue par l'administration fédérale, communément appelée « recherche de l'administration fédérale », est la recherche dont les résultats sont nécessaires à l'administration fédérale dans l'accomplissement de ses tâches ou qu'elle lance elle-même dans l'intérêt public, par exemple par la mise à disposition de bases scientifiques pour le développement et l'élaboration des différentes politiques sectorielles (chapitre A3). La recherche de l'administration fédérale se situe donc à l'interface entre la recherche scientifique et la politique ou la pratique. Il s'agit d'une recherche qui introduit la dimension scientifique et technique dans la discussion politique et qui sert de base à la formulation des objectifs des différents domaines concernés. La loi fédérale sur l'encouragement de la recherche et de l'innovation LERI (RS 420.1), en tant que loi-cadre, de même que les dispositions légales spécifiques qui l'accompagnent (voir chapitre A2) confèrent sa légitimité à la recherche de l'administration fédérale. S'inscrivant dans les stratégies élaborées par les services de la Confédération, la recherche inclut les mesures suivantes :

- l'attribution de *mandats de recherche* (recherche sous contrat) ;
- l'exploitation des établissements fédéraux de recherche (*recherche intramuros*) ;
- la réalisation de ses programmes de recherche propres, notamment en collaboration avec les établissements de recherche, les institutions chargées d'encourager la recherche telles que le Fonds national suisse (FNS), Innosuisse ou d'autres organisations d'encouragement ;
- les *subventions* versées aux établissements de recherche pour l'exécution de leurs projets et de leurs programmes de recherche ;
- les *subventions* que les services de la Confédération versent aux institutions et organisations internationales pour leurs projets et leurs programmes de recherche.

Ne font pas partie de la recherche de l'administration fédérale les subventions allouées par la Confédération à des organes de recherche conformément à l'art. 4 LERI, soit les institutions chargées d'encourager la recherche (FNS, académies), Innosuisse, les établissements de recherche du domaine des hautes écoles (domaines EPF ; hautes écoles et autres institutions de ce secteur ; infrastructures et établissements de recherche, centres de compétence technologique selon l'art. 15 LERI) ainsi que les contributions au financement structurel des institutions et organisations scientifiques internationales.

Dans la pratique, la recherche de l'administration fédérale repose sur cinq principes que sont la légalité, l'adéquation, l'efficacité, la rentabilité et le respect des normes de qualité scientifiques. Les services de la Confédération qui exécutent eux-mêmes de la recherche, mandatent des tiers ou versent des contributions assument la responsabilité principale pour la recherche de l'administration fédérale.

Mandat légal

Loi-cadre

L'engagement de la Confédération en faveur de la recherche et de l'encouragement de la recherche se fonde sur l'art. 64 Cst. (RS 101), où il est stipulé que la Confédération encourage la recherche scientifique et l'innovation et gère, crée ou reprend des centres de recherche.

La révision totale de la LERI du 14 décembre 2012 a fait de cette loi une loi-cadre pour la recherche de l'administration fédérale : l'administration fédérale est un organe de recherche dans la mesure où elle utilise des moyens fournis par la Confédération pour les activités de recherche et d'innovation (art. 4, let. d). La Confédération encourage la recherche et l'innovation selon la LERI et en vertu de lois spéciales en pratiquant sa propre recherche, notamment en instituant et en gérant des établissements fédéraux de recherche (art. 7, al. 1, let. e). La finalité et les mesures de la recherche de l'administration (voir ci-dessus) ainsi que les directives, telles que celles qui concernent l'acquisition de fonds de tiers, sont présentées à l'art. 16.

L'art. 17 règle la création d'établissements fédéraux de recherche. La coordination de la recherche de l'administration fédérale est une activité importante constitutive de celle-ci. À cette fin, le Conseil fédéral a institué un comité interdépartemental de coordination de la recherche de l'administration, dont la tâche principale est de coordonner l'élaboration des programmes pluriannuels et d'édicter des directives en matière d'assurance de la qualité (art. 42). Les programmes pluriannuels spécifiques à la recherche de l'administration fédérale sont un instrument de coordination et de planification qui prend la forme de plans directeurs de recherche plurisectoriels, intégrant les priorités thématiques des hautes écoles, les programmes d'encouragement du FNS réalisés sous contrat pour le compte de la Confédération et les activités d'Innosuisse (art. 45).

Bases légales spéciales

En dehors de la LERI, la recherche de l'administration fédérale est visée par plus de 55 dispositions légales spéciales (www.ressortforschung.admin.ch). La Confédération y formule d'une part des mandats directs d'évaluation, d'enquête ou de vérification que requièrent les travaux scientifiques correspondants. D'autre part, les dispositions de lois spéciales créent un cadre légal qui permet à la Confédération de soutenir la recherche dans des domaines spécifiques au moyen de contributions (subvention). Les principes d'encouragement visés par les dispositions de la loi sur les subventions sont précisés dans les lois spéciales. Et même là où une base légale explicite fait défaut en matière de mandat de recherche, l'application du droit en vigueur nécessite souvent un savoir spécialisé devant être mis à jour par le biais de la recherche (par ex. lors de l'édiction de directives ou d'ordonnances). De ce fait, les obligations concernant la recherche font aussi souvent partie intégrante de la convention de prestations établie selon le nouveau modèle de gestion de l'administration fédérale ou sont fixées dans des ordonnances sur l'organisation des départements valables pour plusieurs offices ou services.

Obligations découlant d'accords internationaux et de mandats parlementaires

Outre les dispositions prévues par les lois spéciales, plus de 90 traités, conventions ou accords d'adhésion contiennent ou impliquent des obligations de recherche

ou d'efforts nationaux de recherche dans les champs thématiques concernés. Toutefois, même pour les cas où les accords ne contiennent pas d'obligations explicites en ce sens, la recherche sur mandat est essentielle pour certains offices et services fédéraux pour assurer le maintien de contacts nécessaires sur le plan international. La recherche de l'administration fédérale permet donc un échange fondé sur des connaissances spécialisées dégagées de ses propres observations scientifiques actuelles.

Le Parlement lui-même demande à l'administration, par voie d'initiatives, de motions, de postulats, d'interpellations ou de questions, de rédiger des projets législatifs et des rapports d'examen ainsi que de fournir des renseignements dont le traitement peut nécessiter des activités de recherche de l'administration fédérale.

Coordination de la recherche de l'administration fédérale

Structuration de la recherche de l'administration fédérale en domaines

Dans l'intérêt de la bonne coordination et coopération entre les services fédéraux impliqués, la recherche de l'administration fédérale est structurée en domaines politiques. Les domaines politiques requérant l'établissement d'une planification stratégique de la recherche (art. 45, al. 3, LERI) sont fixés par le Conseil fédéral dans le cadre du message sur l'encouragement de la formation, de la recherche et de l'innovation (art. 46, al. 1, let. d, LERI). À cet effet, les services fédéraux concernés élaborent des plans directeurs de la recherche à quatre ans sous la direction d'un service fédéral responsable et avec le concours ciblé d'experts externes (en règle générale une commission ou un groupe d'accompagnement scientifique). L'élaboration des plans directeurs de la recherche se fonde sur les principes du comité interdépartemental de coordination de la recherche de l'administration. Ces plans directeurs de la recherche constituent des documents stratégiques clairs et complets. Ils servent de source d'information aux acteurs de la recherche intéressés ou concernés au sein et à l'extérieur de la Confédération et de manière générale aux pouvoirs publics; ils soutiennent la coordination de la recherche et constituent un instrument de planification et de légitimation des activités de recherche de la Confédération. Depuis la période

FRI 2004-2007, des plans directeurs de la recherche sont établis pour les onze domaines politiques suivants: 1. Santé (sous la responsabilité de l'OFSP), 2. Sécurité sociale (OFAS), 3. Environnement (OFEV), 4. Agriculture (OFAG), 5. Énergie (OFEN), 6. Aménagement durable du territoire et mobilité (ARE), 7. Développement et coopération (DDC), 8. Politique de sécurité et de paix (S+T, OFPP, DFAE/SP), 9. Formation professionnelle (SEFRI), 10. Sport et activité physique (OFSPPO) et 11. Transports et durabilité (OFROU, OFT).

Comité interdépartemental de coordination de la recherche de l'administration

Siègent au comité interdépartemental de coordination de la recherche de l'administration les membres des directions des offices fédéraux dotés de leur propre recherche et de l'Administration fédérale des finances, de même que les représentants du FNS, d'Innosuisse et du Conseil des Écoles polytechniques fédérales (Conseil des EPF). Un membre de la direction du Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI) préside le comité.

En vertu de la LERI, le comité interdépartemental de coordination de l'administration fédérale est notamment chargé de coordonner les plans directeurs de la recherche et d'élaborer des directives concernant l'assurance de la qualité (KoorA-RF 2014). Le comité assure en outre la coordination stratégique de la recherche de l'administration fédérale, sert de plateforme pour l'échange de bonnes pratiques relatives à l'assurance de la qualité, détermine chaque année le coût de la recherche et le cadre budgétaire de la recherche de l'administration fédérale sous la forme d'une note d'information adressée tous les ans au Conseil fédéral, assume des tâches dans la sélection des programmes nationaux de recherche (PNR) et des pôles de recherche nationaux (PRN), assure la coordination entre la recherche de l'administration fédérale et les autres instruments de la recherche orientée et produit des évaluations sur des thèmes prioritaires en lien avec la recherche de l'administration fédérale.

Le pilotage inter-offices et interdépartemental des ressources financières de la recherche de l'administration fédérale n'entre toutefois pas dans le domaine de tâches dévolues au comité interdépartemental de coordination

de la recherche de l'administration. Une recommandation correspondante de la Commission de gestion du Conseil national (CdG-N) visant le pilotage des ressources de la recherche effectuée par l'administration fédérale a été rejetée par le Conseil fédéral en 2006 (FF 2007 803). Ce pilotage relève en dernier lieu de la responsabilité du Parlement, qui l'exerce dans le processus d'approbation des crédits spécifiques des offices et l'assume aujourd'hui de façon efficace dans le cadre de ses décisions budgétaires annuelles.

Groupe de travail et secrétariat du comité interdépartemental de coordination de la recherche de l'administration

L'élaboration de documents de base, de directives et de rapports sur la recherche de l'administration fédérale et la préparation de séances et de décisions du comité interdépartemental de coordination de la recherche de l'administration incombent à un groupe de travail constitué de responsables de la recherche au sein des offices fédéraux concernés. Ce groupe de travail est dirigé par le secrétariat du comité, lequel est rattaché au SEFRI. Le secrétariat garantit quant à lui les flux d'information entre les représentants des offices fédéraux concernés et gère les affaires. Il est responsable du site Internet www.ressortforschung.admin.ch, qui fournit des informations succinctes sur les priorités de la recherche de l'administration fédérale dans les domaines politiques, présente les plans directeurs actuels de recherche, indique les liens vers les pages Internet de la recherche des offices fédéraux et documente les bases juridiques de la recherche. Les pages du site Internet contiennent également des fiches thématiques standardisées et mises à jour chaque année par les offices responsables des domaines politiques respectifs. Ces fiches informent le public sur les réussites (*success stories*) de la recherche de l'administration fédérale et sur les ressources financières qui lui sont consacrées.

Banque de données ARAMIS

Le système d'information ARAMIS (www.aramis.admin.ch) contient des informations sur les projets de recherche et les évaluations que la Confédération réalise elle-même ou qu'elle finance. Les objectifs et les tâches du système sont décrits dans l'ordonnance relative au système d'information ARAMIS sur les projets de recherche et développement de la Confédération (RS 420.171): (1) créer la

transparence des flux financiers dans le domaine de la recherche et de l'innovation, (2) coordonner les contenus scientifiques des projets de recherche financés ou réalisés par la Confédération et (3) collecter les données nécessaires aux statistiques de l'Office fédéral de la statistique (OFS) dans le domaine « Recherche et développement de la Confédération », (4) planifier et piloter les activités dans le domaine de l'encouragement de la recherche et de l'innovation, (5) soutenir la gestion des projets.

Le système d'information fonctionne comme une simple application de banque de données où sont représentés tous les projets de recherche et l'ensemble des contrôles/évaluations de l'efficacité de l'administration fédérale (projets séparés ou groupés). ARAMIS, un des piliers de l'assurance qualité pour la recherche de l'administration fédérale, est logiquement inscrit dans les directives relatives à l'assurance qualité que le comité interdépartemental a édictées. Afin de soutenir la coordination et la planification de la recherche de l'administration fédérale et de garantir une utilisation efficace des ressources, des informations détaillées sur le type de recherche (recherche intra-muros, mandats de recherche et contributions à la recherche), sur les mandataires et sur les dépenses des offices dans le cadre des plans directeurs de recherche sont produites tous les ans à partir de la base de données ARAMIS à l'intention du Conseil fédéral et du comité de coordination, lesquels sont ainsi informés de l'évolution et de l'affectation des ressources au sein des différents offices, dans la perspective de la planification financière.

Objectifs pour la période de 2021 à 2024

Le comité interdépartemental de coordination de la recherche de l'administration poursuit les objectifs prioritaires suivants pendant la période 2021-2024 :

(1) Les plans directeurs de recherche pour les 11 domaines politiques sont élaborés conformément aux principes du comité interdépartemental de coordination de la recherche de l'administration. Ils se fondent sur les dispositions contenues dans la LERI (Section 3 : Planification de la politique de la recherche et de l'innovation) et sur les directives d'assurance qualité pour la recherche de l'administration. De cette façon, il est possible d'inscrire la recherche de l'administration fédérale dans la continuité de l'encouragement général de la recherche et de l'innovation,

chaque fois que les thèmes le permettent ou l'exigent. Les thèmes de recherche repris dans les domaines politiques couvrent souvent plusieurs disciplines et relèvent de la responsabilité de plusieurs offices et départements. La structuration de la recherche de l'administration en 11 domaines politiques sera donc examinée au sein du comité interdépartemental de coordination de la recherche de l'administration en vue d'une adaptation.

(2) Dans la perspective de l'élaboration de plans directeurs de recherche plurisectoriels pour la période 2021-2024, plusieurs activités ont été menées durant la période 2017-2020 afin d'identifier les thèmes de recherche plurisectoriels : un relevé a été effectué auprès des offices fédéraux pour identifier d'éventuels thèmes de recherche concernant plusieurs domaines politiques, ces thèmes se fondant sur les neuf champs d'action définis dans la Stratégie pour le développement durable 2016-2019 du Conseil fédéral. Cinq thèmes ont été considérés d'intérêt majeur et sont concernés par des besoins de recherche du point de vue de la Confédération : (1) Sharing Society, (2) Comportement durable, (3) Sécurité des données, (4) Smart Regions et (5) Santé et environnement. Les questions de recherche des offices fédéraux ont été dégagées pour le thème « Sharing Society » en tenant compte des travaux déjà disponibles sur ce thème (en particulier celles qui portent sur les domaines thématiques Planification politique, Chances et risques, Effets de rebond, Utilisation des données, Changement de comportement, Effets sur la consommation des ressources, Durabilité, Modèles d'affaires) et les possibilités de mise en œuvre sont examinées, par exemple dans le cadre d'un programme de recherche commun des offices fédéraux. Se fondant sur les expériences du projet pilote, les quatre autres thèmes de recherche plurisectoriels seront traités de manière échelonnée durant la période 2021-2024 par les offices fédéraux qui sont confrontés à un besoin de recherche patent pour l'exécution de leurs tâches.

(3) Avec l'élaboration en 2012 de la LERI en tant que loi-cadre pour la recherche de l'administration fédérale (appelée « recherche de l'administration » dans la LERI), on s'attendait à ce que la réglementation-cadre permette de procéder à un examen systématique de toutes les lois spéciales actuelles ou d'assurer le cas échéant que les dispositions concernant la recherche qui figurent dans

les nouvelles lois spéciales prévues sont conformes à la LERI (simplification et cohérence accrue pour l'élaboration de lois). La réalisation de cet objectif a été contrôlée dans le cadre d'un mandat d'expertise : d'un point de vue strictement quantitatif, les lois spéciales n'ont pas subi de modifications de grande ampleur. Il est recommandé dans l'expertise que les personnes siégeant au sein du comité interdépartemental de coordination de la recherche de l'administration s'entendent sur une compréhension commune de l'art. 16f LERI et que des directives soient fournies afin que les départements compétents révisent les lois spéciales qui leur correspondent. D'une part, une compréhension commune doit être trouvée au sein du comité de coordination pour l'interprétation des dispositions figurant dans la loi-cadre LERI et un soutien doit être proposé d'autre part afin d'adapter, dans le cadre des révisions législatives qui s'annoncent, les articles concernant la recherche de l'administration qui figurent dans les lois spéciales.

(4) Afin que l'administration fédérale puisse mieux faire valoir ses intérêts dans les PNR et qu'elle puisse en tirer un plus large profit, le cahier des charges a été adapté au niveau des tâches et fonctions attribuées aux représentants de la Confédération au sein des comités de direction des PNR. En cas de besoin, plusieurs représentants émanant d'offices fédéraux distincts pourront siéger au sein des comités de direction. Le SEFRI et les PNR veillent à un équilibre dans l'encouragement de la recherche fondamentale et de la recherche appliquée. L'expertise mise à disposition par les offices fédéraux sera systématiquement exploitée avant le lancement des PNR.

A2 Élaboration de thèmes de recherche plurisectoriels communs

La loi sur l'encouragement de la recherche et de l'innovation (LERI) prévoit que les programmes pluriannuels seront élaborés sur une base intersectionnelle. Les plans directeurs de recherche précédents ne décrivaient que brièvement la coordination entre les services fédéraux dans le domaine de recherche et les recoupements thématiques entre les secteurs politiques de la recherche de l'administration.

En 2017, un groupe de travail a été créé dans le cadre du comité de coordination au sein duquel sont représentés huit services fédéraux (ARE, OFSP, OFEV, OFEN, OSAV, OFAG, OFAS et SEFRI) afin d'identifier les « thèmes de recherche plurisectoriels » communs pour l'élaboration des plans directeurs de recherche et du message FRI. Après réalisation d'un test de plausibilité pour identifier des thèmes de recherche communs sur la base de la « Stratégie pour le développement durable », une enquête a été menée entre novembre 2017 et janvier 2018 auprès de tous les services fédéraux représentés au comité de coordination de la recherche de l'administration. Sur la base des neuf domaines d'action de la « Stratégie de développement durable » de la Confédération, environ 240 thèmes de 17 services fédéraux ont été répertoriés, qui pourraient mener à des projets de recherche communs.

Le groupe de travail du comité de coordination de la recherche de l'administration a regroupé les thèmes proposés en domaines thématiques et les a répartis en cinq niveaux d'action essentiels à l'être humain (alimentation, logement, loisirs, travail, sécurité). À l'occasion d'un atelier en juillet 2018 auquel 21 services fédéraux (ARE, ARMA-SUISSE, OFROU, OFPP, OFEV, OFSP, OFCOM, OFSPO, OFT, OFAC, OFEN, OFS, ChF, OSAV, OFAG, OFAS, OFL, DFAE/DCC, MétéoSuisse, SEFRI, SECO) ont participé, les thèmes de recherche ont été précisés et l'intérêt et la volonté de poursuivre le développement de ces derniers ont été clarifiés. Cinq thèmes centraux de recherche, d'un grand intérêt pour l'administration fédérale et pour lesquels la Confédération a besoin de recherches, ont été identifiés : (1) Comportement durable, (2) Sharing Society, (3) Sécurité des données, (4) Smart Regions et (5) Santé et environnement.

Les préférences concernant les cinq thèmes de recherche plurisectoriels proposés ont été clarifiées dans un sondage auprès des services fédéraux participants. Dans l'enquête, « Sharing Society » a été choisi comme thème de recherche approprié pour un projet pilote de coopération transversale en matière de recherche. Sur la base des expériences du projet pilote, les quatre autres thèmes de recherche interdépartementaux seront traités de manière échelonnée dans la période FRI de 2021 à 2024 par les

offices fédéraux qui identifient un besoin de recherche explicite pour l'accomplissement de leur tâche.

Différentes possibilités sont envisageables pour le financement des thèmes de recherche plurisectoriels, comme le financement par le budget officiel, une proposition du Conseil fédéral ou le lancement d'un programme national de recherche. Le type de financement est déterminé par les experts sur la base des questions de recherche identifiées.

Bibliographie

AEE, 2015. L'environnement en Europe : état et perspectives 2015 – Synthèse. *Agence européenne pour l'environnement AEE*, Copenhague. 208 p.

Conseil fédéral, 2015. Stratégie Antibiorésistance Suisse. *Conseil fédéral suisse*, Berne. 82 p.

Conseil fédéral, 2016. Stratégie pour le développement durable 2016-2019. *Conseil fédéral suisse*, Berne. 76 p.

Conseil fédéral, 2017. Stratégie Biodiversité Suisse et plan d'action. *Conseil fédéral suisse*, Berne. 51 p.

Conseil fédéral, 2018. Rapport sur l'environnement 2018. *Conseil fédéral*, Berne. État de l'environnement UI-1813-F. 202 p.

CTI, 2017. Subsidés accordés aux projets R&D CTI 2016 dans le domaine de l'environnement. *Commission pour la technologie et l'innovation CTI (Innosuisse)*, non publié.

EC, 2007. Le 7e PC en bref. Comment s'impliquer dans le 7e programme-cadre de recherche de l'Union européenne. *Office des publications officielles des Communautés européennes*, Luxembourg. KI-77-07-031-FR-C. 36 p.

EC, 2011. Breakdown of the Horizon 2020 budget. *European Commission EC*, 2 p.

FNS, 2017. Contributions accordées en 2016. *Fonds national suisse de la recherche scientifique*, non publié.

Future Earth, 2019. Annual report 2018-19. *Future Earth*, 86 p.

Gauch, M., C. Matasci, I. Hincapié and R. Hörler, 2017. Material- und Energieressourcen sowie Umweltauswirkungen der Mobilität Schweiz. *EMPA – Materials Science & Technology*, St. Gallen. Projekt MatCH «Materialressourcen Schweiz» 94 S.

Gauch, M., C. Matasci, I. Hincapié, R. Hörler and H. Böni, 2016. Material- und Energieressourcen sowie Umweltauswirkungen der baulichen Infrastruktur der Schweiz. *EMPA – Materials Science & Technology*, St. Gallen. Projekt MatCH «Materialressourcen Schweiz». 79 S.

INFRAS, 2018. Auswirkungen des Klimawandels im Ausland – Risiken und Chancen für die Schweiz. *Office fédéral de l'environnement OFEV*, Zürich. 151 S.

INFRAS and Ecoplan AG, 2015. Externe Effekte des Verkehrs 2015. Aktualisierung der Berechnungen von Umwelt-, Unfall- und Gesundheitseffekten des Strassen-, Schienen-, Luft- und Schiffsverkehrs 2010 bis 2015. *Office fédéral du développement territorial ARE*, Zurich/Berne. 185 S.

Innosuisse, 2019. Programme pluriannuel 2021-2024. *Innosuisse – Agence suisse pour l'encouragement de l'innovation*, Berne. 40 p.

IPBES, 2019. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Paris. Report of the Plenary of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on the work of its seventh session IPBES/7/10/Add.1. 45 S.

KoorA-RF, 2014. Assurance de la qualité dans les activités de recherche de l'administration fédérale. Directives. *Comité interdépartemental de coordination de la recherche de l'administration fédérale, Département fédéral de l'économie, de la formation et de la recherche DEFR*, Berne. 29 p.

Matasci, C., M. Gauch and H. Böni, 2018. Material- und Energieressourcen von Produktion und Konsum in der Schweiz. *EMPA – Materials Science & Technology*, St. Gallen. Projekt MatCH «Materialressourcen Schweiz» 84 S.

OFAG and OSAV, 2015. Strategie Lebensmittelkette. Office fédéral de l'agriculture OFAG, *Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires OSAV*, Berne. 8 S.

OFEV, 2012a. Plan directeur de recherche Environnement pour les années 2013-2016. Axes, domaines et thèmes de recherche prioritaires. *Office fédéral de l'environnement OFEV*, Berne. Connaissance de l'environnement 1609. 73 p.

OFEV, 2012b. Stratégie Biodiversité Suisse. *Office fédéral de l'environnement OFEV*, Berne. Les miscellanées de l'environnement UD-1060-D. 89 p.

OFEV, 2013. Politique forestière 2020. Visions, objectifs et mesures pour une gestion durable des forêts suisses. *Office fédéral de l'environnement OFEV*, Berne. Les miscellanées de l'environnement UD-1067-F. 66 p.

OFEV, 2016a. Plan directeur de recherche Environnement pour les années 2017-2020. Axes, domaines et thèmes de recherche prioritaires. *Office fédéral de l'environnement OFEV*, Berne. Connaissance de l'environnement UW-1609-F. 70 p.

OFEV, 2016b. Stratégie de l'OFEV 2030. *Office fédéral de l'environnement OFEV*, Berne. 20 p.

OFEV, 2018. Empreintes environnementales de la Suisse. De 1996 à 2015. *Office fédéral de l'environnement OFEV*, Berne. État de l'environnement UZ-1811-F. 22 p.

OFEV, OFEN and SECO, 2017. Politique de la ressource bois – Stratégie, objectifs et plan d'action bois. Office fédéral de l'environnement OFEV, *Office fédéral de l'énergie OFEN*, *Secrétariat d'Etat à l'économie SECO*, Berne. Les miscellanées de l'environnement UD-1102-F. 44 p.

OFEV, OFSP, OSAV, OFAG and SECO, 2017. Stratégie Sécurité des produits chimiques pour l'exécution interdépartementale de la législation sur les produits chimiques. *Office fédéral de la santé publique OFSP*, *Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires OSAV*, *Office fédéral de l'environnement OFEV*, *Office fédéral de l'agriculture OFAG*, *Secrétariat d'Etat à l'économie SECO*, Berne. 26 p.

OFEV and WSL, 2017. Mutation du paysage. Résultats du programme de monitoring Observation du paysage suisse (OPS). *Office fédéral de l'environnement OFEV*, *Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL*, Berne. L'état de l'environnement UZ-1641-F. 74 p.

OFS, 2015. Dépenses de recherche et développement (R-D) de la Confédération. *Office fédéral de la statistique OFS*. www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/actualites/quoi-de-neuf.assetdetail.8086325.html

OFS, 2017a. Dépenses de recherche et développement (R-D) des entreprises privées 1995-2015. *Office fédéral de la statistique OFS*. www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/catalogues-banques-donnees/tableaux.assetdetail.3662426.html

OFS, 2017b. La recherche et le développement dans l'économie privée en Suisse 2015. *Office fédéral de la statistique*, Neuchâtel. 1150-1500. 85 p.

OFSP and CDS, 2016. Stratégie nationale Prévention des maladies non transmissibles (stratégie MNT) 2017-2024. *Office fédéral de la santé publique OFSP*, *Conférence suisse des directrices et directeurs cantonaux de la santé CDS*, Berne. 62 p.

PLANAT, 2018. Gestion des risques liés aux dangers naturels. Stratégie 2018. *Plateforme nationale Dangers naturels PLANAT*, c/o *Office fédéral de l'environnement OFEV*, Berne. 30 p.

Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, A. Persson, F. S. Chapin, E. Lambin, T. M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H. J. Schellnhuber, B. Nykvist, C. A. de Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sorlin, P. K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R. W. Corell, V. J. Fabry, J. Hansen, B. Walker, D. Liverman, K. Richardson, P. Crutzen and J. Foley, 2009. Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society* 14(2):32.

SCNAT, 2016. Coup de projecteur sur le climat suisse. Etat des lieux et perspectives. *Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT)*, Berne. swiss academies reports 5. 216 p.

SCNAT, 2017. Rapport annuel 2016 de la SCNAT. *Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT)*, Berne. 17 p.

SEFRI, 2017a. Projets accordés dans le domaine aérospatial pertinents pour l'environnement en 2016. *Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation SEFRI*. non publié.

SEFRI, 2017b. Projets COST 2016. *Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation SEFRI*. non publié.

SEFRI, 2017c. Projets EUREKA 2016 dans le domaine de l'environnement. *Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation SEFRI*. non publié.

SEFRI, 2017d. Projets FP7 & H2020. *Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation SEFRI*. non publié.

Steffen, W., K. Richardson, J. Rockström, S. E. Cornell, I. Fetzer, E. M. Bennett, R. Biggs, S. R. Carpenter, W. de Vries, C. A. de Wit, C. Folke, D. Gerten, J. Heinke, G. M. Mace, L. M. Persson, V. Ramanathan, B. Reyers and S. Sörlin, 2015. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* 347(6223):10.1126/science.1259855

UNEP, 2019. Sand and Sustainability: Finding new solutions for environmental governance of global sand resources. *United Nations Environmental Programme UNEP*, Geneva. 56 p.

WEF, 2019. The Global Risks Report 2019. 14th Edition. *World Economic Forum WEF*, Geneva. ISBN: 978-1-944835-15-6. 107 S.