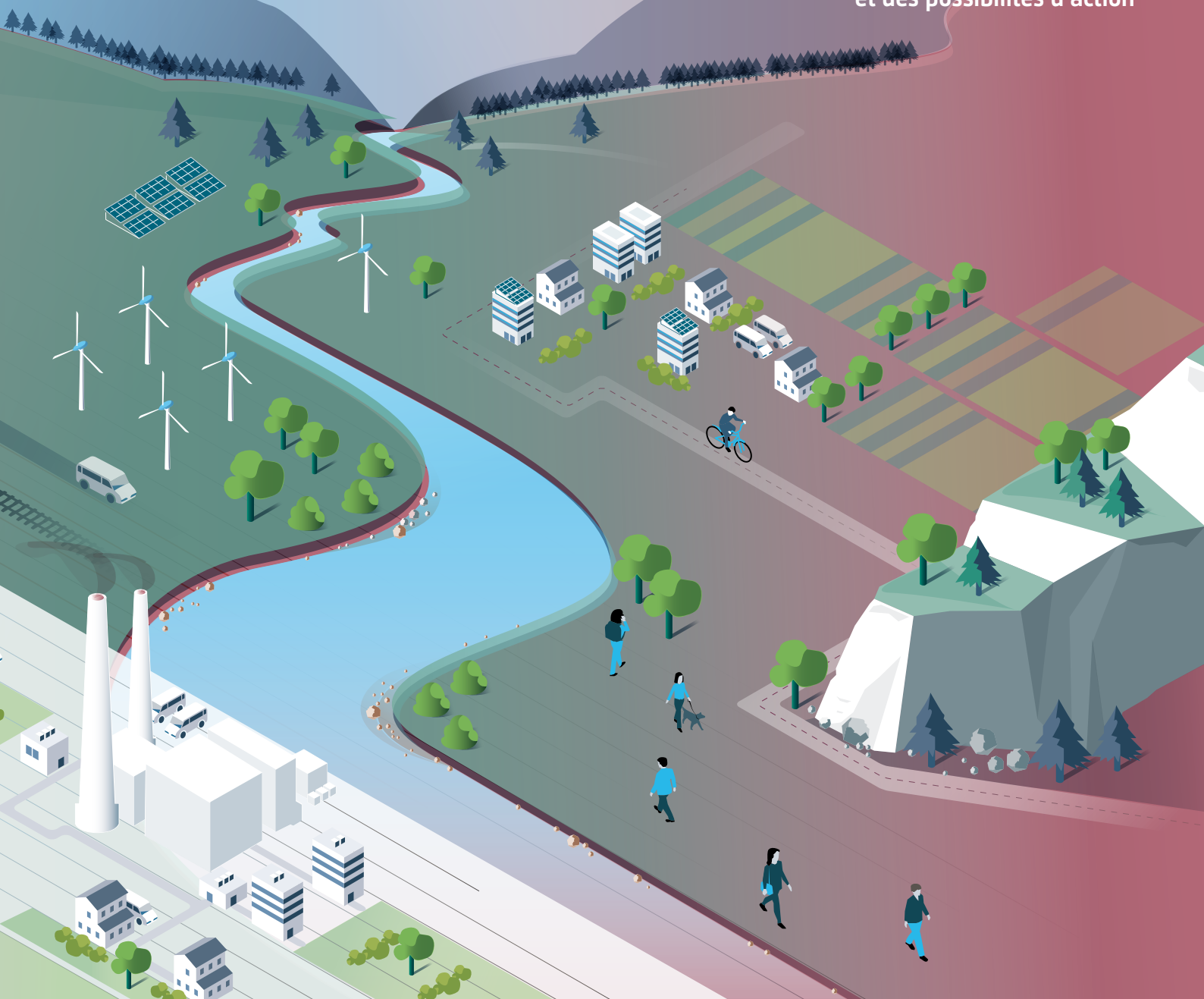



Coup de projecteur sur le climat suisse

Aperçu de l'évolution, des conséquences
et des possibilités d'action



MENTIONS LÉGALES

ÉDITRICE ET CONTACT

Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT)
Forum sur le climat et les changements globaux (ProClim)
Maison des Académies • Laupenstrasse 7 • Case postale • 3001 Berne • Suisse
+41 31 306 93 50 • proclim@scnat.ch • proclim.scnat.ch •  ProClim

PROPOSITION DE CITATION

ProClim (2026) Coup de projecteur sur le climat suisse.
Swiss Academies Reports 21 (2)

AUTEURES ET AUTEURS*

Stefano Battiston • Sebastian Berger • David N. Bresch • Daniel Bretscher • Stefan Brönnimann •
Manuela Brunner • Cyril Brunner • Nina Buchmann • Harald Bugmann • Pierluigi Calanca • Peter de Haan •
Lukas Fesenfeld • Erich Fischer • Robert Gutsche • Nicolas Gruber • Christian Huggel • Matthias Huss •
Karin Ingold • Jeanine Janz • Anne Kempel • Sol Kislig • Reto Knutti • Sven Kotlarski • Filippo Lechthaler •
Peter Mani • Olivia Romppainen-Martius • Christoph Marty • Peter Messerli • Veruska Muccione • Regula Mülchi •
Urs Neu • Jeannette Nötzli • Johan Nöthiger • Anthony Patt • Etienne Pigué • Marco Pütz • Martina Ragettli •
Martine Rebetz • Andreas Rigling • Christian Rixen • Dominic Roser • Mike Schäfer • Simon C. Scherrer •
Sonia I. Seneviratne • Nicolas Senn • Eva Spehn • Nadine Strauß • Tobias Stucki • Philippe Thalmann •
Ivo Wallimann-Helmer • Ralph Winkler

DIRECTION DE PROJET

ProClim

REVIEW**

Gino Baudry • Tobias Brosch • Cyril Brunner • Philip Brunner • Raphael Bucher • Reto Burkard • Jannis Epting •
Andreas Fischer • Guillaume Habert • Roland Hohmann • Nina Huber • Reto Knutti • Axel Michaelowa •
Raphael Neukom • Sascha Nick • Jeannette Nötzli • Martina Ragettli • Roger Ramer • Martin Rössli •
Regine Röthlisberger • Nadine Salzmänn • Philippe Thalmann • Frank Vöhringer • Esther Walter

CONSEIL SCIENTIFIQUE

Christian Huggel • Karin Ingold • Veruska Muccione • Anthony Patt • Gian-Kasper Plattner • Sonia I. Seneviratne

RÉDACTION

Jeanine Janz • Sol Kislig • Filippo Lechthaler • Urs Neu • Johan Nöthiger • Rémi Willemin

IMAGE DE COUVERTURE ET GRAPHIQUES

Marina Bräm

MISE EN PAGE

Olivia Zwygart

* Les auteures et auteurs ont chacune et chacun rédigé un ou plusieurs paragraphes d'un chapitre relevant de leur domaine de spécialité. La rédaction et le comité scientifique ont ensuite révisé le texte des chapitres, tout en conservant les messages clés.

** Les expertes et experts ont validé soit certaines parties, soit l'intégralité du rapport.

Outre ce rapport détaillé, il existe un rapport succinct, le « Rapport de synthèse », qui résume les principales conclusions.

Les deux rapports sont disponibles sous forme électronique à l'adresse: focus-climat.ch

2^e édition, 2026

ISSN (en ligne) : 2297-1572

DOI : doi.org/10.5281/zenodo.18781595



Coup de projecteur sur le climat suisse

Aperçu de l'évolution, des conséquences
et des possibilités d'action

ODD: Objectifs de développement durable de l'ONU

Avec cette publication l'Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT) contribue aux objectifs 3, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 : « **Bonne santé et bien-être** », « **Eau propre et assainissement** », « **Énergie propre et d'un coût abordable** », « **Industrie, innovation et infrastructure** », « **Inégalités réduites** », « **Villes et communautés durables** », « **Consommation et production responsables** », « **Mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques** », « **Vie aquatique** », « **Vie terrestre** », « **Paix, justice et institutions efficaces** » et « **Partenariats pour la réalisation des objectifs** ».

LES OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE (ODD) SONT DES OBJECTIFS DÉFINIS AU NIVEAU ÉCONOMIQUE, SOCIAL ET ÉCOLOGIQUE. LES CHEFS D'ÉTAT ET DE GOUVERNEMENT DES NATIONS UNIES ONT ADOPTÉ LES 17 OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE EN 2015. CES NOUVEAUX OBJECTIFS DOIVENT ÊTRE MIS EN ŒUVRE D'ICI 2030 À L'ÉCHELLE MONDIALE ET PAR L'ENSEMBLE DES ÉTATS MEMBRES DE L'ONU ET SERVIR À GARANTIR L'INSTAURATION D'UN DÉVELOPPEMENT DURABLE.

> sdgs.un.org

> agenda-2030.eda.admin.ch/fr/agenda-2030-pour-le-developpement-durable



Contenu

Avant-propos.....	5
Structure du rapport.....	6
1 Situation actuelle et évolutions.....	7
1.1 Réchauffement observé et ses causes	7
1.1.1 Au niveau mondial.....	7
1.1.2 Europe	7
1.1.3 Suisse	8
1.2 Conséquences observées de l'augmentation de la température.....	8
1.2.1 Au niveau mondial.....	8
1.2.2 Europe	9
1.2.3 Suisse	9
A) La Suisse dans son ensemble	9
B) Eau	9
C) Biodiversité.....	9
D) Forêt.....	11
E) Glace et neige	11
F) Agriculture et système alimentaire	11
G) Santé.....	11
H) Espace urbain et infrastructures	13
I) Économie et société.....	13
1.3 Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'atténuation.....	13
1.3.1 Au niveau mondial.....	13
1.3.2 Europe	14
1.3.3 Suisse	15
1.4 Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'adaptation	17
1.4.1 Au niveau mondial.....	17
1.4.2 Europe	18
1.4.3 Suisse	18
2 Futur changement climatique et risques.....	21
2.1 Principes généraux	21
2.1.1 Budgets carbone	21
A) Au niveau mondial.....	21
B) Suisse	21
2.1.2 Points de bascule des systèmes naturels.....	21
2.1.3 Dépassement et retour à la limite de température	22
2.2 Futur changement climatique.....	22
2.2.1 Au niveau mondial.....	22
2.2.2 Suisse	23
2.3 Conséquences futures du changement climatique et risques liés au climat.....	24
2.3.1 Au niveau mondial.....	24
2.3.2 Suisse	24
A) La Suisse dans son ensemble	24
B) Eau	26

	C) Biodiversité	26
	D) Forêt.....	27
	E) Glace et neige	27
	F) Agriculture et système alimentaire	27
	G) Santé.....	28
	H) Énergie, infrastructures et espace urbain	28
	I) Économie et société.....	29
	Économie.....	29
	Tourisme.....	29
	Assurances et industrie financière.....	29
	Finances publiques.....	30
3	Mesures (atténuation et adaptation)	31
3.1	Principes généraux	31
	3.1.1 Investissements et action publique.....	31
	3.1.2 Gouvernance et stratégies.....	31
	3.1.3 Coopération internationale.....	32
	3.1.4 Changement de comportement.....	33
	3.1.5 Synergies et conflits d'objectifs avec le développement durable.....	33
	3.1.6 Équité	34
	3.1.7 Migration.....	34
	3.1.8 Communication	35
3.2	Options d'atténuation et d'adaptation	35
	3.2.1 Au niveau mondial	35
	3.2.2 Suisse	37
	A) La Suisse dans son ensemble	37
	B) Eau	38
	C) Biodiversité	39
	D) Forêt.....	39
	E) Glace et neige	40
	F) Agriculture et système alimentaire	40
	G) Santé.....	41
	H) Système énergétique, infrastructures et espace urbain.....	41
	Système énergétique en général	41
	Production et consommation d'électricité	42
	Industrie et transports	42
	Bâtiments et infrastructures	43
	Espace urbain	43
	I) Économie et société.....	44
	Entreprises.....	44
	Tourisme.....	44
	Industrie financière	45
	Finances publiques.....	45
4	Bibliographie.....	47
5	Abbreviations.....	62
	Glossaire.....	63

Avant-propos



Ce rapport présente une vue d'ensemble actualisée des principales conclusions scientifiques sur le changement climatique, en mettant l'accent sur la Suisse. Il s'adresse aux utilisatrices et utilisateurs issus des milieux politiques, administratifs, économiques, éducatifs et de la société civile qui souhaitent obtenir une orientation structurée dans la multitude d'informations scientifiques disponibles. Le contenu est délibérément condensé en messages clés concis plutôt qu'en textes continus et étayé par des sources qui permettent une lecture approfondie. Le rapport se concentre sur les faits scientifiques et les connexions; il se veut pertinent sur le plan politique sans formuler de recommandations d'action détaillées. Sur cette base, les options d'action possibles peuvent être identifiées et discutées.

Plus de 60 expertes et experts issus de différentes hautes écoles et institutions suisses ont contribué à ce rapport: elles et ils ont évalué les contenus, identifié et intégré les sources pertinentes, rédigé les messages clés et évalué les chapitres. Leur engagement et leur expertise témoignent de la force et de la diversité de la recherche climatique suisse. Nous leur adressons nos sincères remerciements.

À une époque où le débat public sur la science et les questions climatiques est marqué par des attentes et des perspectives divergentes, nous souhaitons, avec ce rapport, contribuer à un dialogue factuel, équilibré et ouvert sur la manière d'aborder le changement climatique en Suisse.

*Prof. Dr Bernard Lehmann,
président de la Plateforme Science et Politique*

Prof. Dr Karin Ingold, présidente de ProClim

Structure du rapport

Ce rapport offre un aperçu concis du thème du climat, en mettant l'accent sur la Suisse. Les messages clés résumant l'essence qualitative des principales conclusions scientifiques et ont pour but de donner un aperçu rapide de l'état actuel des connaissances. Pour des explications approfondies et détaillées – p. ex. sur l'ampleur, les incertitudes, les périodes exactes ou les méthodes –, le texte renvoie aux références correspondantes.

Le rapport est divisé en trois chapitres principaux :

1. Situation actuelle et évolutions
2. Futur changement climatique et risques
3. Mesures (atténuation et adaptation)

Dans chaque chapitre, les thèmes sont traités par secteur (p. ex. eau, forêt, etc.). Ainsi, le premier chapitre explique comment le changement climatique a jusqu'à présent affecté le secteur de l'eau, le deuxième chapitre présente les risques futurs dans ce secteur et le troisième chapitre décrit les mesures possibles. Des renvois entre les sous-chapitres connexes facilitent la compréhension des liens thématiques.

En plus des parties spécifiques à chaque secteur, chaque chapitre offre une perspective au niveau mondial et un aperçu de la situation en Suisse afin de mieux contextualiser les contenus. Le rapport contient également des encadrés avec des explications générales sur des aspects importants du changement climatique, ainsi qu'une liste d'abréviations et un glossaire des termes clés à la fin du rapport. Les principales sources du rapport sont le *sixième rapport d'évaluation* (AR6) du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) – pour les informations générales et les scénarios climatiques suisses *Climat CH2025* pour les informations spécifiques à la Suisse sur l'évolution du climat. Il convient de noter que les rapports du GIEC ne prennent en compte que la littérature publiée jusqu'au début de l'année 2021 environ et que des études plus récentes ont pu paraître depuis. Lorsqu'il est fait référence à des sources volumineuses telles que le rapport du GIEC, le chapitre correspondant (abrégé en « Ch. ») ou la figure (abrégée en « Fig. ») est indiqué après la référence en exposant. Cela facilite la vérification de la source et permet de limiter la bibliographie.

1 Situation actuelle et évolutions

1.1 Réchauffement observé et ses causes

La température moyenne observée à la surface de la Terre entre 2015 et 2024 était supérieure d'environ 1,2° C à celle de la période de référence préindustrielle à l'échelle mondiale, d'environ 2,2° C en Europe et d'environ 2,8° C en Suisse. Cette augmentation de la température est principalement due à la concentration accrue de gaz à effet de serre, qui résulte avant tout de l'utilisation humaine des énergies fossiles. La Suisse se réchauffe environ 2,2 fois plus vite que la moyenne mondiale.

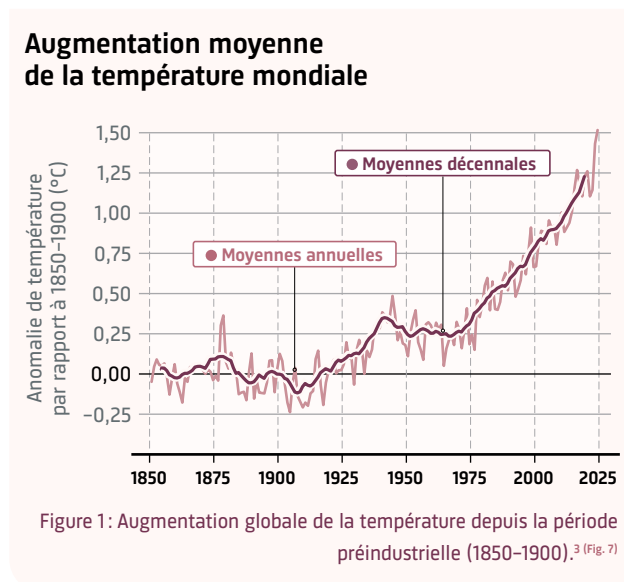
1.1.1 Au niveau mondial

Le réchauffement du système climatique est indéniable.^{1(Ch. A.1)} La température moyenne observée à la surface de la Terre^a entre 2015 et 2024 était supérieure de 1,24° C [1,11–1,35° C]^b à celle de la période de référence préindustrielle (1850–1900).^c L'influence humaine sur le système climatique est claire: les activités humaines

ont provoqué un réchauffement de 1,22° C [1,0–1,5° C] au cours de cette période. L'augmentation de la température a été nettement plus forte au-dessus des surfaces terrestres (+1,79° C [1,56–2,03° C]) qu'au-dessus des océans (+1,02° C [0,81–1,13° C]).³

Les principaux responsables de l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre sont: l'utilisation de combustibles fossiles (environ 90 % des émissions de CO₂ et environ 35 % des émissions de méthane); l'utilisation des terres (environ 40 % des émissions de méthane et 70 % des émissions de protoxyde d'azote) et les changements d'affectation des terres, tels que le déboisement pour l'agriculture; et les modes de consommation et de production liés au mode de vie.⁴

Chapitres connexes : Conséquences observées : 1.2.1, Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'atténuation : 1.3.1, Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'adaptation : 1.4.1, Futur changement climatique : 2.2.1, Conséquences et risques futurs : 2.3.1, Options d'atténuation et d'adaptation : 3.2.1.



A La « température à la surface de la Terre » est la température de l'air mesurée à la surface de la Terre.

B Dans cette sous-section, les chiffres entre crochets [] indiquent la fourchette dans laquelle le paramètre indiqué se situe très probablement (« very likely ») (avec une probabilité >90 %).

C La période 1850–1900 est globalement assimilée à la période « préindustrielle », car, selon les connaissances actuelles, elle était aussi chaude que la période 1750–1850 (avant la « révolution industrielle »), mais dispose d'une base de données beaucoup plus complète. Pour la Suisse, on utilise la période 1871–1900, car les mesures régulières n'ont commencé qu'à partir de 1864 environ. MétéoSuisse utilise une courbe de tendance climatique flexible selon Scherrer et al. (2024)² pour déterminer le réchauffement déjà survenu. Celui-ci s'élève à +2,9° C en 2024 par rapport à la moyenne de 1871–1900. Pour une comparaison entre le monde, l'Europe et la Suisse, voir fig. 2.

1.1.2 Europe

La comparaison avec la période de référence préindustrielle (1850–1900) montre que la température moyenne à la surface de la Terre en Europe entre 2015 et 2024 était supérieure d'environ 2,19 à 2,26° C à celle de l'époque préin-

Augmentation moyenne de la température

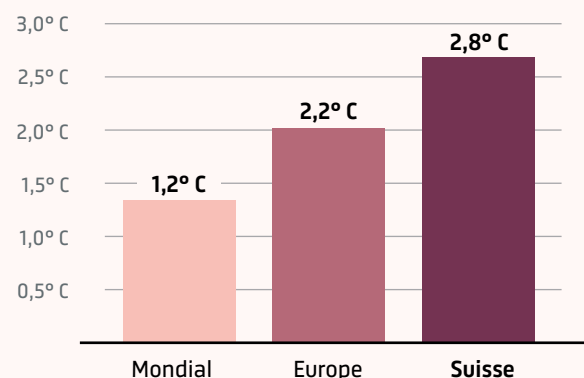


Figure 2: Augmentation de la température à la surface de la Terre: moyenne décennale 2015–2024 par rapport à la période de référence préindustrielle^b au niveau mondial^{3,6} pour l'Europe⁶ et pour la Suisse.¹⁰

dustrielle.⁶ La majeure partie de ce réchauffement (1,7° C) s'est produite depuis les années 1980.⁹ Au cours de cette période, l'Europe s'est réchauffée deux fois plus vite que la moyenne mondiale, ce qui en fait le continent qui se réchauffe le plus rapidement sur Terre.⁸ Les recherches actuelles montrent que l'Europe centrale s'est réchauffée plus fortement que ne le projetaient les modèles climatiques régionaux.⁹

Chapitres connexes: Conséquences observées: 1.2.2, Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'atténuation: 1.3.2, Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'adaptation: 1.4.2.

1.1.3 Suisse

En 2024, la température à la surface de la Terre^A dans la région alpine et en Suisse était déjà supérieure de 2,9° C^E à la moyenne de 1871–1900. Depuis plusieurs décennies, la région alpine s'est réchauffée environ 2,2 fois plus que la moyenne mondiale.^{2,11}

Les causes de ce réchauffement plus important que la moyenne mondiale sont principalement la situation géographique de la Suisse à la surface terrestre (qui se réchauffe plus que les océans) et la diminution de la couverture neigeuse et glaciaire.¹⁰ D'autres causes possibles sont les changements aléatoires ou systématiques des courants atmosphériques et la diminution de la concentration des particules dans l'air (aérosols).¹⁰

En 2023, les émissions de gaz à effet de serre en Suisse (hors trafic aérien international) étaient composées à 78,5 % de CO₂, provenant principalement de la combustion de combustibles et de carburants fossiles. Le reste était principalement constitué de méthane et de protoxyde d'azote provenant de l'agriculture et de la gestion des déchets (décharges et traitement des eaux usées). En 2023, les secteurs qui contribuaient le plus aux émissions nationales de gaz à effet de serre en Suisse étaient les transports avec 33,6 %, suivis de l'industrie et du secteur du bâtiment (ménages et services) avec 22,2 % chacun.¹² Le trafic aérien international est présenté séparément dans l'inventaire suisse des gaz à effet de serre et représentait 11 % des émissions totales en 2019, année précédant la COVID. L'impact climatique du trafic aérien, dû aux émissions de substances à courte durée de vie et

à leurs effets (p. ex. les traînées de condensation), est actuellement environ 2,0 à 2,7 fois plus élevé que celui calculé sur la base des seules émissions de CO₂. Le trafic aérien est donc responsable d'environ un quart de l'impact climatique de la Suisse (hors émissions induites par les importations, voir encadré 1).¹³

Chapitres connexes: Conséquences observées: 1.2.3 A), Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'atténuation: 1.3.3, Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'adaptation: 1.4.3, Futur changement climatique: 2.2.2, Conséquences et risques futurs: 2.3.2 A), Options d'atténuation et d'adaptation: 3.2.2 A).

1.2 Conséquences observées de l'augmentation de la température

Entre 1901 et 2024, le changement climatique induit par l'activité humaine a entraîné une élévation du niveau de la mer de 0,23 m et de profonds changements dans la cryosphère, notamment la fonte des calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique. Les phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes tels que les fortes précipitations, les vagues de chaleur et la sécheresse ont fortement augmenté. La Suisse et l'Europe occidentale font partie des 5 % des régions du monde qui ont enregistré la plus forte augmentation de chaleur extrême depuis 1951.

1.2.1 Au niveau mondial

De nombreux indicateurs du système climatique mondial ont évolué rapidement dans de nombreuses régions du globe. Entre 1901 et 2024, le niveau mondial des mers a notamment augmenté de 0,23 m¹⁶ et les calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique ont perdu beaucoup de leur masse depuis les années 1990 au plus tard. L'élévation du niveau de la mer, les changements dans la cryosphère ainsi que les modifications dans de nombreux écosystèmes et l'extinction d'espèces qui en résulte seront irréversibles pendant des siècles, voire des millénaires.¹⁷

Les phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes ont déjà augmenté dans de nombreuses régions du monde, avec des conséquences parfois catastrophiques pour l'être humain et son environnement naturel. Il existe des preuves scientifiques irréfutables que les phénomènes météorologiques extrêmes tels que les vagues de chaleur, les fortes précipitations et les sécheresses se sont intensifiés et que le changement climatique a eu une influence déterminante sur ces changements, voire en est responsable.¹⁸

Le changement climatique entraîne également de plus en plus de mouvements de population. Ceux-ci ont princi-

D Cette valeur est basée sur les données ERA5 et résulte de la différence entre les moyennes des périodes 2015–2024 et 1980–1990.⁷

E Pour calculer les températures moyennes, la Suisse utilise la moyenne mobile, qui est déterminée à l'aide d'une régression linéaire locale (LOESS). Alors que, pour des raisons de comparabilité, les moyennes sur dix ans sont également indiquées pour la Suisse dans la figure 2 (2,8° C), le réchauffement calculé pour la Suisse à l'aide de la moyenne climatique mobile est de 2,9° C en 2024. Cette méthode remplace de plus en plus les estimations linéaires traditionnelles des tendances et les moyennes mobiles, car elle permet de bien représenter les évolutions non linéaires des tendances climatiques.

palement lieu à l'intérieur des frontières nationales.¹⁹ Ces dernières années, on a dénombré 20 millions de déplacés liés au climat par an.²⁰ Les principales causes sont les inondations et les intempéries.

Chapitres connexes: Réchauffement observé: 1.1.1, Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'atténuation: 1.3.1, Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'adaptation: 1.4.1, Futur changement climatique: 2.2.1, Conséquences et risques futurs: 2.3.1, Options d'atténuation et d'adaptation: 3.2.1. Définition des termes « indicateurs climatiques », « cryosphère » voir glossaire.

1.2.2 Europe

L'Europe centrale occidentale est l'une des régions du monde qui connaît les changements les plus nombreux et/ou les plus importants en termes d'événements extrêmes et de facteurs d'influence: ²¹ (Fig. SPM. 3)

- La Suisse et l'Europe occidentale font partie des 5 % des régions terrestres du monde qui ont enregistré la plus forte augmentation de chaleur extrême depuis 1951.^{5, 9, 18} Les jours et les nuits les plus chauds de l'année se sont réchauffés d'environ 3,5 et 4,5° C respectivement depuis 1901.⁹ L'augmentation est environ 1,5 fois plus forte en Europe que la moyenne mondiale¹⁷ et plus forte que ce que laissaient prévoir les simulations.
- La fréquence des sécheresses extrêmes du sol a été multipliée par 1,2 en Europe entre 1991 et 2021, et celle des sécheresses extrêmes de l'air a même été multipliée par 1,6. La fréquence de la cooccurrence des deux types de sécheresse a même été multipliée par 1,7 au cours de la même période.²²
- Les précipitations extrêmes sont environ 1,5 à 2 fois plus fréquentes en Europe que la moyenne mondiale.^{23, 24}

Chapitres connexes: Réchauffement observé: 1.1.2, Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'atténuation: 1.3.2, Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'adaptation: 1.4.2.

1.2.3 Suisse

A) La Suisse dans son ensemble

Les fortes précipitations quotidiennes sont aujourd'hui 26 % plus fréquentes et 12 % plus intenses en Suisse qu'au début du XX^e siècle. Les fortes précipitations estivales de courte durée, en particulier, sont devenues plus intenses.²⁵ La fréquence de la grêle en Suisse a augmenté de 50 % à 100 % depuis 1959.⁹

Depuis 1961, la limite du zéro degré a augmenté de 300 à 400 m.¹⁰ Le nombre de jours avec un manteau neigeux à basse et moyenne altitude (en dessous de 2000 m) a considérablement diminué, d'environ 4 à 5 jours par décennie.²⁶

Les périodes de grande chaleur sont également devenues plus fréquentes et plus intenses en Suisse, tandis que les vagues de froid ont tendance à diminuer, avec jusqu'à 60 % de jours de gel en moins.¹⁰ Ces conclusions sur les conséquences du changement climatique observées jusqu'à présent sont résumées dans la figure 4.

Chapitres connexes: Réchauffement observé: 1.1.3, Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'atténuation: 1.3.3, Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'adaptation: 1.4.3, Futur changement climatique: 2.2.2, Conséquences et risques futurs: 2.3.2 A), Options d'atténuation et d'adaptation: 3.2.2 A).

B) Eau

La saisonnalité des débits a fortement changé, en particulier dans les bassins versants influencés par la neige et les glaciers, les précipitations totales et les débits ayant augmenté en hiver et diminué en été et en automne.²⁷

Outre la saisonnalité des débits, les événements hydrologiques extrêmes ont également changé: la sécheresse et les températures élevées de l'eau sont devenues plus fréquentes et plus intenses.²⁸ Les changements dans les événements de crue sont moins clairement perceptibles, car les crues varient naturellement fortement d'une année à l'autre et il y a l'effet des mesures de protection supplémentaires.²⁹

Chapitres connexes: Conséquences et risques futurs: 2.3.2 B), Options d'atténuation et d'adaptation: 3.2.2 B).

C) Biodiversité

La tendance des espèces à se répartir à des altitudes plus élevées en raison du changement climatique s'est poursuivie et s'est encore accentuée parallèlement au réchauffement des dernières décennies.^{30, 31} Cette tendance est particulièrement marquée au niveau des sommets, dans les forêts de montagne et à la limite forestière.³²⁻³⁴ Il en résulte une augmentation des espèces qui préfèrent des conditions plus chaudes, ainsi qu'une période de végétation plus longue due à un démarrage plus précoce de la croissance des plantes.³⁵ Les Alpes sont devenues plus vertes.³⁶

Il existe toutefois de grandes différences dans la vitesse à laquelle les espèces migrent vers les hauteurs.^{31, 37} La plupart des espèces migrent trop lentement pour conserver

Encadré 1: Calcul de l'inventaire des gaz à effet de serre : émissions induites par la production vs. émissions induites par la consommation

Les règles selon lesquelles les États signataires de l'Accord de Paris doivent établir un inventaire des gaz à effet de serre sont définies dans le cadre dit « Enhanced Transparency Framework » (ETF)¹⁴, qui a été adopté en 2018 lors de la COP24 à Katowice. Il s'appuie sur les lignes directrices du GIEC et suit des normes internationales. L'inventaire doit être exprimé en équivalents CO₂ et couvrir les sources d'émissions et les puits de gaz à effet de serre dans tous les secteurs concernés. Cela comprend l'énergie, les processus industriels et les émissions induites par les produits, l'agriculture, ainsi que l'utilisation des terres, le changement d'affectation des terres et la foresterie (en anglais *Land Use, Land-Use Change and Forestry – LULUCF*) de plus que les déchets. Toutefois, seules les émissions induites par la production d'un pays sont prises en compte. Cela signifie que seules les émissions de gaz à effet de serre générées à l'intérieur des frontières nationales sont enregistrées, que les biens soient ensuite exportés ou consommés dans le pays. Cette approche est appelée principe de territorialité. L'empreinte carbone est une autre façon de quantifier les émissions d'un pays. Elle comprend les émissions induites par la consommation (c'est-à-dire celles générées par la consommation finale de biens et de services dans

un pays). Elle tient donc également compte des émissions induites par les importations, qui sont générées, p. ex., tout au long de la chaîne d'approvisionnement à l'étranger. Les émissions induites par les exportations, qui sont générées par la production nationale de biens et de services destinés à l'exportation, en sont déduites. Le calcul d'un inventaire des gaz à effet de serre basé sur la consommation n'est pas obligatoire dans le cadre de l'Accord de Paris. Cela est important pour la Suisse, car les émissions induites par la consommation sont environ 2,6 à 3,1 fois plus élevées que les émissions induites par la production seule en raison de l'intensité des importations du pays.¹⁵ Les émissions dites « grises » sont un autre paramètre régulièrement mentionné dans le contexte des émissions et des inventaires des gaz à effet de serre. Elles désignent toutes les émissions en amont d'un produit ou d'un service en Suisse et à l'étranger, telles que leur transport. À titre de distinction : les « scopes » (1, 2, 3) fréquemment utilisés ne proviennent pas des règles de la CCNUCC, mais du Greenhouse Gas Protocol et décrivent la classification des émissions du point de vue des entreprises (voir également le glossaire).

Inventaire des gaz à effet de serre en Suisse

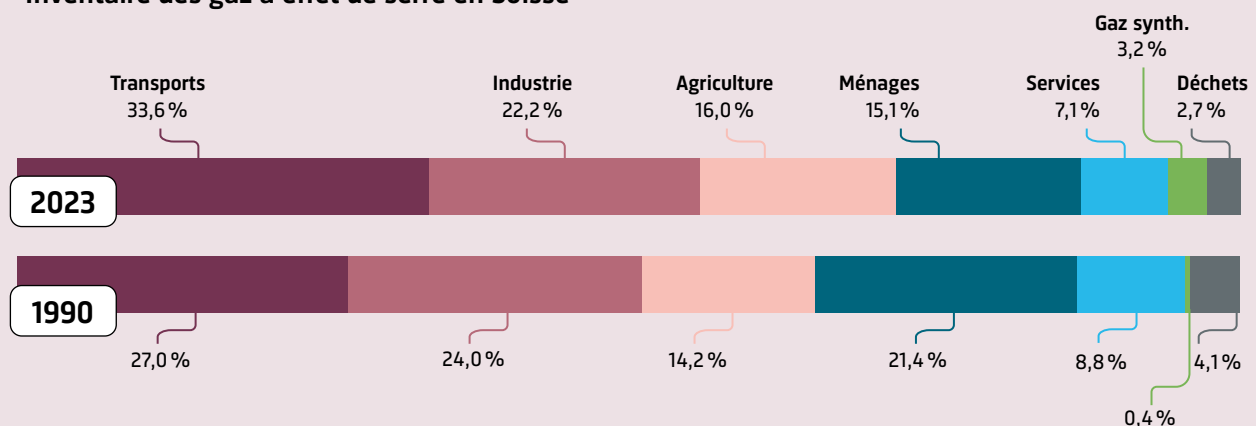


Figure 3 : Répartition des émissions de gaz à effet de serre induites par la production en Suisse par secteur (en %). Le trafic aérien et maritime international n'est pas pris en compte.¹²

leurs conditions climatiques habituelles. Seules les espèces mobiles telles que les reptiles, les oiseaux et les insectes terrestres peuvent plus ou moins suivre le rythme du changement de température.^{31, 38}

Le changement climatique a ainsi entraîné la perte d'habitats d'espèces adaptées au froid. On observe donc une augmentation à long terme du risque d'extinction, en

particulier pour les espèces dont les possibilités de propagation sont limitées ou pour celles qui souffrent d'une concurrence croissante (p. ex. le Lagopède alpin^F).³⁹⁻⁴¹ Dans les Alpes, les changements dans l'utilisation des terres

^F Le lagopède alpin est considéré comme un exemple typique, car il est fortement lié aux habitats froids de haute montagne, n'a que peu de possibilités de se propager et subit une pression supplémentaire due à l'avancée d'espèces très compétitives provenant de zones plus basses.

agricoles accentuent encore la pression sur la biodiversité montagnarde, p.ex. l'abandon des terres jusqu'alors exploitées en altitude, l'intensification de l'agriculture en plaine et l'avancée de la forêt de montagne.^{32, 42}

Chapitres connexes: Conséquences et risques futurs: 2.3.2 C), Options d'atténuation et d'adaptation: 3.2.2 C).
Définition du terme « biodiversité » voir glossaire.

D) Forêt

La succession d'années de chaleur et de sécheresse extrêmes en 2015, 2018, 2019, 2022 et 2023 a causé des dégâts à grande échelle dans les forêts.^{43, 44} Dans de nombreuses régions de Suisse, ce ne sont pas seulement les essences sensibles comme l'épicéa et, de plus en plus souvent, le hêtre⁴⁵ qui ont été touchées, mais aussi de nombreuses autres essences comme le sapin blanc.⁴⁶

Affaiblies par la chaleur et la sécheresse, les forêts sont devenues plus vulnérables non seulement aux perturbations telles que les incendies et les tempêtes, mais aussi aux maladies et aux ravageurs, qui se développent plus facilement lorsque les températures sont élevées.⁴⁶ Cela a eu pour conséquence, p.ex., des dégâts causés par les scolytes dans les forêts d'épicéas d'Europe centrale à une échelle sans précédent⁴⁷ ou la propagation d'espèces particulièrement problématiques telles que le capricorne asiatique.⁴⁸ Ces conséquences compromettent la capacité des forêts à continuer à agir comme puits de carbone.⁴⁸

Chapitres connexes: Conséquences et risques futurs: 2.3.2 D), Options d'atténuation et d'adaptation: 3.2.2 D).
Définition du terme « puits de carbone » voir glossaire.

E) Glace et neige

L'influence croissante du changement climatique sur la cryosphère dans les Alpes suisses est mise en évidence par les données mesurées.⁴⁹⁻⁵² La tendance générale s'est poursuivie et s'est même accélérée dans certains cas: la durée et l'épaisseur de la couverture neigeuse hivernale ont diminué,^{26, 53} les glaciers ont perdu de leur masse et ont continué à reculer, le pergélisol s'est réchauffé et la glace dans le sol a diminué.

En 2022 et 2023, de nouveaux records ont été enregistrés à plusieurs reprises pour la neige, les glaciers et le pergélisol par rapport aux séries de mesures à long terme: la couverture neigeuse n'a jamais été aussi faible que pendant l'hiver 2022/2023.⁴¹¹ Les glaciers ont connu les taux de fonte les plus élevés et les deuxièmes plus élevés en 2022 et 2023. Après les étés caniculaires de 2022 et 2024, des valeurs record ont été mesurées pour la température du sol et l'épaisseur de la couche de dégel estivale dans

le pergélisol.^{49-52, 54} Entre les périodes 1961-1990 et 1991-2020, le nombre de jours de neige a diminué d'environ 7 à 12 jours selon les régions.⁹ Cela correspond à une baisse de 30 à 40 % dans le Plateau suisse.⁹

La dégradation du pergélisol contribue à réduire la stabilité des versants montagneux raides et entraîne une augmentation de la quantité de matériaux en vrac mobilisables. Dans le cas de certains glissements de terrain (par exemple à Moosfluh, près du grand glacier d'Aletsch, en 2016), de coulées de boue ou d'éboulements provenant du pergélisol, on soupçonne un lien avec le réchauffement et la perte de glace (p.ex. au Pizzo Cengalo en 2017,⁴⁰⁹ au Piz Scerscen en 2024⁴¹⁰).

Chapitres connexes: Conséquences et risques futurs: 2.3.2 E), Options d'atténuation et d'adaptation: 3.2.2 E).
Définition des termes « cryosphère », « pergélisol » voir glossaire.

F) Agriculture et système alimentaire

La hausse des températures a entraîné un allongement de la période de végétation de 2 à 4 semaines depuis 1961¹⁰ et une extension des surfaces potentiellement propices à l'agriculture.⁵⁶

En raison de la tendance persistante à des semestres estivaux plus secs, les zones d'estivage dans les Alpes et le Jura ont souffert de plus en plus de pénuries d'eau.⁵⁷

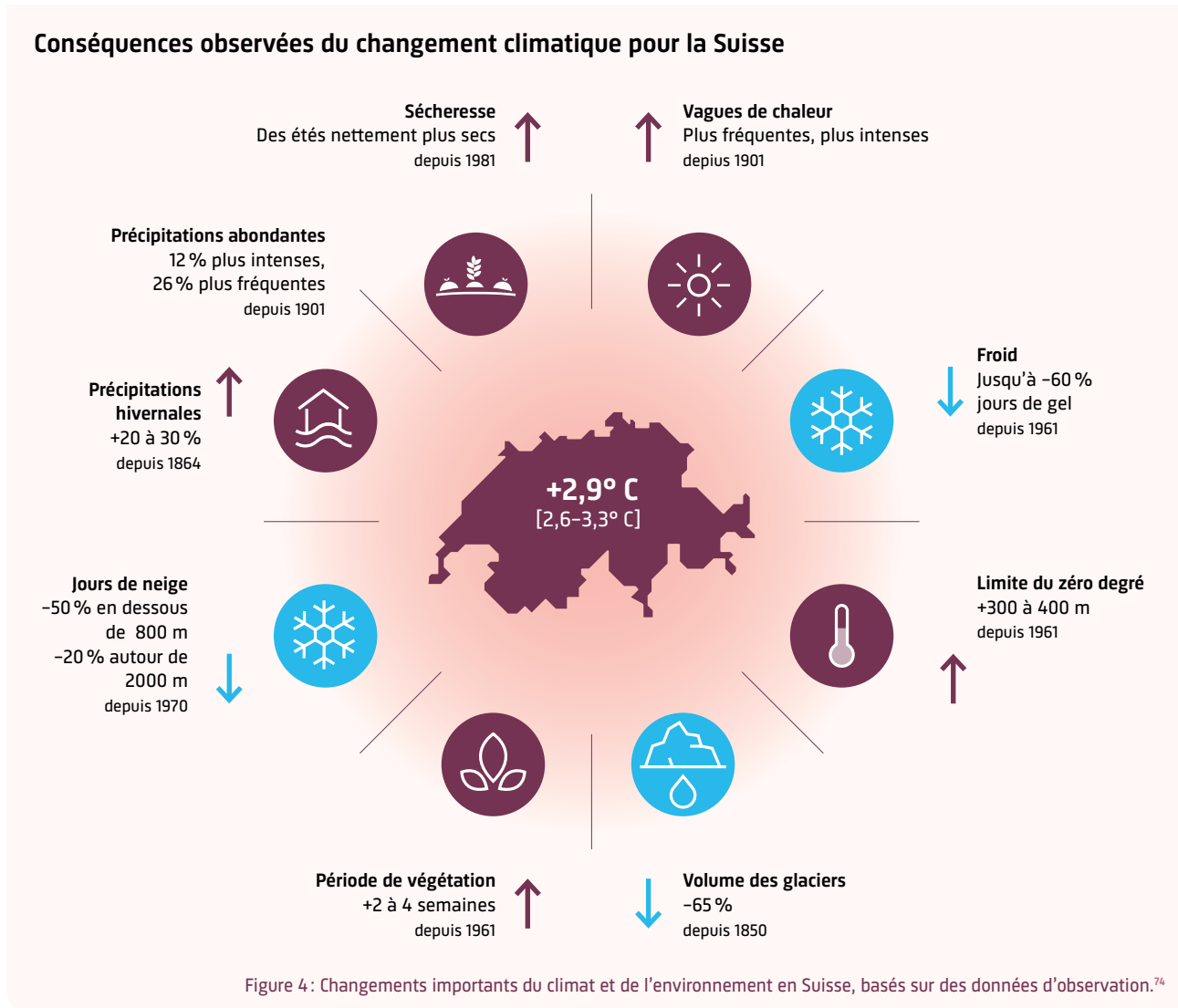
Outre la sécheresse, les fortes pluies, la grêle et les gelées tardives ont également nui à la production agricole ces dernières années et ont causé dans certains cas des dommages économiques considérables.⁵⁸ Les conséquences de la hausse des températures sur le développement saisonnier des plantes et l'apparition du gel ont déjà augmenté le risque de dommages causés par le gel aux arbres fruitiers dans les régions de haute altitude de la Suisse, mais sont restées inchangées dans les régions de basse altitude.

La fréquence croissante des périodes de chaleur a également accru le stress thermique pour les animaux d'élevage, avec des conséquences sur leur bien-être et leur productivité.⁶⁰

Chapitres connexes: Conséquences et risques futurs: 2.3.2 F), Options d'atténuation et d'adaptation: 3.2.2 F).

G) Santé

La hausse des températures et la fréquence accrue des vagues de chaleur ont entraîné une augmentation de la mortalité et des charges liées à des maladies imputables à la chaleur, ainsi qu'une baisse de la productivité au travail. Plusieurs centaines de décès ont été attribués à la chaleur



estivale ces dernières années.⁶¹⁻⁶³ 60 % de ces décès dus à la chaleur ne se seraient pas produits sans le changement climatique.⁶³

Le risque d'effets sur la santé liés à la chaleur augmente surtout dans les villes et pour les groupes particulièrement vulnérables tels que les personnes âgées, les personnes souffrant de maladies chroniques (cardiovasculaires, respiratoires, rénales, psychologiques, etc.), les femmes enceintes et les (jeunes) enfants, ainsi que les personnes qui travaillent à l'extérieur.^{61, 64, 65}

La transmissibilité de diverses maladies infectieuses a changé (p. ex. par les tiques ou les moustiques). En outre, le moustique tigre s'est déjà propagé dans certaines ré-

gions de Suisse, ce qui a augmenté le risque de transmission de diverses maladies infectieuses.^{6, 66, 67}

Les concentrations accrues de polluants atmosphériques nocifs ainsi que la saison pollinique plus longue, plus intense et plus précoce ont également un impact sur la santé, car elles augmentent et prolongent l'exposition des personnes sensibles.^{68, 69}

Chapitres connexes : Conséquences et risques futurs : 2.3.2 G), Options d'atténuation et d'adaptation : 3.2.2 G).

G Même si le moustique tigre ne transmet actuellement aucune infection, sa propagation croissante augmente le risque que des maladies transmises par ce moustique, telles que le virus Zika, la dengue, le chikungunya ou le paludisme, puissent se propager en Suisse.

H) Espace urbain et infrastructures

Les régions urbaines, et en particulier les villes, sont davantage touchées par les vagues de chaleur fréquentes en raison de « l'effet d'îlot de chaleur ». ⁷⁰ La densité des constructions et la faible végétation font que les villes se réchauffent davantage que les zones rurales et se refroidissent nettement moins bien la nuit. ⁷⁰

En raison des hivers plus doux, les besoins en chauffage ont diminué, ce qui contribue déjà à une réduction des émissions de CO₂, car on utilise moins de combustibles fossiles pour se chauffer. En revanche, les besoins en électricité pour le refroidissement n'ont cessé d'augmenter. ^{71,72}

En raison de la forte imperméabilisation des sols dans les villes, les eaux de pluie ne peuvent parfois plus s'infiltrer suffisamment lors des épisodes de fortes pluies, déjà plus fréquents aujourd'hui. ⁷³ Cela augmente le risque d'inondations et sollicite davantage les réseaux d'égouts et les stations d'épuration. ⁷³

Les infrastructures sont directement touchées par les dommages causés par la multiplication des événements extrêmes. Les voies de circulation, mais aussi les réseaux électriques, ont été particulièrement affectés par des événements extrêmes (p.ex., dans les vallées de Mattertal 2024 et Misox 2024). ⁷⁴

Chapitres connexes: Conséquences et risques futurs: 2.3.2 H), Options d'atténuation et d'adaptation: 3.2.2 H).

I) Économie et société

La hausse des températures a entraîné une baisse de la productivité du travail, qui coûte déjà aujourd'hui à la Suisse environ 665 millions de francs par an. ^{74,75}

Le tourisme dans les régions montagneuses est affecté par le changement climatique en raison de la diminution de l'enneigement en hiver, de l'augmentation des risques naturels et de la forte augmentation des besoins en eau pour la production de neige artificielle. ^{26, 53, 76-78} L'augmentation des besoins en eau entre en conflit avec l'approvisionnement en eau potable ⁵³ et la diminution de l'enneigement oblige déjà aujourd'hui les stations de ski situées à basse altitude à restructurer leur offre. ⁷⁶

Au cours des dernières décennies, la Suisse a connu, pour diverses raisons, une augmentation des sinistres et des coûts liés aux phénomènes météorologiques extrêmes. ⁷⁹⁻⁸¹ Ces coûts élevés s'expliquent principalement par des

facteurs socio-économiques tels que l'augmentation des valeurs assurées et leur vulnérabilité, p.ex. en raison de constructions dans des zones à risque. ⁷⁹

Les dommages climatiques causés aux sites de production à l'étranger et les baisses de production ou les interruptions des chaînes d'approvisionnement qui en découlent ont également une incidence sur l'économie suisse. ⁷⁴

Chapitres connexes: Conséquences et risques futurs: 2.3.2 I), Options d'atténuation et d'adaptation: 3.2.2 I).

1.3 Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'atténuation

Les émissions mondiales de gaz à effet de serre augmentent chaque année, mais leur croissance a ralenti au cours des 25 dernières années. Afin de ne pas dépasser la limite de réchauffement climatique moyen de 2° C négociée dans l'Accord de Paris, les émissions nettes de CO₂ devraient diminuer de 25 % d'ici 2030 par rapport à 2010 et être égales à zéro (net zéro CO₂) d'ici 2070. Dans la plupart des pays européens, les émissions par habitant induites par la production ont certes diminué au cours de la dernière décennie, mais le taux de réduction reste bien inférieur au niveau qui serait compatible avec la réalisation des objectifs de l'Accord de Paris.

1.3.1 Au niveau mondial

Les émissions mondiales de gaz à effet de serre ont été estimées à environ 58 ± 5 Gt CO₂ eq pour l'année 2024. Cela correspond à une augmentation de 13 % par rapport à 2010 et de 53 % par rapport à 1990. ¹⁹⁵ Les émissions mondiales de gaz à effet de serre augmentent chaque année (à l'exception de l'année 2020 pendant la pandémie de COVID-19) et aucun renversement de tendance n'est en vue. ⁸⁴ La plus grande partie et la plus forte croissance des émissions brutes de gaz à effet de serre proviennent du CO₂ issu de la combustion de combustibles fossiles et des processus industriels, suivis par le méthane. Le taux de croissance des émissions de gaz à effet de serre est passé de 2,1 % par an entre 2000 et 2009 à 1,3 % par an entre 2010 et 2019. ⁸³ Les estimations préliminaires basées sur les données disponibles indiquent que les émissions de CO₂ fossile auront encore augmenté de 1,1 % en 2025 par rapport à 2024. ⁸⁴

L'Accord de Paris a été signé en 2015 par 197 États et l'Union européenne, soit un total de 198 parties contractantes. ⁸⁵ L'accord a pour objectif de limiter le réchauffement climatique à nettement moins de 2° C, si possible à 1,5° C, par rapport à la période de référence préindus-

^H La méthode utilisée pour le calcul suit le modèle de risque du GIEC: danger × exposition × vulnérabilité. L'étude de cas suisse combine des prévisions de chaleur à haute résolution (danger), l'intensité du travail sous la chaleur (exposition) et la baisse de performance sous la chaleur (vulnérabilité).

Encadré 2 : Politique climatique en Suisse

La voie vers l'objectif de zéro émission nette de gaz à effet de serre d'ici 2050 de la Suisse est présentée dans la stratégie climatique à long terme⁹³ et est inscrite dans la loi sur le climat et l'innovation (LCI)^{94,95}. La LCI constitue le cadre juridique de la politique climatique à moyen et long terme. Elle fixe des objectifs de réduction des émissions par étapes jusqu'en 2050 ainsi que des valeurs indicatives pour les secteurs du bâtiment, des transports (à l'exception du transport aérien et maritime international) et de l'industrie. La Confédération et les cantons jouent un rôle de modèle pour atteindre d'ici à 2040 au minimum la neutralité des gaz à effet de serre (y compris le scope 3). Pour les entreprises, l'objectif de zéro émission nette de gaz à effet de serre d'ici 2050 s'applique (scope 1 et scope 2). Pour atteindre les réductions d'émissions, la LCI mise sur des incitations et des offres de conseil et renonce aux interdictions. Elle soutient en particulier le passage à des systèmes de chauffage respectueux du climat dans le cadre du programme d'impulsion pour des bâtiments respectueux du climat, ainsi que la promotion de technologies et de processus innovants dans les entreprises. L'ordonnance sur la protection du climat (OCI)⁹⁶ précise les conditions-cadres de ces programmes ainsi que les instruments prévus par la loi (notamment les critères d'octroi d'aides financières, la création d'un réseau dans le domaine de l'adaptation au changement climatique, les tests climatiques volontaires pour les établissements financiers). Les mesures concrètes visant à mettre en œuvre les objectifs de la LCI sont régies par la loi sur le CO₂ et d'autres lois.

La loi sur le CO₂⁹⁷ définit le cadre juridique de la politique climatique à court terme de la Suisse. La loi stipule que les émissions de gaz à effet de serre doivent être réduites d'au moins 50 % d'ici 2030 par rapport à 1990 et de 35 % en moyenne entre 2021

et 2030. Les deux tiers de ces réductions doivent être réalisés en Suisse. Pour le tiers restant, la Suisse mise sur des réductions d'émissions à l'étranger (voir encadré 5 et chapitre 3.2.2 A). La loi sur le CO₂ régit en outre des mesures concrètes visant à réduire les gaz à effet de serre en Suisse, notamment la taxe sur le CO₂, le programme Bâtiments et le système d'échange de quotas d'émission. Une révision de la loi sur le CO₂ à partir de 2030 est en préparation. Le projet prévoit un système supplémentaire d'échange de quotas d'émission pour les secteurs du bâtiment et des transports. En outre, la Confédération souhaite accélérer le développement du captage et du stockage du CO₂ grâce à une nouvelle loi-cadre.

Conformément à l'Accord de Paris,⁹⁸ la Suisse doit également présenter au niveau international tous les cinq ans de nouveaux objectifs de réduction des émissions (en langage technique « contributions déterminées au niveau national », CDN, et en anglais *Nationally Determined Contributions*, NDC) qui sont plus ambitieux que les précédents. Ainsi, la stratégie climatique à long terme a été complétée en janvier 2025 par les dernières CDN suisses 2031–2035.⁹⁹ Les objectifs prévoient une réduction des émissions d'au moins 65 % par rapport à 1990 et, en moyenne, les émissions doivent être réduites de 59 % entre 2031 et 2035. Le calcul des objectifs de réduction des émissions selon l'Accord de Paris se base sur les émissions induites par la production d'un État signataire. Dans le cas de la Suisse, cela signifie qu'environ deux tiers des émissions causées par la demande finale suisse ne sont pas prises en compte dans les objectifs nationaux. Pour formuler ses objectifs, la Suisse se base sur son inventaire actuel des gaz à effet de serre, mais ne fixe pas de budget carbone (voir encadré 1 et chapitre 2.1.1).

trielle. Selon les modèles de calcul, pour ne pas dépasser un réchauffement climatique de 1,5° C, les émissions mondiales nettes de CO₂ d'origine humaine devraient diminuer d'environ 45 % d'ici 2030 par rapport à 2010 et atteindre le point zéro net CO₂ vers 2050. Pour limiter le réchauffement climatique à 2° C, les émissions nettes de CO₂ devraient, selon les modèles, diminuer d'environ 25 % d'ici 2030 par rapport à 2010 et être égales à zéro d'ici 2070.⁸⁶

Chapitres connexes : Réchauffement observé : 1.1.1, Conséquences observées : 1.2.1, Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'adaptation : 1.4.1, Futur changement climatique : 2.2.1, Conséquences et risques futurs : 2.3.1, Options d'atténuation et d'adaptation : 3.2.1.

1.3.2 Europe

Dans la plupart des pays européens, les émissions par habitant induites par la production ont diminué au cours de la dernière décennie.⁸⁷ Dans certains pays (dont l'Allemagne, la France, le Royaume-Uni, l'Italie et l'Espagne), les émissions induites par la consommation ont également diminué.^{84, 88}

Cette baisse des émissions s'est accompagnée d'une croissance économique soutenue.⁸⁹ Cela semble indiquer un découplage entre les émissions et la croissance économique. À l'exception du Danemark et du Royaume-Uni, où les émissions ont diminué de près de 50 % depuis leur pic, le taux de réduction reste toutefois bien inférieur au niveau qui serait compatible avec une limitation du réchauffement climatique moyen à 1,5° C.^{84, 87, 90}

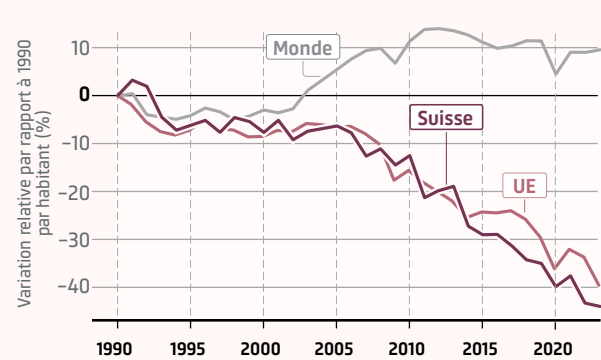
Les mesures de politique climatique prises au niveau de l'Union européenne et au niveau national ont contribué à la baisse des émissions observée dans toute l'Europe. Ces mesures comprennent des normes d'émission pour les bâtiments et les véhicules, des normes d'efficacité énergétique pour les appareils électroménagers et autres machines, des mesures de promotion des technologies à faible émission de carbone telles que la production d'énergie renouvelable et les véhicules électriques, ainsi que des mécanismes de tarification du carbone, tels que la taxe carbone au niveau national ou le système d'échange de quotas d'émission de l'UE.^{87, 91, 92}

Chapitres connexes : Réchauffement observé : 1.1.2,
Conséquences observées : 1.2.2,
Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'adaptation : 1.4.2.

1.3.3 Suisse

Les émissions de gaz à effet de serre induites par la production en Suisse ont diminué d'environ 26,1 % entre 1990 et 2023, tandis que les émissions induites par la production par habitant ont baissé de 44 %.¹⁰⁰ La principale raison de cette réduction des émissions entre 1990 et 2023 a été une diminution de l'intensité énergétique (consommation d'énergie par PIB) d'environ moitié, suivie d'une diminution de l'intensité carbone (émissions de CO₂ par consommation d'énergie) d'environ 20 %.^{88, 101, 102} Depuis 1990, l'évolution des émissions induites par la production en Suisse suit globalement la même tendance qu'en Europe (voir fig. 5). En termes de réduction de son empreinte CO₂ (hors autres gaz à effet de serre), la Suisse obtient toutefois des résultats moins bons que plusieurs de ses pays voisins ou pays ayant un niveau de développement similaire (Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Croatie, Danemark, Espagne, États-Unis, Finlande, France, Hongrie, Irlande, Italie, Pays-Bas, Portugal, Roumanie, Suède).¹⁰³ Le découplage entre croissance économique et émissions, observable dans plusieurs pays de l'UE, ne s'applique donc pas dans la même mesure à la Suisse.^{87, 103}

Évolution des émissions de CO₂ par habitant



Évolution des émissions de CO₂ totales

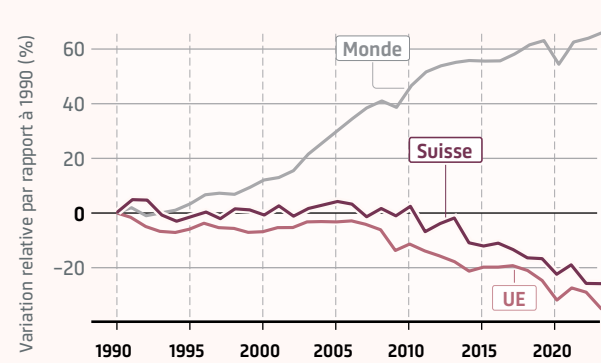
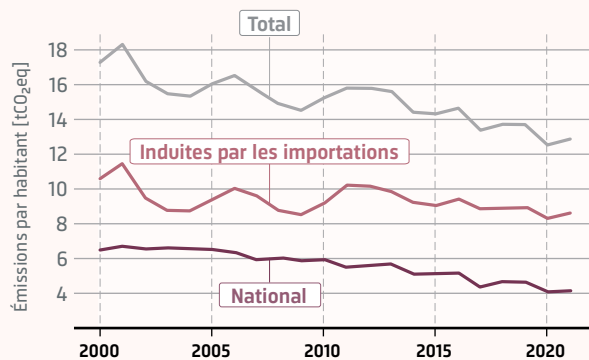


Figure 5 : Comparaison de l'évolution dans le temps des émissions de CO₂ normalisées induites par la production à l'échelle mondiale, en Europe et en Suisse. Alors qu'une légère baisse est observée en Europe et en Suisse, les émissions mondiales augmentent ou stagnent.¹⁰⁴ Malgré la baisse des émissions induites par la production, les émissions de CO₂ par habitant induites par la consommation (totales) en Suisse restent 2,5 à 3 fois supérieures à la moyenne mondiale.^{105, 412}

Les émissions de gaz à effet de serre induites par les importations de la Suisse sont aujourd'hui plus de deux fois supérieures à celles induites par la production, car la Suisse est un importateur net de marchandises (voir fig. 6). Les émissions induites par les importations sont restées à peu près constantes depuis 2000.

Empreinte gaz à effet de serre de la Suisse par habitant



Empreinte gaz à effet de serre de la Suisse

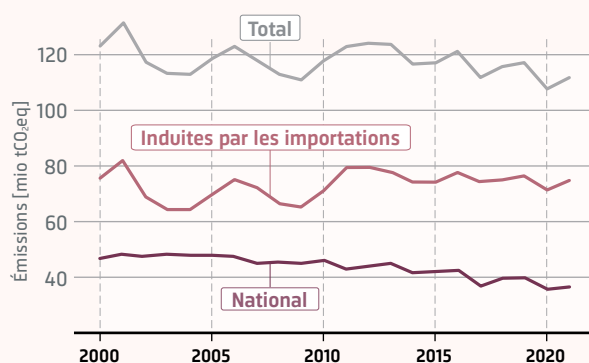


Figure 6: Empreinte gaz à effet de serre de la Suisse totale et par habitant.¹⁵ Alors qu'on observe une légère baisse des émissions nationales (induites par la production), les émissions induites par les importations restent constantes à un niveau élevé.

Selon les chiffres de l'Office fédéral de la statistique (OFS), les émissions de gaz à effet de serre induites par la consommation ont diminué d'environ 10 % au total et de 30 % par habitant depuis 2000.¹⁵ Les émissions induites par la consommation (totales) comprennent ici la somme des émissions induites par les importations et par la production, moins les émissions induites par les exportations. Les émissions induites par les importations étant restées constantes, la baisse est donc principalement imputable aux émissions induites par la production. L'évaluation de l'évolution des émissions induites par la consommation en Suisse dépend toutefois des données et des bases de calcul choisies. Contrairement aux résultats de l'OFS, d'autres sources indiquent parfois une faible croissance des émissions totales induites par la consommation (+1,3 % par an)¹⁰⁵ ou une légère baisse seulement (-0,35 % par an).¹⁵

Les secteurs de l'industrie et du bâtiment font partie des secteurs dans lesquels les émissions de gaz à effet de serre ont considérablement diminué, principalement grâce à des gains d'efficacité. Dans le secteur industriel, la fermeture d'entreprises à fortes émissions depuis 1990 a également entraîné une baisse des émissions (p. ex. dans la production d'aluminium, d'ammoniac et de ciment). Les émissions de l'agriculture, qui se composent principalement de méthane et de protoxyde d'azote, ont également diminué, mais dans une moindre mesure. Les émissions du secteur des transports ont continué d'augmenter jusqu'en 2008 environ en raison de l'augmentation du volume du trafic et du poids des véhicules, et n'étaient en 2023 que légèrement inférieures à leur niveau de 1990.¹² Une autre raison possible de la baisse plus importante des émissions dans les secteurs de l'industrie et du bâtiment par rapport au secteur des transports réside dans les différences de taxation : la taxe sur le CO₂, en vigueur en Suisse depuis 2008, s'applique aux combustibles fossiles tels que le mazout et le gaz naturel, mais pas aux carburants tels que l'essence et le diesel. Les incitations à réduire les émissions sont donc moins fortes dans le secteur des transports que dans les secteurs de l'industrie et du bâtiment.¹⁰⁶ Les émissions du trafic aérien international ont globalement augmenté au cours des 30 dernières années (avec des baisses temporaires, p. ex. pendant la COVID) et étaient en 2019 supérieures de plus de 85 % à celles de 1990.¹⁰⁰ Un renversement de tendance n'est actuellement pas en vue.

Chapitres connexes : Réchauffement observé : 1.1.3, Conséquences observées : 1.2.3 A), Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'adaptation : 1.4.3, Futur changement climatique : 2.2.2, Conséquences et risques futurs : 2.3.2 A), Options d'atténuation et d'adaptation : 3.2.2 A).

Définition des termes « émissions induites par la production », « émissions induites par les importations », « émissions induites par la consommation », « empreinte gaz à effet de serre » voir glossaire.

Évolution des émissions par secteur en Suisse

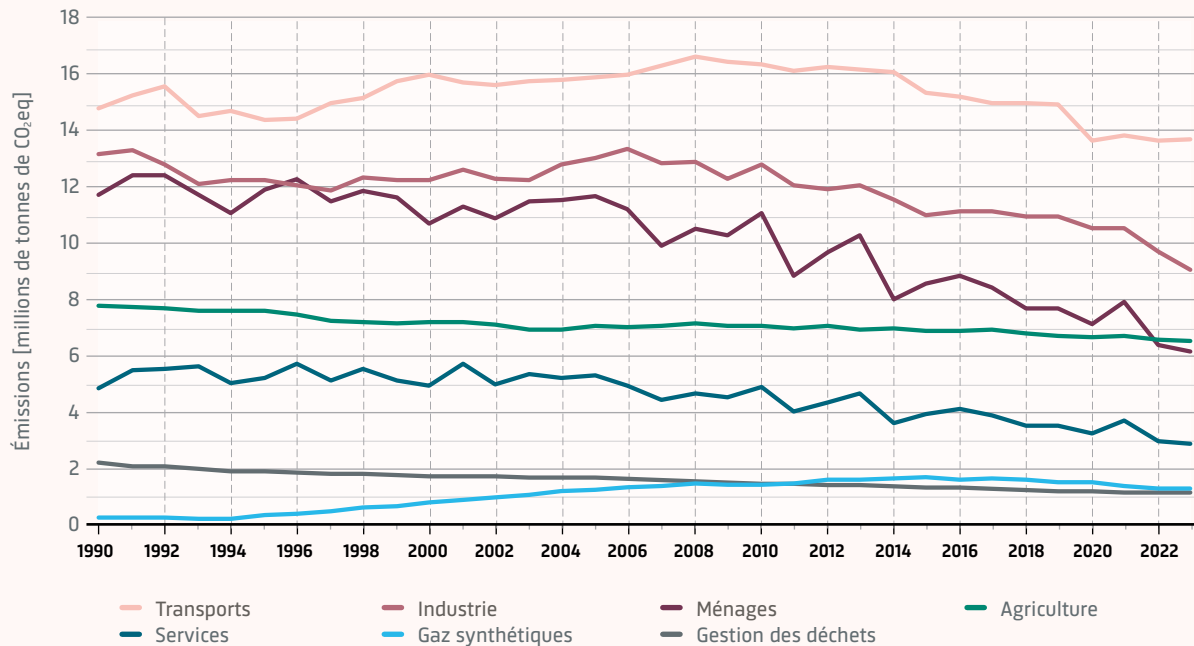


Figure 7 : Évolution des émissions de gaz à effet de serre induites par la production par secteur (les émissions induites par les importations et celles induites par le trafic aérien et maritime ne sont pas prises en compte).¹²

1.4 Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'adaptation

Malgré certains progrès, les mesures d'adaptation actuellement mises en œuvre à l'échelle mondiale ne parviennent pas à suivre le rythme du changement climatique. Les limites de la capacité d'adaptation, dues p.ex. à des changements trop importants ou trop rapides, ont déjà été observées et atteintes dans certains écosystèmes et certaines régions, comme les écosystèmes des récifs coralliens ou la disparition des glaciers. En Suisse, ce sont principalement des stratégies d'adaptation spécifiques à certains secteurs qui sont mises en œuvre, telles que des plans d'action contre la chaleur, des systèmes d'alerte précoce pour les dangers naturels ou des systèmes d'irrigation pour une utilisation durable de l'eau. Les premiers projets d'adaptation intersectoriels sont en cours.

1.4.1 Au niveau mondial

Ces dernières années, la planification et la mise en œuvre de mesures d'adaptation ont augmenté dans divers secteurs et régions du monde. Il existe de nombreuses options documentées et efficaces pour atténuer les effets et les risques climatiques dans différents contextes, secteurs

et régions.^{1 (Ch. A.3)} Malgré des progrès considérables, les mesures d'adaptation actuelles ne parviennent toutefois pas à suivre le changement climatique progressif.^{1 (Ch. A.3)} Il en résulte un déficit d'adaptation croissant.

Les limites de la capacité d'adaptation, p.ex. en raison de changements trop importants ou trop rapides, ont déjà été observées et sont déjà atteintes dans certains écosystèmes et certaines régions (p.ex. dans les écosystèmes des récifs coralliens).¹⁰⁷ Cela suggère que ces écosystèmes et régions pourraient être confrontés à des défis particuliers dans le cadre de la poursuite de l'adaptation au changement climatique, voire qu'aucune adaptation supplémentaire n'est possible.^{1, 108}

En outre, certains secteurs et certaines régions connaissent des adaptations inappropriées qui renforcent souvent les inégalités sociales.^{108 (Ch. TS.D.3)} P.ex., les digues côtières peuvent protéger les personnes et les infrastructures à court terme, mais elles augmentent le risque climatique à long terme, car ces zones protégées font l'objet d'une urbanisation croissante et les risques environnementaux s'accroissent. De plus, ces constructions perturbent ou endommagent souvent les écosystèmes côtiers.^{1 (Ch. B.4.3)}

Encadré 3 : Limites de l'adaptation

Les limites de l'adaptation sont atteintes lorsque les personnes, les organisations ou des systèmes entiers ne peuvent plus s'adapter efficacement aux conditions changeantes afin de se protéger contre des risques graves ou intolérables.¹⁰⁹ On parle de risques intolérables lorsque les effets d'un changement menacent des valeurs sociales ou personnelles fondamentales. Il s'agit p.ex. de la sécurité publique, de la préservation des traditions culturelles, du respect des normes juridiques ou de la confiance dans les accords sociaux, également appelés contrats sociaux.¹¹⁰

Les limites de l'adaptation peuvent être souples ou dures (en anglais *soft limits* – *hard limits*). Les limites d'adaptation souples apparaissent lorsqu'il existe des possibilités d'adaptation à un risque, mais que celles-ci ne sont actuellement pas réalisables ou disponibles. La protection contre la chaleur croissante dans les villes en est un exemple : techniquement, il serait possible d'augmenter la végétalisation, de désimperméabiliser les sols ou d'adapter les constructions, mais les moyens financiers limités, le manque d'espace et la longueur des procédures de planification empêchent souvent une mise en œuvre rapide. Les limites d'adaptation strictes, en revanche, sont atteintes lorsqu'il n'existe plus de possibilités d'adaptation réalistes ou efficaces. Un exemple tiré de l'écologie est la migration vers les hauteurs des espèces végétales alpines qui aiment le froid : le sommet de la montagne constitue ici une limite d'adaptation stricte.

Moins les efforts de réduction des émissions de gaz à effet de serre sont efficaces, plus il faut investir dans l'adaptation – et plus les limites de l'adaptation sont rapidement atteintes y compris en Suisse, notamment en raison de l'interaction de diverses contraintes, p.ex. écologiques, économiques et sociales.¹¹¹

Chapitres connexes : Réchauffement observé : 1.1.1, Conséquences observées : 1.2.1, Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'atténuation : 1.3.1, Futur changement climatique : 2.2.1, Conséquences et risques futurs : 2.3.1, Options d'atténuation et d'adaptation : 3.2.1. Définition du terme « maladaptation » voir glossaire.

1.4.2 Europe

En 2020, plus de 30 pays européens disposaient d'une stratégie ou d'un plan national d'adaptation.¹⁰⁸ Au niveau régional, la stratégie européenne d'adaptation a été adoptée en 2021, mettant l'accent sur une adaptation plus rapide et plus systématique, fondée sur des données.^{112, 113}

Déjà 51 % des villes européennes disposent de plans d'adaptation au changement climatique spécifiques et ont commencé à les mettre en œuvre (contre seulement 26 % en 2018). De nombreuses villes misent davantage sur des mesures telles que les bâtiments résistants au changement climatique, les solutions climatiques basées sur la nature (SCbN), en anglais *Nature-Based Solutions*, pour l'adaptation ainsi que les systèmes technologiques d'alerte précoce.¹¹⁴

Malgré ces évolutions, l'adaptation progresse encore trop lentement, voire recule. Les pertes économiques dues aux événements météorologiques et climatiques extrêmes ont augmenté plus rapidement que l'économie.¹¹⁵ En outre, un manque de données sur les indicateurs climatiques les plus importants persiste encore et leur collecte coordonnée à l'échelle européenne n'est pas garantie.¹¹⁶

Chapitres connexes : Réchauffement observé : 1.1.2, Conséquences observées : 1.2.2, Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'atténuation : 1.3.2. Définition du terme « indicateurs climatiques » voir glossaire.

1.4.3 Suisse

La Suisse a pris des mesures d'adaptation dans différents secteurs et, dans une moindre mesure, dans plusieurs secteurs à la fois, notamment pour réagir à divers événements extrêmes et à leurs conséquences (voir fig. 8).

Diverses mesures ont déjà été prises en Suisse pour lutter contre la hausse des températures et le réchauffement des villes supérieur à la moyenne dû à l'effet d'îlot de chaleur urbain. Dans un premier temps, l'accent a été mis sur les plans d'action contre la chaleur et sur les campagnes d'information. Celles-ci visent à informer la population sur les risques sanitaires des épisodes de forte chaleur et à donner des conseils sur le comportement à adopter en cas de températures élevées.^{118, 119} Ces dernières années, les efforts d'adaptation se sont progressivement étendus aux mesures dans le bâti visant à réduire à long terme l'effet d'îlot de chaleur urbain. Il s'agit notamment de créer davantage d'infrastructures vertes (p.ex., des arbres, des parcs ou des toits végétalisés) et d'utiliser des surfaces

Mesures d'adaptation par risque

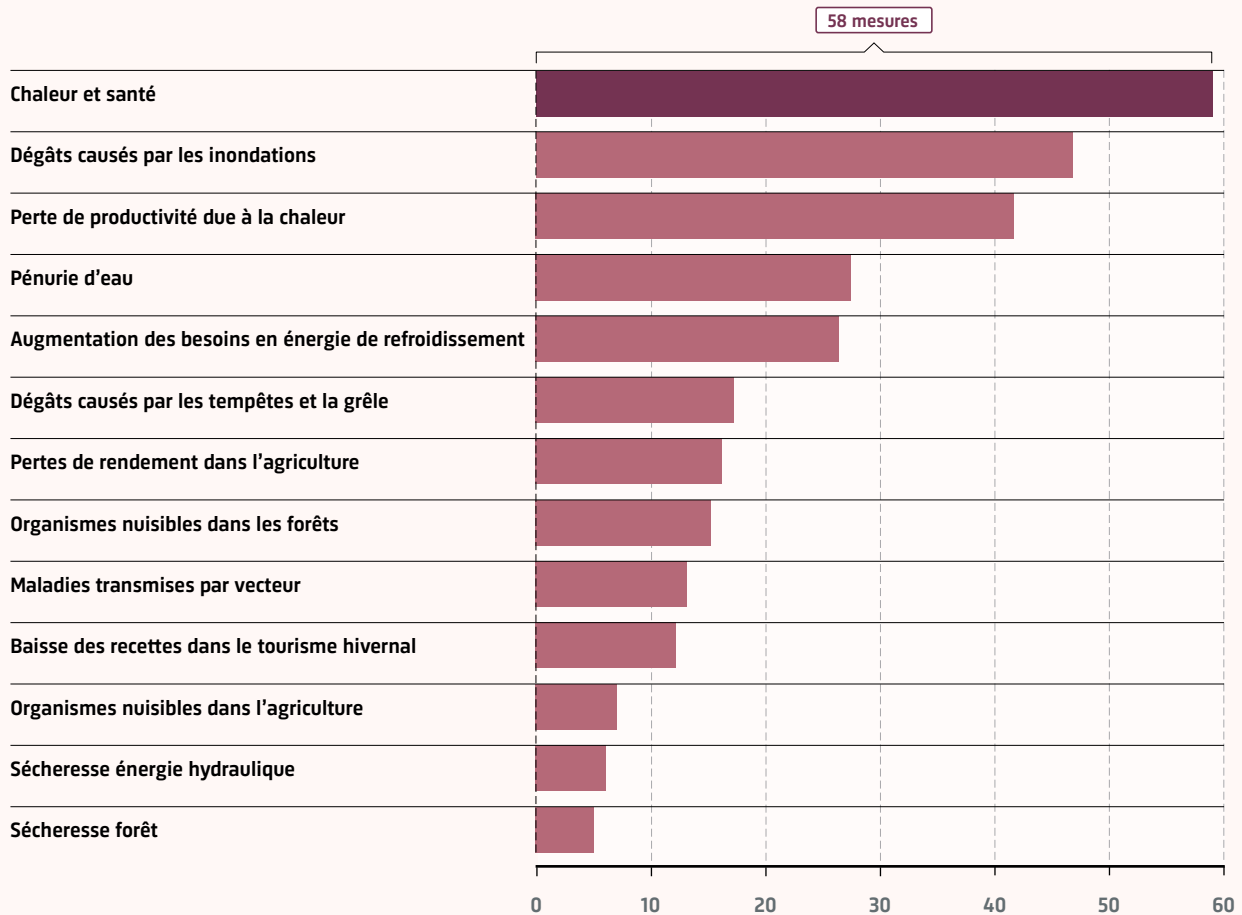


Figure 8 : Nombre de mesures d'adaptation par risque climatique. Le graphique montre le nombre de mesures d'adaptation mises en œuvre ou prévues en Suisse pour chaque catégorie de risque (catégories de risque selon Köllner et al.,¹¹⁷ données basées sur une base de données du projet NCCS-Impacts « Coûts des effets du changement climatique en Suisse »).

réfléchissantes qui emmagasinent moins de chaleur et contribuent ainsi à réduire la température ambiante.

Le suivi des décès dus à la chaleur en Suisse indique que la population s'est déjà partiellement adaptée à des températures plus élevées entre 1980 et 2023. Malgré la hausse des températures estivales moyennes et le vieillissement de la population, le nombre de décès dus à la chaleur pour 100 000 habitants a tendance à diminuer (voir fig. 9), même si la chaleur reste le danger naturel qui cause le plus de décès en Suisse.¹²⁰ L'adaptation à la hausse des températures concerne toutefois principalement les jours où les températures sont modérément élevées, pendant lesquels la mortalité n'a finalement plus augmenté avec la hausse des températures. En revanche, on observe toujours une augmentation de la mortalité les jours où les moyennes de températures sont élevées ou très élevées.¹²⁰

Afin de faire face aux risques croissants d'inondations et aux dangers naturels graves tels que les coulées de boue et les chutes de pierres, des systèmes d'alerte précoce ont été mis au point pour alerter à la fois la population et les responsables des infrastructures. Ces systèmes sont désormais étendus à d'autres dangers, notamment les phénomènes météorologiques extrêmes, les sécheresses et les pénuries d'eau (pour plus d'informations, voir drought.ch).¹²² Outre les mesures de protection techniques, la Suisse mise depuis longtemps sur des solutions fondées sur la nature, p. ex., des forêts de protection sur les pentes raides afin de réduire les risques de chutes de pierres.¹²³

En réponse aux changements dans la disponibilité de l'eau, l'utilisation de systèmes d'irrigation a été développée et des variétés de plantes résistantes au changement climatique ont été introduites.¹²⁴ Ces mesures visent à

Décès dus à la chaleur

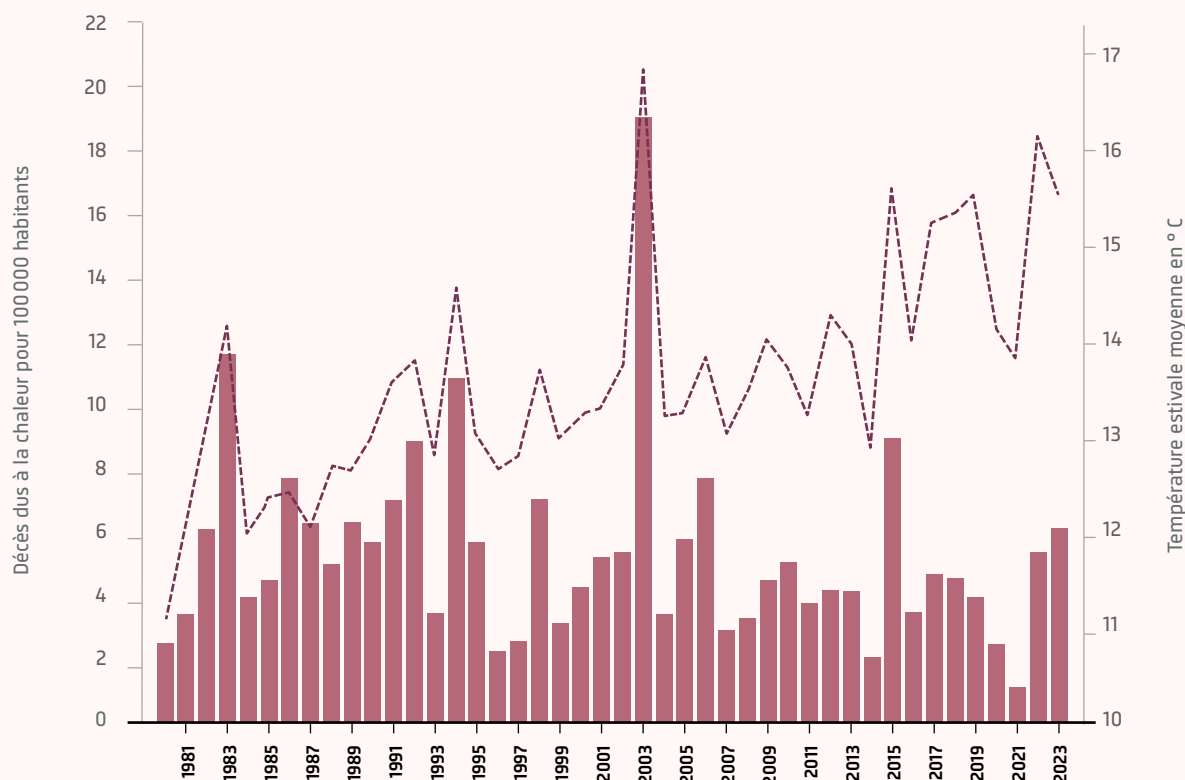


Figure 9: Évolution des décès dus à la chaleur pour 100 000 habitants entre 1980 et 2023. Le recul observé ces dernières années peut être attribué, au moins en partie, aux nouvelles mesures d'adaptation mises en place.¹²¹

maintenir la sécurité alimentaire et énergétique tout en minimisant l'impact environnemental d'une utilisation plus intensive de l'eau.

Outre ces adaptations sectorielles, les premières initiatives d'adaptation transsectorielles voient également le jour.^{125, 126} Les projets de renaturation des cours d'eau¹²⁷ offrent p.ex. des avantages transversaux en matière de protection contre les inondations, de biodiversité et de loisirs, et démontrent le potentiel des approches multifonctionnelles et systémiques.

Chapitres connexes: Réchauffement observé : 1.1.3, Conséquences observées 1.2.3 A), Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'atténuation : 1.3.3, Futur changement climatique : 2.2.2, Conséquences et risques futurs : 2.3.2 A), Options d'atténuation et d'adaptation : 3.2.2 A).
Définition des termes « dangers naturels gravitaires », « résistance climatique » voir glossaire.

2 Futur changement climatique et risques

2.1 Principes généraux

Le budget carbone mondial résiduel à partir de début 2025 s'élevait à 130 Gt CO₂ pour avoir 50 % de chances de ne pas dépasser la limite de réchauffement climatique de 1,5° C visée par l'Accord de Paris. À partir d'un réchauffement climatique de 1,5° C, le risque d'atteindre des points de bascule dans les systèmes naturels augmente considérablement. Selon les estimations actuelles, nous aurons épuisé ce budget au cours des cinq années suivantes. La part du budget mondial de CO₂ que la Suisse est autorisée à consommer dépend d'hypothèses qui doivent être définies au niveau social et politique.

2.1.1 Budgets carbone

A) Au niveau mondial

Chaque émission de CO₂ d'origine humaine contribue à peu près de la même manière au réchauffement climatique. En moyenne, le rejet de 1000 gigatonnes de CO₂ entraîne une augmentation de la température moyenne mondiale d'environ 0,45° C.²¹ (Ch. D.1.1)

Le budget carbone résiduel désigne la quantité maximale de CO₂ qui peut encore être émise dans le monde à partir d'aujourd'hui afin de ne pas dépasser une certaine limite de température mondiale. Le respect de cette limite dépend essentiellement de la quantité totale de CO₂ émise jusqu'à l'atteinte du zéro net CO₂ et de l'ampleur de la réduction des émissions d'autres gaz à effet de serre, en particulier du méthane, au cours de cette décennie.¹ Ces deux facteurs déterminent dans une large mesure si la limite du réchauffement climatique convenue au niveau international peut être atteinte.

Le budget carbone mondial résiduel à partir de début 2025 s'élevait à 130 Gt de CO₂ pour rester, avec une probabilité de 50 %, en dessous de la limite de réchauffement de 1,5° C visée par l'Accord de Paris.³ Cette estimation a été considérablement revue à la baisse depuis le 6ème rapport d'évaluation du GIEC (AR6)²⁸ (estimation initiale : 500 Gt de CO₂ à partir de 2020).

¹ La réduction des émissions du deuxième gaz à effet de serre le plus important, le méthane, est particulièrement importante. Contrairement au CO₂, le méthane se dégrade relativement rapidement dans l'atmosphère, mais il est responsable d'environ un tiers du réchauffement causé par l'homme en raison de son fort effet de réchauffement et de ses émissions élevées. Une réduction rapide et significative des émissions de méthane entraîne une diminution de la concentration atmosphérique et de l'effet de réchauffement. Cela augmenterait le budget carbone résiduel. La réduction des autres gaz à effet de serre est également importante pour atteindre les objectifs climatiques, mais elle est moins prioritaire en raison de son impact global nettement moindre par rapport au CO₂ et au méthane.

Sur la base de l'estimation du réchauffement anthropique jusqu'en 2024¹ de 1,36° C et du taux actuel d'augmentation de la température de 0,27° C par décennie, on suppose que le réchauffement climatique anthropique atteindrait 1,5° C dans environ cinq ans si les taux d'émission restaient inchangés.³

B) Suisse

Si le budget carbone mondial résiduel peut être calculé sur la base de connaissances des sciences naturelles, sa répartition entre les différentes régions ou pays repose sur des critères à définir sur le plan social et politique. On pourrait ainsi calculer la part de la Suisse uniquement en pourcentage de la population, mais on pourrait également se baser sur les émissions historiques ou celles induites par la consommation (c'est-à-dire celles générées par l'utilisation finale de biens et de services dans un pays) ou encore sur la capacité financière.^{129, 130}

En Suisse, comme dans pratiquement tous les autres pays, de tels critères normatifs n'ont pas encore été définis. L'Accord de Paris ne le prescrit pas et ne propose aucune méthode reconnue pour répartir équitablement le budget carbone entre les États signataires. En fonction de l'hypothèse retenue, il apparaît que la Suisse a déjà épuisé son budget carbone résiduel pour la limite de 1,5° C, ou que les objectifs de réduction des émissions fixés par la législation sur le climat en vigueur dépassent le budget carbone résiduel de la Suisse ou le respectent de justesse.

Définition des termes « budget carbone », « émissions induites par la consommation » voir glossaire.

2.1.2 Points de bascule des systèmes naturels

Le système climatique comporte de nombreux points de bascule³ (Annexe I, Glossaire) au-delà desquels les systèmes climatiques ou les écosystèmes passent à un autre état, avec des changements soit brusques, soit irréversibles. On peut citer comme exemples : le bouleversement de la circulation méridienne de retournement atlantique (souvent appelé « Gulf Stream »), associé à un refroidissement rapide et important en Europe du Nord ; la fonte de la calotte glaciaire du Groenland ou l'effondrement de la calotte gla-

¹ L'augmentation causée par les humains de la température mondiale de 1,24° C [1,11-1,35° C], mentionnée au chapitre 1.1.1, se réfère à la valeur moyenne de la décennie 2015-2024. L'estimation de 1,36° C mentionnée ici s'applique à l'année 2024 et correspond à l'évolution des températures observées (extrapolée) et lissée.

ciaire de l'Antarctique occidental, chacun étant associé à une forte élévation du niveau de la mer; la libération soudaine de méthane provenant de dépôts d'un mélange solide d'eau et de méthane (hydrates de méthane) dans les profondeurs de l'océan; le dépérissement à grande échelle de la forêt amazonienne; ou l'extinction d'espèces animales ou végétales.^{128 (Ch. 1)}

Différents points de bascule sont liés entre eux et s'influencent mutuellement. Le risque d'atteindre ou de dépasser ces points de bascule augmente avec l'augmentation de la température mondiale. Les estimations concernant l'augmentation de température à partir de laquelle ces points de bascule seront atteints sont toutefois très incertaines et font l'objet d'intenses discussions.

Chapitre connexe: Conséquences et risques futurs: 2.3.1.

Définition du terme «point de bascule» voir glossaire.

2.1.3 Dépassement et retour à la limite de température

Si le réchauffement climatique dépasse un certain niveau, p. ex. 1,5° C, il pourrait ensuite être ramené en dessous de cette limite pendant des décennies, voire des siècles, en maintenant des émissions nettes de CO₂ négatives^K à l'échelle mondiale pendant une longue période. Cela nécessiterait des prélèvements supplémentaires de CO₂ par rapport à une évolution sans dépassement. Plus le retrait de CO₂ à réaliser chaque année est important, plus la mise en œuvre est complexe et coûteuse, et la question se pose de savoir si la quantité requise est techniquement réalisable.

Un dépassement entraînerait également des conséquences néfastes. Certaines de ces conséquences sont irréversibles (p. ex., lorsque les points de bascule sont dépassés, voir ci-dessus), c'est-à-dire qu'elles ne peuvent plus être annulées par un refroidissement global grâce à des émissions nettes négatives. Plus l'ampleur et la durée du dépassement sont importantes, plus les conséquences et les risques supplémentaires pour les systèmes humains et naturels augmentent.

Chapitre connexe: Points de bascule: 2.1.2.

Définition du terme «point de bascule» voir glossaire.

^K Dans le cas d'émissions nettes négatives de CO₂, les activités humaines retirent plus de CO₂ de l'atmosphère qu'elles n'en émettent. Pour ce faire, elles ont recours à des méthodes chimiques ou biologiques de capture du CO₂ (Carbon Dioxide Removal, CDR). De nombreuses questions restent toutefois en suspens concernant les possibilités techniques, les potentiels réalistes et les coûts.

2.2 Futur changement climatique

Sur la base des objectifs de réduction des émissions adoptés par les États (CDN), il est probable que le réchauffement climatique dépassera la barre des 1,5° C dès 2030. Il serait aussi de plus en plus difficile de limiter le réchauffement à moins de 2° C. Les scénarios climatiques qui ne retiennent pas de nouveaux objectifs supplémentaires de réduction des émissions indiquent un réchauffement climatique d'environ 2,6° C d'ici 2100. Pour la Suisse, cela signifie une augmentation de température supérieure à la moyenne: en cas de réchauffement climatique de 2° C, une augmentation d'environ 3,5° C de la température moyenne annuelle en Suisse est prévue, et d'environ 4,9° C, en cas de réchauffement climatique de 3° C.

2.2.1 Au niveau mondial

Les modèles climatiques mondiaux et régionaux ont gagné en complexité et en fiabilité. Ils reproduisent aujourd'hui tous les composants et processus les plus importants du système climatique et constituent nos principaux outils pour décrire les changements climatiques futurs. Les modèles climatiques ont assez bien prédit l'évolution de la température mondiale à la surface de la Terre dans le passé. Les calculs effectués en 1988 pour l'évolution future des températures¹³¹ étaient déjà très proches des observations (p. ex., de la température moyenne mondiale mesurée à la surface de la Terre), si l'on tient compte de l'évolution réelle des émissions.

Compte tenu des objectifs de réduction des émissions actuellement promis par les États (CDN),^L il est probable que le réchauffement dépassera 1,5° C au cours du XXI^e siècle et qu'il sera difficile de le limiter à moins de 2° C. À l'heure actuelle, l'année 2030 semble être la date la plus probable à laquelle l'objectif de 1,5° C sera dépassé à long terme.¹³² Les scénarios modélisés qui correspondent aux CDN annoncées jusqu'en 2030 et 2035 et qui ne prévoient aucune mesure supplémentaire conduisent à un réchauffement climatique d'environ 2,6° C d'ici 2100.¹³³

Les scénarios d'émissions qui tablent sur une nouvelle augmentation des émissions annuelles de gaz à effet de serre (c'est-à-dire que les CDN actuelles ne sont pas respectées) conduisent à un réchauffement climatique de plus de 3° C, voir 4° C, d'ici la fin du XXI^e siècle par rapport à la période de référence préindustrielle.^{1 (Ch. B.1.1)}

^L Les objectifs de réduction des émissions fixés dans le cadre de l'Accord de Paris sont appelés «contributions déterminées au niveau national» (CDN). Ils désignent les contributions quantitatives et qualitatives définies par chaque État partie pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et s'adapter au changement climatique. Elles constituent un élément central de l'approche *bottom-up* de l'accord et reflètent la responsabilité, la capacité et l'ambition nationales respectives. Elles sont actualisées tous les cinq ans et, idéalement, revues à la hausse.

Trajectoires d'émissions de gaz à effet de serre jusqu'en 2100

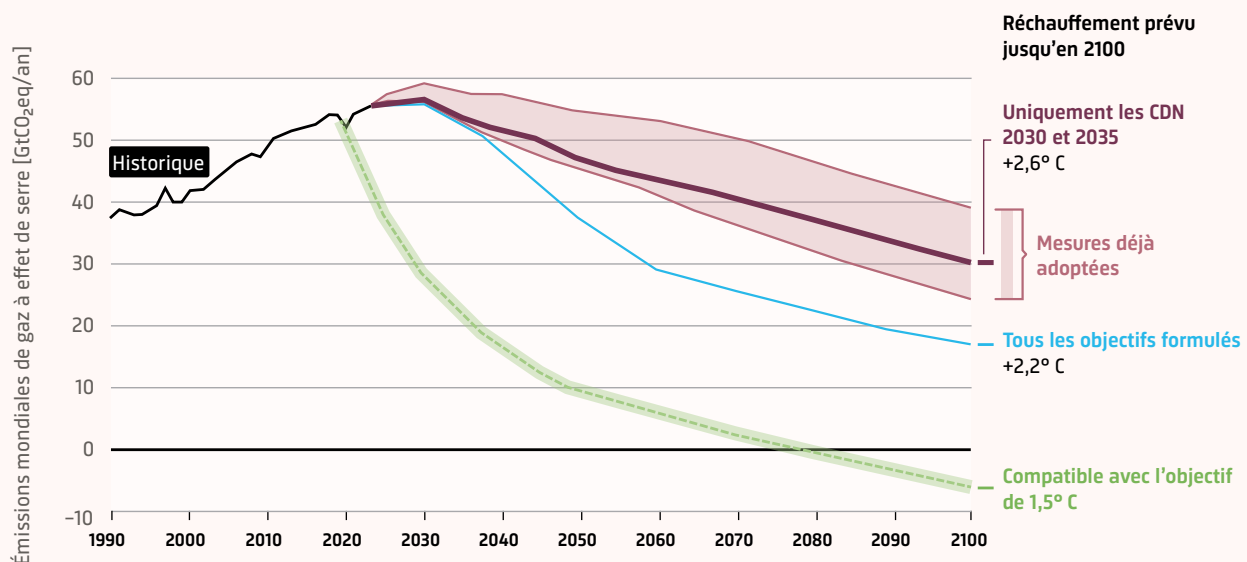


Figure 10: La mise en œuvre des contributions nationales en matière de climat (CDN 2030 et 2035) entraînerait probablement un réchauffement climatique de 2,6° C. Les mesures déjà adoptées devraient conduire à un réchauffement similaire. Si l'on tient compte des objectifs contraignants à long terme ou des objectifs d'émissions nettes égales à zéro, le réchauffement serait limité à environ 2,2° C au-dessus du niveau préindustriel.¹³³

Chapitres connexes: Réchauffement observé: 1.1.1,
Conséquences observées: 1.2.1, Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'atténuation: 1.3.1, Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'adaptation: 1.4.1, Conséquences et risques futurs: 2.3.1, Options d'atténuation et d'adaptation: 3.2.1.
Définition du terme « scénario d'émissions » voir glossaire.

2.2.2 Suisse

Les changements climatiques observés jusqu'à présent en Suisse se poursuivront à l'avenir. Leur intensité et leur fréquence continueront également de s'accroître.⁹

Jusqu'à présent, la Suisse s'est réchauffée beaucoup plus que la moyenne mondiale. À l'avenir, ce réchauffement supérieur à la moyenne devrait légèrement s'atténuer: la Suisse continuera certes à se réchauffer plus fortement que la moyenne mondiale, mais plus dans une proportion deux fois plus élevée qu'auparavant. Avec un réchauffement climatique de 1,5° C par rapport à la période de référence préindustrielle, les températures moyennes annuelles en Suisse augmenteront de 2,9° C. Pour un réchauffement climatique de 2° C par rapport à la période de référence préindustrielle, on prévoit un réchauffement annuel moyen de 3,6° C en Suisse, et pour un réchauffement climatique de 3° C, un réchauffement de 4,9° C.^{9 (Ch. 3)}

Les différences régionales de réchauffement en Suisse continueront de s'accroître selon les scénarios. Avec un réchauffement climatique de 3° C par rapport à la période de référence préindustrielle, le Plateau et le Jura se réchaufferont d'environ 5,1° C en été (juin à août) et les régions de haute montagne de 6° C.^M Ces différences de réchauffement selon les régions sont particulièrement marquées en été, mais plutôt faibles en moyenne annuelle par rapport au réchauffement climatique.^{9 (Ch. 3)}

Chapitres connexes: Réchauffement observé: 1.1.3,
Conséquences observées: 1.2.3 A),
Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'atténuation: 1.3.3,
Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'adaptation: 1.4.3,
Conséquences et risques futurs: 2.3.2 A),
Options d'atténuation et d'adaptation: 3.2.2 A).

^M Réchauffement composé du réchauffement de 1,9° C (moyenne de 1991-2020) et du réchauffement prévu en été après cette période dans le Plateau (+3,2° C) et dans les Alpes (+4,1° C).

Encadré 4 : Niveaux de réchauffement global

De nouvelles études ont montré qu'indépendamment du scénario d'émissions, il existe un lien évident entre les émissions totales de gaz à effet de serre et le réchauffement climatique.^{21 (Ch. D.1.1)} Parallèlement, l'augmentation de la température moyenne mondiale est le principal facteur déterminant des changements régionaux d'autres variables climatiques telles que les précipitations. En raison de ces liens, le changement climatique régional futur peut être décrit en fonction de niveaux de réchauffement global (global warming levels, GWL), indépendamment du scénario d'émissions (c'est-à-dire comment le climat en Suisse changera en cas de réchauffement climatique de 2° C, que ce niveau de réchauffement soit atteint en 2050 ou en 2100).

le réchauffement, finissent par aggraver encore le changement climatique.¹³⁷ Le réchauffement entraîne également une augmentation des émissions de méthane (provenant p.ex. des zones marécageuses) et des émissions supplémentaires de CO₂ (provenant p.ex. des incendies de forêt). Celles-ci augmentent à leur tour les concentrations de gaz à effet de serre et donc le réchauffement.³

Chapitres connexes : Réchauffement observé : 1.1.1, Conséquences observées : 1.2.1, Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'atténuation : 1.3.1, Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'adaptation : 1.4.1, Points de bascule : 2.1.2, Futur changement climatique : 2.2.1, Options d'atténuation et d'adaptation : 3.2.1. Définition des termes « point de bascule », « rétroaction » voir glossaire.

2.3 Conséquences futures du changement climatique et risques liés au climat

Une augmentation des risques climatiques est attendue dans toutes les régions du monde. Pour la Suisse, les risques les plus importants sont une augmentation des périodes de grande chaleur et des nuits tropicales, un potentiel accru de dangers naturels, des changements dans les habitats et la composition des espèces, ainsi que des perturbations des chaînes d'approvisionnement internationales liées au changement climatique.

2.3.1 Au niveau mondial

Une augmentation supplémentaire des risques climatiques est attendue dans toutes les régions du monde.^{1 (Ch. B.2.3)} Avec un réchauffement supérieur à 1,5° C, les risques augmenteront de plus en plus et se multiplieront. Les risques climatiques deviennent de plus en plus complexes et interconnectés, et donc plus difficiles à gérer. À partir d'un réchauffement climatique de 1,5° C, le risque d'atteindre des points de bascule dans le système climatique augmente considérablement.^{134 (Ch. 3.5.5)}

À l'avenir, l'élévation progressive du niveau de la mer renforcera considérablement les déplacements de population rendus nécessaires par l'inhabitabilité des zones touchées.¹³⁵ Le lien entre le changement climatique et les conflits susceptibles d'entraîner des migrations de réfugiés vers l'Europe reste toutefois faible.¹³⁶

Les rétroactions climatiques vont gagner en importance au cours de ce siècle, même si l'influence directe des humains sur le réchauffement climatique diminue. Il a p.ex. été démontré que les nuages bas, qui se multiplient avec

Encadré 5 : Le concept de risque selon le GIEC

Dans le rapport du GIEC, le terme « risque » désigne la possibilité de conséquences néfastes du changement climatique. Il s'agit aussi bien des conséquences sur les êtres humains (p.ex. en matière de santé, de sécurité ou de moyens de subsistance) que sur les systèmes écologiques (p.ex. animaux, plantes ou écosystèmes). Le rapport tient également compte du fait que les risques peuvent résulter non seulement du changement climatique lui-même, mais aussi des mesures prises pour le combattre, p.ex. lorsque les adaptations entraînent des conséquences imprévues. Il reconnaît en outre que les êtres humains perçoivent et évaluent les risques différemment en fonction de leurs expériences, de leurs valeurs et de leurs conditions de vie.

2.3.2 Suisse

A) La Suisse dans son ensemble

La hausse progressive de la température mondiale comporte les principaux risques suivants pour la Suisse:^{9, 74}

- Chaleur accrue: des températures maximales quotidiennes extrêmes qui se produisaient autrefois une fois tous les 50 ans, se produisent environ 2,6 fois plus souvent avec un réchauffement climatique de 1,5° C et environ 16,7 fois plus souvent avec un réchauffement de 3° C.⁹ Les épisodes de forte chaleur touchent en particulier les régions de basse altitude, notamment les villes et les agglomérations, où vivent actuellement les trois quarts de la population suisse. Mais les régions des Alpes et des Préalpes, où aucune nuit tropicale ni journée caniculaire n'avait été observée jusqu'à présent, seront également touchées par la chaleur à l'ave-

nir. Cela aura un impact significatif sur la santé humaine et, par conséquent, sur le secteur économique en raison d'une baisse de productivité.⁷⁴

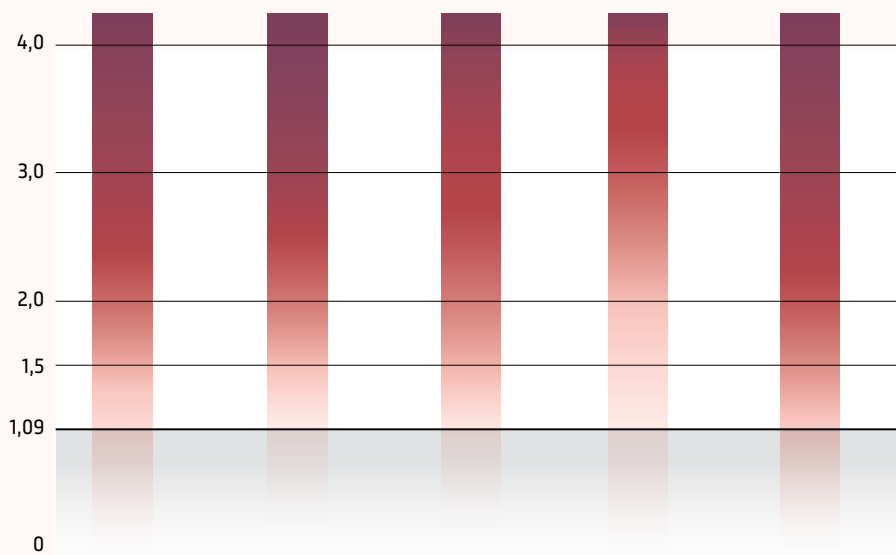
- Étés plus secs: contrairement aux analyses précédentes, les mesures effectuées dans toute la Suisse montrent une nette diminution de l'humidité des sols.⁹ L'évaporation et donc l'assèchement vont continuer à augmenter. De plus, la plupart des projections climatiques indiquent une diminution à long terme des précipitations estivales. La combinaison de ces deux facteurs rendra les sécheresses plus intenses et plus fréquentes. Un temps sec et venteux favorise également la propagation des incendies de forêt.^{74 (Ch. 2.2.2)}
- Précipitations plus fréquentes et plus intenses: les épisodes de fortes précipitations continueront d'augmenter en toutes saisons. L'air plus chaud peut absorber

plus d'humidité, ce qui entraîne des précipitations plus importantes lors d'événements extrêmes.⁹ Les observations, les modèles et la compréhension des processus indiquent une augmentation de l'humidité de l'air d'environ 6 à 7 % par degré de réchauffement régional.^{74 (Ch. 2.3)} Une intensification des fortes précipitations est particulièrement attendue lors d'épisodes pluvieux de courte durée (quelques heures), comme p. ex. les orages.^{9, 74 (Ch. 2.3.2)}

- Moins de neige et élévation de la limite du zéro degré: la limite du zéro degré continuera à s'élever. Les précipitations se présenteront donc davantage sous forme de pluie que de neige. La couverture neigeuse diminuera en raison des températures plus douces, en particulier au printemps. La durée de la saison neigeuse sera ainsi considérablement raccourcie, surtout à basse

Les conséquences du changement climatique s'aggravent avec le réchauffement climatique en Europe

En degrés Celsius



Stress thermique, mortalité et morbidité chez l'être humain



Perturbations des écosystèmes terrestres



Pertes de récoltes (concerne principalement l'Europe centrale)



Pénurie d'eau en Europe occidentale et centrale



Inondations des rivières et des zones alluviales

Risques

Avec une adaptation identique à celle d'aujourd'hui

● **Très élevés**
En moyenne, jusqu'à 30 fois plus de décès par an dus à la chaleur qu'aujourd'hui et possibilités d'adaptation limitées

● **Élevés**
Jusqu'à 10 fois plus de décès par an dus à la chaleur qu'aujourd'hui

● **Modérés**
Décès dus à la chaleur en raison du changement climatique

○ **Non détectables**

Figure 11: Augmentation des risques en cas de réchauffement climatique, par catégorie, en Europe centrale (les risques en Suisse sont similaires).^{108 (Fig. 13. 28), 139}

et moyenne altitude. Les zones de haute montagne seront nettement moins touchées.⁹

- Augmentation du potentiel de risques naturels: le potentiel de risques naturels continuera d'augmenter, p. ex. en raison du dégel du pergélisol et de la fonte des glaciers dans les zones de haute montagne, qui rendront instables les éboulis, les rochers et la glace. L'économie est particulièrement touchée par les dommages matériels qui en résultent et les pertes dans le tourisme.^{74 (Ch. 2.3)}
- Modification des habitats et de la composition des espèces: ces changements ont notamment des répercussions sur l'agriculture (pertes de récoltes, ravageurs ou maladies), la biodiversité, l'alimentation et la santé humaine.^{74 (Ch. 2.5)}
- Chaînes d'approvisionnement mondiales instables: la forte dépendance vis-à-vis des importations étrangères rend la Suisse très vulnérable aux crises internationales. Si les chaînes d'approvisionnement internationales sont interrompues, la satisfaction des besoins en Suisse est menacée, p. ex. en cas de sécheresse entraînant des pertes de récoltes dans plusieurs régions ou en cas de crise sanitaire.^{74 (Ch. 3.1), 138}

Les futures émissions mondiales de gaz à effet de serre détermineront la vitesse et l'ampleur du réchauffement, ses conséquences et la réalisation des objectifs climatiques. Tout réchauffement supplémentaire aura des conséquences climatiques perceptibles pour la Suisse. Une réduction significative des émissions mondiales permettrait d'éviter une partie importante du changement climatique, en particulier le réchauffement dans les Alpes.⁹

Chapitres connexes: Réchauffement observé: 1.1.3, Conséquences observées: 1.2.3 A), Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'atténuation: 1.3.3, Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'adaptation: 1.4.3, Futur changement climatique: 2.2.2, Options d'atténuation et d'adaptation: 3.2.2 A).
Définition du terme « pergélisol » voir glossaire.

B) Eau

La perte massive de volume des glaciers réduira sensiblement la disponibilité en eau et la production d'électricité pendant les périodes sèches et chaudes, car la quantité d'eau de fonte continuera de diminuer en raison de la fonte des masses de neige et de glace et l'évaporation augmentera. Les sources, mais aussi le volume des eaux souterraines, pourraient perdre de leur débit à l'avenir lors de longues périodes de sécheresse. Cela renforcera la concurrence pour l'eau entre l'utilisation agricole, la

production d'électricité, l'approvisionnement en eau potable, l'utilisation industrielle et la protection des eaux.¹⁴⁰

Outre une diminution du débit estival, on s'attend à une baisse de la qualité de l'eau dans les lacs en raison de l'augmentation de la température de l'eau, de la fréquence accrue des périodes de sécheresse et d'un brassage des lacs moindre.^{27, 29, 141-145} Dans le Plateau, les étiages seront plus prononcés et les pénuries d'eau plus fréquentes en été.^{29, 143, 145}

Les dangers naturels liés à l'eau continueront d'augmenter.¹⁴⁶ L'augmentation prévue des fortes précipitations aura des répercussions variables selon les régions sur les crues, car l'humidité du sol et la fonte des neiges évolueront également, deux facteurs qui jouent un rôle décisif dans la formation des pics de crue en Suisse.¹⁴⁷

Dans les zones urbaines ou imperméabilisées, il faut s'attendre à une augmentation du ruissellement de surface et des pics de crue en raison de l'intensité croissante des précipitations.⁹ En outre, les événements extrêmes augmenteront en ampleur (intensité et étendue géographique) et en fréquence.¹⁴¹

Les températures des eaux souterraines continueront d'augmenter, ce qui aura des répercussions sur les ressources en eau et l'approvisionnement en eau potable.¹⁴⁸ En cas de faible débit, il se peut qu'à l'avenir, ce ne soient plus les cours d'eau qui alimentent les nappes phréatiques, mais l'inverse.¹⁴⁹

Chapitres connexes: Conséquences observées: 1.2.3 B), Options d'atténuation et d'adaptation: 3.2.2 B).

C) Biodiversité

Le changement climatique aura une influence encore plus forte sur les habitats et le comportement des espèces au fil des saisons, accélérant ainsi les changements dans la composition des espèces et la disparition locale d'espèces dans tous les habitats.^{150, 151} À l'avenir, la biodiversité pourrait diminuer ou augmenter localement en raison des déplacements territoriaux des espèces.¹⁵²

À long terme, il faut s'attendre à un recul de certains habitats et des espèces spécialisées qui en dépendent. Cela vaut en particulier pour les marais, les prairies sèches, les sources, les cours d'eau et les habitats alpins.¹⁵³

Les différences dans l'adaptation des espèces au changement climatique ou dans la vitesse à laquelle elles s'adaptent pourraient à l'avenir entraîner une interruption des interactions entre les espèces, p. ex. lorsque l'activité des pollinisateurs ne coïncide plus avec la période

de floraison^{154, 155} ou lorsque les prédateurs manquent leurs proies dans le temps ou dans l'espace.^{156, 157} Cela peut entraîner un déclin des espèces concernées et accélérer leur disparition.

Chapitres connexes: Conséquences observées: 1.2.3 C), Options d'atténuation et d'adaptation: 3.2.2 C).
Définition du terme « biodiversité »: voir glossaire.

D) Forêt

Le changement climatique soumet notamment les arbres des zones de basse altitude en Suisse à un stress croissant, ce qui augmente leur vulnérabilité aux événements extrêmes.²² Cela concerne en particulier les essences fréquentes en Suisse que sont l'épicéa, le hêtre et le sapin.^{46, 158} Le développement futur des forêts sera donc fortement marqué par les tempêtes, les infestations d'insectes, les incendies ainsi que les périodes de grande chaleur et de sécheresse,^{159, 160} y compris en altitude.

En raison des effets du changement climatique sur la forêt, de nombreux services écosystémiques demandés par la société seront menacés à l'avenir, du stockage du carbone à la production durable de bois en passant par la protection contre les dangers naturels.^{161, 162}

Chapitres connexes: Conséquences observées: 1.2.3 D), Options d'atténuation et d'adaptation: 3.2.2 D).
Définition du terme « services écosystémiques »: voir glossaire.

E) Glace et neige

Avec la hausse continue de la limite du zéro degré et les changements qui en découlent dans la cryosphère alpine, le risque de dangers naturels augmente, tout comme la probabilité de glissements de terrain, de coulées de boue ou d'éboulements dans cette région. Les déformations croissantes des pentes et les tassements du sol, dus au réchauffement du pergélisol et à la perte de glace dans le sol, entraînent un entretien plus coûteux et une durée de vie réduite des infrastructures.^{163, 164}

En raison de la hausse des températures, les précipitations hivernales atteindront des altitudes plus élevées, ce qui augmentera la probabilité de pluies sur les couvertures neigeuses fermées dans les Préalpes et les Alpes.¹⁶⁵ Cela peut déclencher des avalanches combinées à des coulées de boue. Celles-ci présentent des caractéristiques particulières en termes de comportement d'écoulement et d'érosion, car les masses de débris très aqueuses s'écoulent plus rapidement et plus loin ou peuvent avoir un pouvoir destructeur plus important que les coulées de boue et les avalanches prises séparément.¹⁶⁶

Les mouvements de masse en montagne peuvent déclencher des chaînes de processus (événements extrêmes en cascade). Ces chaînes de processus vont se multiplier à l'avenir¹⁶⁶⁻¹⁶⁸ et peuvent entraîner, à l'échelle régionale et locale, des situations nouvelles ou modifiées en termes de dangers naturels (tels que coulées de boue ou éboulements).

Chapitres connexes: Conséquences observées: 1.2.3 E), Options d'atténuation et d'adaptation: 3.2.2 E).
Définition des termes « cryosphère » et « pergélisol »: voir glossaire.

F) Agriculture et système alimentaire

À moyen terme, la possibilité de cultiver certaines cultures en Suisse aura tendance à augmenter, puis à diminuer à plus long terme.¹⁶⁹ L'allongement de la période de végétation favorise dans un premier temps la croissance des plantes.⁵⁶ À l'avenir, cependant, la production végétale sera fortement mise à mal par la sécheresse,⁵⁸ ce qui rendra l'augmentation effective de la productivité dépendante de la disponibilité en eau.^{170, 171} La disponibilité en eau sera particulièrement limitée dans les régions alpines après la fonte des glaciers.¹⁷² L'élevage sera également affecté par la baisse de la production fourragère, le risque accru de stress thermique ou les problèmes d'approvisionnement en eau.¹⁷³ La diminution de la stabilité des rendements qui en résultera entraînera des fluctuations plus importantes du degré d'autosuffisance de la Suisse.⁵⁸

La poursuite de la hausse des températures hivernales¹⁷⁴ augmente le risque d'introduction d'espèces envahissantes d'insectes et de ravageurs exotiques. De plus, le potentiel d'interactions avec la flore et la faune indigènes augmentera.^{175, 176} Cela peut entraîner une augmentation des infestations de ravageurs et le déplacement d'espèces indigènes, mais aussi une plus grande diversité des cultures.

L'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements extrêmes augmentera le risque de dommages aux terres agricoles et aux infrastructures, ainsi que les pertes de rendement dues aux inondations, aux glissements de terrain, à la grêle et aux tempêtes.¹⁷⁷

Pour la Suisse, importatrice nette de denrées alimentaires, la stabilité des chaînes d'approvisionnement mondiales et la fiabilité des pays partenaires restent importantes pour garantir la disponibilité des denrées alimentaires, des semences, des produits phytosanitaires et des engrais provenant de l'étranger.⁵⁸ Cependant, comme ces chaînes d'approvisionnement sont de plus en plus perturbées par des tensions géopolitiques ou des événements climatiques extrêmes, il pourrait être judicieux pour la Suisse

de suivre attentivement ces évolutions afin de pouvoir réagir rapidement si nécessaire.⁵⁸

Chapitres connexes: Conséquences observées: 1.2.3 F),
Options d'atténuation et d'adaptation: 3.2.2 F).

G) Santé

Les tendances déjà observées aujourd'hui, à savoir une détérioration de la santé due au changement climatique, continuent de s'accroître et de s'intensifier. Il s'agit notamment d'une augmentation des troubles liés à la baisse de la qualité du sommeil et de la productivité au travail, d'une augmentation des maladies cardiovasculaires et d'un accroissement du stress psychologique (p. ex., irritabilité due à la chaleur, stress consécutif à des catastrophes naturelles, augmentation du taux de suicide).^{178 (Ch. 8)} En Suisse, la mortalité liée à la chaleur sera notamment nettement plus élevée en 2060 qu'aujourd'hui. Outre le changement climatique, l'évolution démographique contribue également de manière significative à l'augmentation des risques sanitaires liés au climat, car la population vieillissante est particulièrement sensible aux températures extrêmes.^{179, 180}

Avec la hausse des températures et donc l'amélioration des conditions de vie des espèces de moustiques, leur propagation se poursuivra. Ce n'est qu'une question de temps avant que des cas d'infection par le virus Zika, la dengue, le chikungunya ou le paludisme ne surviennent en Suisse. C'est déjà le cas dans les pays voisins, la France et l'Italie.¹⁸¹

Chapitres connexes: Conséquences observées: 1.2.3 G),
Options d'atténuation et d'adaptation: 3.2.2 G).

H) Énergie, infrastructures et espace urbain

Le changement climatique crée de nouveaux risques et opportunités pour le système énergétique. En raison de la hausse des températures hivernales, les besoins en chauffage diminuent.¹⁸² Cela permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre des énergies fossiles pendant une phase de transition. Dans un futur système avec principalement des pompes à chaleur, des températures hivernales plus élevées réduiront leurs besoins en électricité. Dans le même temps, la consommation d'électricité augmente en été pour le refroidissement des locaux. Compte tenu de l'offre excédentaire d'électricité attendue des installations solaires par beau temps, cela représente plutôt un allègement pour le système électrique.¹⁸³ Une commande intelligente des pompes à chaleur pour le refroidissement des locaux peut réduire la charge sur les réseaux électriques.¹⁸⁴ En été, un système de dissipation de la chaleur approprié est nécessaire afin de ne pas aggraver

inutilement l'effet d'îlot de chaleur urbain dû à la chaleur résiduelle des systèmes de refroidissement.¹⁸⁵ Dans l'ensemble, les besoins énergétiques annuels pour le chauffage et le refroidissement diminueront légèrement.¹⁸⁶

En raison de la modification des régimes pluviométriques, la productivité de l'énergie hydraulique augmente en hiver, tandis qu'elle diminue en été.²⁷ La forte fonte des glaciers masque encore en partie ce déclin estival, mais celui-ci s'accroîtra dès que les glaciers auront largement disparu.¹⁸⁷ En raison de la fonte des glaciers, du dégel du pergélisol et de l'augmentation des épisodes de fortes pluies, les apports de sédiments dans les lacs de retenue augmentent, ce qui accélère leur envasement et réduit de plus en plus rapidement leur capacité de stockage utile.¹⁸⁸ En outre, les lacs de retenue devront à l'avenir assumer d'autres tâches que la production d'électricité, p. ex. la rétention des crues et l'approvisionnement en eau potable des régions alpines en été. Les dépenses totales en électricité en Suisse devraient légèrement augmenter en raison de la hausse des besoins en électricité pour les transports, le chauffage et le refroidissement des bâtiments, ainsi que pour le fonctionnement des centres de données.¹⁸⁹ Il est actuellement impossible de prédire avec certitude si la transition vers les énergies renouvelables entraînera à long terme une augmentation ou une baisse du prix de l'électricité par kilowattheure. Toutefois, l'énergie électrique est nettement plus efficace que les énergies fossiles, de sorte que l'électrification présente globalement des avantages économiques malgré d'éventuelles hausses de prix.¹⁸⁹

Les constructions et les infrastructures, c'est-à-dire les bâtiments ainsi que les réseaux d'énergie, de transport et de communication, sont fondamentalement vulnérables aux effets du changement climatique. Cela vaut en particulier pour les événements extrêmes tels que les inondations, les dangers naturels gravitaires tels que les éboulements et les coulées de boue, ainsi que les températures extrêmes.¹⁹⁰ Les infrastructures sociales qui servent p. ex. à la protection de la population (protection civile, pompiers, organes de conduite, etc.) sont également confrontées à des défis croissants, notamment en raison de la sollicitation accrue due à des événements extrêmes plus fréquents et plus complexes.¹⁹¹ Le secteur de la santé (hôpitaux, services d'aide et de soins à domicile, etc.) sera de plus en plus sollicité, en particulier pendant les périodes de chaleur.¹⁹¹

Les activités économiques qui dépendront à l'avenir également des marchandises transportées sur le Rhin sont sensibles aux périodes de basses eaux prononcées. Aujourd'hui, outre le pétrole brut et les produits pétroliers, il s'agit principalement des produits agricoles, des matériaux de construction, des métaux et des machines.

Si les bateaux à faible tirant d'eau pourraient faciliter le transport en période de basses eaux, leur introduction est lente, car les bateaux existants ont une longue durée de vie et ne sont remplacés que progressivement.^{192 (Ch. 2.2.3)}

Chapitres connexes: Conséquences observées: 1.2.3 H), Options d'atténuation et d'adaptation: 3.2.2 H).
Définition des termes « dangers naturels gravitaires », « pergélisol » voir glossaire.

I) Économie et société

ÉCONOMIE

Le calcul des coûts d'un changement climatique non maîtrisé est très difficile en raison des incertitudes physiques et socio-économiques ainsi que de la grande complexité du système considéré. Il existe certes des modèles économiques⁹ qui tiennent compte des adaptations au changement climatique et permettent des estimations de coûts globales, mais ces estimations sont entachées de grandes incertitudes et ne sont souvent que partiellement transposables à la Suisse. À ce jour (à la date de finalisation du présent rapport), il n'existe pas d'estimations fiables et spécifiques à la Suisse qui prennent en compte tous les effets directs et indirects du changement climatique non maîtrisé et des mesures spécifiques prises pour y remédier. Il est toutefois possible d'estimer les coûts en se concentrant sur des aspects ou des secteurs spécifiques et en laissant de côté tous les autres aspects (voir paragraphe suivant). Pour interpréter ces estimations de coûts, il est toutefois indispensable de connaître leurs limites et les hypothèses retenues.

Dans sa stratégie climatique à long terme, le Conseil fédéral s'appuie sur une étude qui calcule explicitement les coûts du changement climatique pour la Suisse.¹⁹⁴ Selon cette étude, les coûts macroéconomiques d'un changement climatique non maîtrisé en Suisse pourraient dépasser 4 % du PIB, soit 38 milliards de francs suisses par an, dès 2050. Si la température moyenne à la surface du globe est stabilisée à 2° C, ces coûts seront réduits à 1,5 % du PIB, soit 14 milliards de francs par an. Cependant, comme seuls les effets sur la croissance économique sont pris en compte et que toutes les influences sur l'homme et la nature ne sont pas considérées, les coûts totaux du changement climatique sont systématiquement sous-estimés.

Bien que le coût total d'un changement climatique non maîtrisé ne puisse être clairement chiffré, on peut sup-

poser au niveau mondial qu'il est nettement supérieur au coût de la lutte contre le changement climatique conforme à l'Accord de Paris.^{186, 240 (Ch. 15.4.2)} D'un point de vue économique, l'atténuation du changement climatique offre également un potentiel économique important pour la Suisse, car le secteur de la protection du climat est l'un des secteurs économiques qui connaît la croissance la plus rapide au niveau mondial.¹⁹⁶

TOURISME

Le tourisme hivernal est particulièrement touché par la diminution de l'enneigement. Les coûts de l'enneigement artificiel continueront d'augmenter et atteindront progressivement leurs limites écologiques et économiques en raison de la forte consommation d'eau et d'énergie.^{192 (Ch. 2.4.2)} Les régions de basse altitude sont de plus en plus menacées de devenir non rentables et de devoir se réorienter.^{77, 197} Les régions de haute altitude bénéficieront certes à court terme d'une sécurité d'enneigement relativement plus élevée, mais elles pourraient également subir des pressions à long terme.

En raison du potentiel croissant de risques naturels (coulées de boue, éboulements, etc.), les coûts d'entretien et de construction de mesures de protection pour les infrastructures touristiques telles que les sentiers de randonnée et les liaisons de transport augmentent également.^{78, 198}

Au printemps et surtout en automne, en revanche, de nouvelles opportunités se présenteront à l'avenir grâce à une saison prolongée, et en été également grâce à un climat plus frais dans les montagnes pendant les périodes de chaleur. La chaleur estivale croissante devrait inciter les touristes à éviter de plus en plus les destinations méditerranéennes traditionnelles et à privilégier les régions plus élevées ou plus septentrionales.¹⁹⁸

ASSURANCES ET INDUSTRIE FINANCIÈRE

Le changement climatique ainsi que le développement économique de la propriété privée et des infrastructures publiques, qui entraînent une augmentation de la valeur totale des bâtiments exposés aux risques naturels, vont très probablement continuer à accroître le potentiel de dommages.^{192 (Ch. 2.3)} Le secteur des assurances doit donc faire face à de nouveaux défis, tels que l'augmentation du montant des dommages.

Les acteurs financiers ont tendance à sous-estimer à la fois le risque climatique physique et le risque de transition, c'est-à-dire les risques liés à la transition vers une économie à faible intensité de carbone, en particulier pour les périodes de plus de dix ans.¹⁹⁹ En conséquence, l'épargne et les investissements des citoyens et de l'État gérés par les intermédiaires financiers seront exposés à

N Les estimations sont réalisées d'une part à l'aide de modèles d'équilibre qui simulent l'économie et considèrent les effets du changement climatique comme une perturbation des différents secteurs de production, et d'autre part à l'aide d'approches empiriques qui analysent l'impact des phénomènes météorologiques extrêmes sur la croissance économique dans le passé et extrapolent ces effets pour différents scénarios climatiques futurs.

des risques croissants. En outre, le déficit de financement pour l'adaptation et l'atténuation s'agrandira, de sorte que le secteur financier ne contribuera pas autant qu'il le pourrait à la réalisation des objectifs climatiques. Le lien entre le changement climatique et le secteur financier est particulièrement pertinent pour la Suisse, car le secteur financier représente une part plus importante du PIB que dans d'autres pays.²⁰⁰

FINANCES PUBLIQUES

Le changement climatique et les mesures politiques qu'il rend nécessaires entraînent également des charges financières supplémentaires pour les budgets publics. Celles-ci proviennent à la fois des recettes (p. ex., la baisse des recettes provenant de l'impôt sur les huiles minérales) et des dépenses (p. ex., l'augmentation des coûts des mesures d'adaptation et des subventions). La quantification de ces coûts est généralement très incertaine.²⁰¹ Pour la Suisse, on part du principe que l'impact global du changement climatique sur les finances publiques est majoritairement négatif.^{202, 203}

Chapitres connexes: Conséquences observées: 1.2.3 I),
Options d'atténuation et d'adaptation: 3.2.2 I).

3 Mesures (atténuation et adaptation)

3.1 Principes généraux

Les pertes économiques causées par le changement climatique sont estimées à 10–23 % du PIB mondial d'ici 2100. Un transfert rapide et significatif des investissements vers des technologies et des infrastructures à faible émission de gaz à effet de serre et résilientes au changement climatique est considéré comme essentiel pour réduire ces risques. En outre, des mesures politiques peuvent renforcer la résilience de la société et réduire sa vulnérabilité aux risques climatiques. Des objectifs clairs, une coordination transsectorielle et des processus de gouvernance inclusifs favorisent l'efficacité des mesures de protection du climat. Une coopération à tous les niveaux, y compris une coordination au niveau international, est également importante pour clarifier les questions d'équité. Des mesures de protection du climat mises en œuvre avec succès peuvent également contribuer de manière synergique à la réalisation d'autres objectifs, tels que les objectifs de développement durable (ODD).

3.1.1 Investissements et action publique

Une réorientation claire et rapide des investissements vers des technologies et des infrastructures à la fois à faibles émissions de gaz à effet de serre et résistantes au changement climatique permettrait de réduire les pertes et les dommages pour les populations et les écosystèmes.¹ (Ch. C.2, Ch. C.6) Selon le rapport du GIEC, les pertes dues aux effets de la température sont estimées à 10–23 % du PIB mondial d'ici 2100, soit plus que prévu jusqu'à présent.¹⁰⁸ (Fig. TS.A11.2) Cependant, il faut du temps pour que les innovations soient largement acceptées. Cela peut entraîner des retards dans les mesures d'atténuation et d'adaptation, qui à leur tour entraînent des pertes financières considérables. En outre, les infrastructures durables deviennent de plus en plus vulnérables aux effets du changement climatique, ce qui contribue à augmenter le montant des dommages.

Au cours des dix dernières années, de nombreuses possibilités de décarbonation rapide sont apparues et sont devenues rentables, p. ex. dans les domaines des énergies renouvelables et de l'électrification du chauffage et des transports. Cela résulte en grande partie des politiques climatiques et énergétiques, telles que le soutien direct aux technologies, les normes réglementaires et la tarification du carbone.⁹¹ Les mesures sectorielles visant à atténuer le changement climatique, en particulier dans les secteurs des transports, du logement et de l'agriculture, ont une valeur ajoutée considérable (y compris financière), notamment en termes de santé humaine (p. ex., ré-

duction de la pollution atmosphérique, mode de vie plus actif).¹ (Ch. C.2)

La coordination de l'action publique à plusieurs niveaux, du local au mondial, et l'implication de la société civile et du secteur privé jouent un rôle décisif pour permettre et accélérer les mesures de protection du climat.^{204, 205} Les réseaux, les ateliers et les partenariats entre les institutions publiques à plusieurs niveaux, l'économie, la science et la société civile sont des formes possibles de processus de planification et de décision intégratifs. La prise en compte des divers intérêts et des connaissances locales favorise en particulier l'acceptation et la mise en œuvre des mesures de protection du climat.¹ (Ch. C.6.5)

Le recours aux mesures de politique climatique s'est accru et a déjà eu un impact mesurable sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre et la promotion des changements systémiques nécessaires. P. ex., dans certains pays, les mesures politiques ont renforcé le développement des énergies renouvelables, amélioré l'efficacité énergétique, réduit la déforestation et accéléré l'introduction de nouvelles technologies.¹ (Ch. A.4.1)

3.1.2 Gouvernance et stratégies

Une combinaison de différents instruments politiques qui se renforcent mutuellement s'est avérée plus efficace que des instruments individuels pour réduire rapidement les émissions.⁹¹ Un exemple d'une telle combinaison est l'association de réglementations telles que les normes d'émission, d'aides technologiques telles que les subventions et de mesures basées sur le marché telles que les taxes sur le CO₂.⁹¹ La manière dont les instruments sont combinés dépend de facteurs sectoriels, de la capacité de gouvernance et du soutien de la population.²⁰⁶ La capacité de gouvernance ne comprend pas seulement l'autorité formelle d'un décideur. Elle dépend également de sa légitimité politique, de la force des institutions, des mécanismes de mise en œuvre disponibles et de la capacité à mobiliser des ressources.

Les mesures politiques peuvent renforcer la résilience de la société et réduire sa vulnérabilité aux risques climatiques. Il s'agit p. ex. de mesures visant à dépasser les obstacles à l'innovation et à améliorer la capacité d'adaptation, à promouvoir une planification des infrastructures résilientes au changement climatique et à fournir un soutien financier et technique pour des mesures concrètes.²⁰⁷ Ces mesures dépendent également d'une gouvernance

Mesures d'adaptation par risque et acteurs exécutants

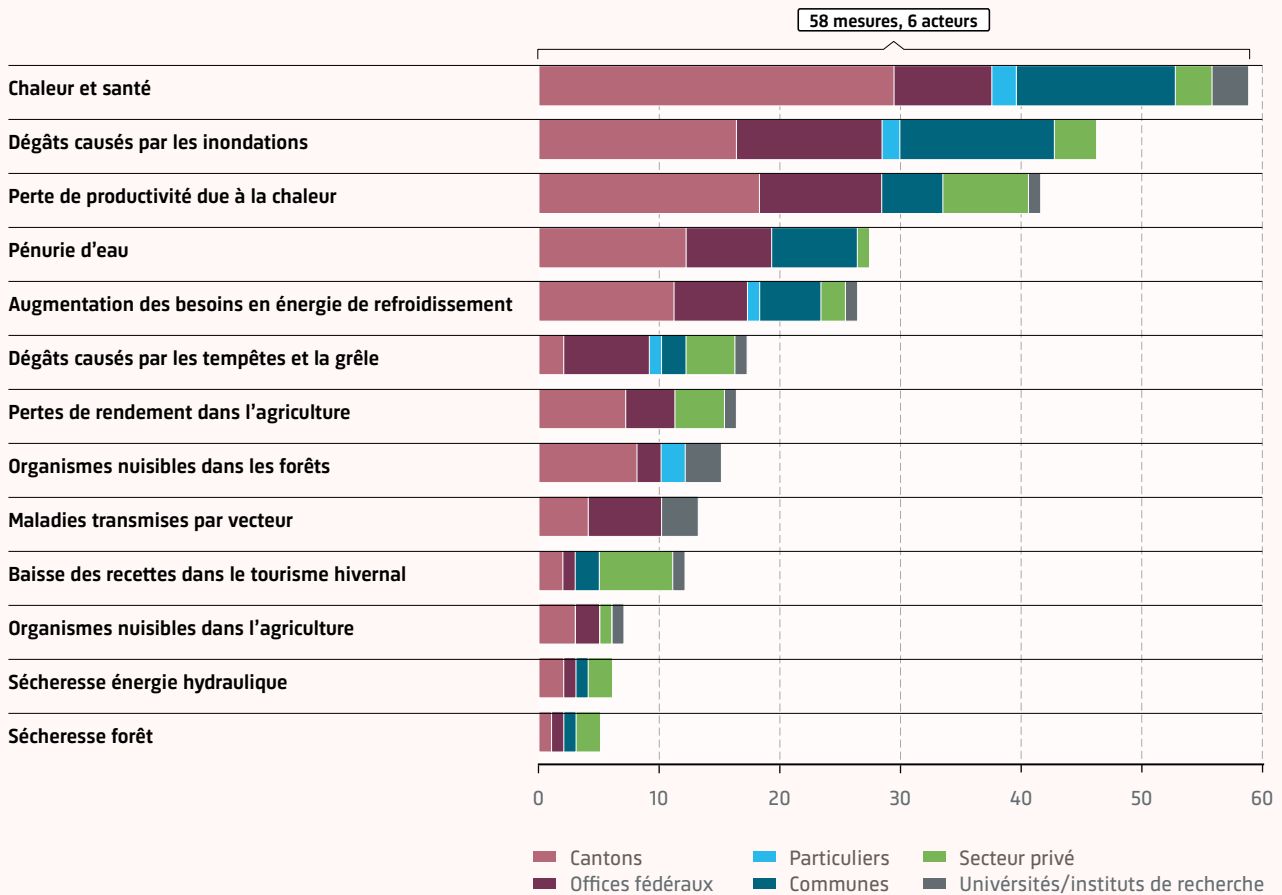


Figure 12: Nombre de mesures d'adaptation par acteur responsable de leur mise en œuvre. Le graphique montre combien de mesures d'adaptation mises en œuvre ou prévues en Suisse sont associées à chaque acteur. Les acteurs correspondent aux organisations ou instances qui planifient ou mettent en œuvre les mesures (catégories de risques selon Köllner et al.¹¹⁷ Données issues sur une base de données du projet NCCS-Impacts « Coûts des effets du changement climatique en Suisse »).

suffisante, y compris d'une coopération à de nombreux niveaux de la société.²⁰⁸

Des objectifs clairs, une coordination transsectorielle et des processus de gouvernance inclusifs facilitent la mise en œuvre de mesures efficaces de protection du climat. Il a été démontré que les pays disposant d'un ministère dédié au climat mettent en œuvre leur politique climatique plus efficacement que ceux qui n'en ont pas.²⁰⁹ En outre, le financement de la lutte contre le changement climatique est plus efficace dans les pays disposant d'une banque d'investissement soutenue par l'État et spécialisée dans les investissements à faible intensité de carbone.²¹⁰

3.1.3 Coopération internationale

La coopération internationale a conduit à un renforcement et à une accélération des mesures visant à atténuer le changement climatique.²¹¹ Au niveau mondial, l'Accord de Paris a encouragé l'établissement d'objectifs nationaux de zéro net CO₂ pour le milieu du siècle. En outre, lors de la COP29 à Bakou en 2024, il a été décidé de tripler les fonds alloués aux pays en développement d'ici 2035, passant de 100 milliards de dollars US par an à 300 milliards de dollars US par an.²¹² D'autres formes de coopération internationale, notamment les réseaux transnationaux de villes, les partenariats régionaux, les accords sectoriels et les initiatives du secteur privé, se sont multipliées, mais leur efficacité est sujet à discussion.²¹³

L'Accord de Paris vise à renforcer la protection mondiale du climat grâce à la coopération internationale. Elle prévoit à cet effet divers instruments, notamment une aide financière aux pays pauvres, le transfert de technologies respectueuses du climat et le renforcement des connaissances spécialisées et des capacités institutionnelles.^{4 (Ch. 14)} En outre, l'accord autorise le recours à des mécanismes de marché internationaux, tels que l'échange de quotas d'émission, afin de rendre la réduction des gaz à effet de serre plus efficace.^{4 (Ch. 14)} De nombreux pays riches, dont l'Allemagne, le Canada et le Japon, ont déjà pris des mesures dans ces domaines, mais pas dans la mesure nécessaire pour atteindre l'objectif de limitation du réchauffement climatique convenu dans l'Accord de Paris.²¹⁴ La Suisse est l'un des rares pays à prévoir d'atteindre une partie de ses objectifs en matière d'émissions grâce à des projets de protection du climat à l'étranger et à vouloir faire valoir des crédits d'émission à cet effet. D'autres acteurs, tels que l'Union européenne ou le Royaume-Uni, ont en revanche décidé d'atteindre leurs objectifs principalement par des mesures nationales.^{0, 215}

Bien que le financement international de la lutte contre le changement climatique soit un élément important de la politique climatique internationale de la Suisse,²¹⁶ la question de savoir si les engagements financiers envers les pays du Sud sont pleinement respectés fait l'objet d'un débat public. La Suisse et d'autres pays riches sont invités à renforcer encore leur rôle dans le financement international de la lutte contre le changement climatique et à mettre effectivement à disposition les fonds promis.^{1 (Ch. A.4.5)}

3.1.4 Changement de comportement

Les changements de comportement collectifs visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre nécessitent à la fois la volonté, la motivation et la capacité de la population à opérer ces changements. Ils complètent les mesures de politique climatique du côté de l'offre et de la demande.²¹⁷ La promotion des énergies renouvelables ou la réglementation des émissions industrielles sont des exemples de mesures du côté de l'offre. Des exemples de mesures du côté de la demande sont la tarification du CO₂ et les subventions pour la rénovation des bâtiments, les pompes à chaleur ou les installations solaires. Parallèlement, les changements de comportement collectifs ont souvent des effets positifs sur le bien-être collectif (co-bénéfices), p. ex. grâce à l'amélioration immédiate de la santé grâce à une mobilité active ou à une alimentation

plus variée comprenant une plus grande proportion de produits végétaux.²¹⁷

Les mesures visant à influencer les comportements sont également efficaces en Suisse, en particulier des configurations par défaut « vertes » lors d'achat de services ou d'énergie, c'est-à-dire les choix de base parmi les options disponibles, en anglais *green defaults* (p. ex., l'électricité issue d'énergies renouvelables est le choix par défaut; ceux qui ne le souhaitent pas doivent activement s'y opposer). Une autre option consiste à mettre en place des possibilités de renoncement volontaire à des droits légaux au profit d'offres plus écologiques, en anglais *opt-out*. Un exemple en est la renonciation volontaire à une carte de stationnement pour résidents en échange de réductions sur le covoiturage ou les transports publics.^{218, 219}

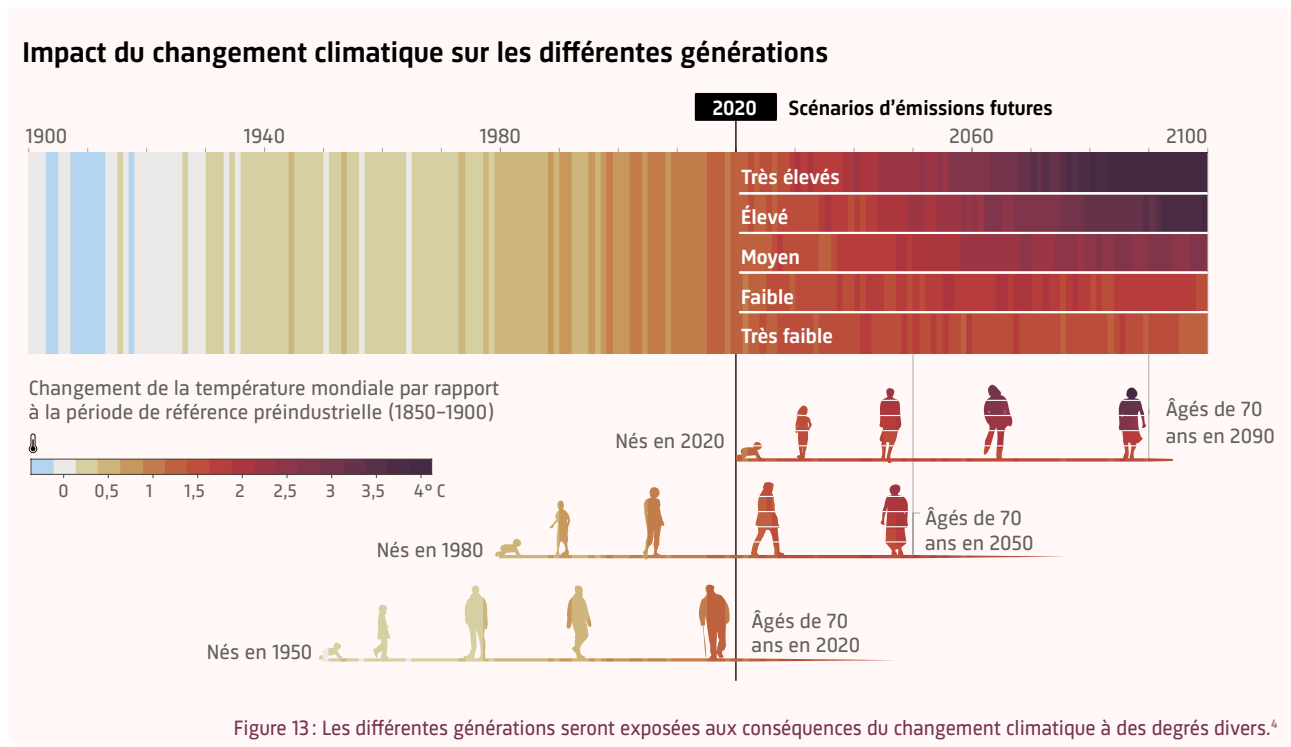
Au-delà des décisions des consommatrices et consommateurs, les connaissances basées sur le comportement peuvent également contribuer de manière significative aux options d'atténuation et d'adaptation grâce à une réflexion systémique.²²⁰ Cela inclut des réglementations respectueuses du climat pour les activités de placement (p. ex., un 3^e pilier respectant des critères de durabilité) ou une meilleure intégration des sciences comportementales dans la conception des marchés (de l'énergie), afin que ceux-ci ne se réfèrent pas strictement à un *Homo oeconomicus* (théoriquement) et constamment tourné vers son intérêt et des objectifs personnels.

3.1.5 Synergies et conflits d'objectifs avec le développement durable

À court terme, il existe nettement plus de synergies que de conflits entre les mesures de protection du climat et les objectifs de développement durable (ODD).²²¹ De nombreuses initiatives en matière de politique climatique contribuent à la réalisation des objectifs de développement durable, tandis qu'à l'inverse, de nombreuses mesures de développement durable favorisent la protection du climat.^{222, 223} Ces avantages mutuels (aussi appelés co-bénéfices) résultent notamment de la baisse des coûts des énergies renouvelables et d'autres technologies à faible émission de carbone, qui facilite leur utilisation à grande échelle.

Parmi les exemples de telles synergies, on peut citer la lutte contre la pauvreté (ODD 1) grâce à l'accès à une énergie décentralisée et renouvelable (ODD 7), l'élimination de la faim (ODD 2) grâce à une productivité agricole accrue et à l'amélioration de la transformation et de la réfrigération des aliments, ou la promotion de la santé et du bien-être (ODD 3) grâce à une mobilité active et à une alimentation durable. Les villes et les communautés du-

0 La Commission européenne a prévu, pour l'objectif intermédiaire de 2040, la possibilité de comptabiliser les réductions de CO₂ à l'étranger, mais la part possible dans la réduction totale n'est que de 3 % et non de 33 % comme en Suisse.



rables (ODD 11) bénéficient également d'une meilleure qualité de l'air et d'une réduction du bruit, tout comme la protection des écosystèmes terrestres (ODD 15) grâce à une moindre consommation de bois de chauffage.^{221, 224} Dans le même temps, cependant, des conflits d'objectifs peuvent surgir dans certains domaines, tels que l'élimination de la faim (ODD 2) ou la promotion de la croissance économique (ODD 8), lorsque les mesures de protection du climat entrent en concurrence à court terme avec d'autres objectifs de développement.

3.1.6 Équité

Les causes et les conséquences du changement climatique sont réparties de manière inégale et entraînent de multiples formes d'injustice.²²⁵⁻²²⁸ Celles-ci se manifestent dans le temps, car les générations futures seront exposées à des risques et à des dommages nettement plus importants que la population actuelle.¹ Elles se manifestent également sur le plan économique, car si les personnes et les pays les plus riches sont responsables d'une plus grande partie des émissions, ce sont les groupes socialement et économiquement défavorisés qui souffrent le plus des conséquences, tant en Suisse qu'à l'échelle mondiale.²²⁹ Enfin, il existe des inégalités géographiques : les conséquences du changement climatique touchent beaucoup plus durement les pays vulnérables du Sud global que ceux du Nord global,²³⁰ alors que ces pays ont historique-

ment moins contribué au changement climatique et continueront, pour la plupart, à produire moins d'émissions dans un avenir proche.²³¹

La lutte contre le changement climatique implique des « responsabilités communes mais différenciées » dans la prise en charge des mesures en faveur du climat. Différentes théories de la justice concluent toutes que les pays riches et les individus fortunés ont une responsabilité particulièrement importante en matière de réduction des émissions.²³² Le débat politique se concentre souvent sur les réductions nationales des émissions, mais d'autres priorités peuvent également être mises en avant du point de vue de la justice,^{227, 228, 233} telles que la possibilité d'un développement découplé des émissions pour les pays pauvres,²³⁴ le soutien à des mesures d'adaptation aussi autonomes que possible^{235, 236} ou une indemnisation appropriée pour les dommages et les pertes liés au climat.²³⁷

Ces exigences sont justifiées soit par leur contribution au changement climatique, soit par les avantages qui en découlent, soit par leur capacité.^{233, 238} En termes de capacité, la Suisse, en tant que pays riche, porte une responsabilité particulièrement importante.

3.1.7 Migration

La plupart des déplacements directement liés au changement climatique se font actuellement sur de courtes distances. De plus, une grande partie des victimes retournent dans leur pays d'origine après un certain temps.^{4, 108} Un afflux de « réfugiés climatiques » en Suisse est peu probable. Les personnes déplacées ne disposent souvent que de moyens financiers et de ressources limités, ce qui rend difficile leur fuite vers des pays plus lointains. Les effets indirects du changement climatique sur l'économie mondiale et, le cas échéant, sur certains conflits pourraient toutefois accroître la pression migratoire.^{4, 108}

Néanmoins, la mobilité de la population peut constituer une adaptation au changement climatique.²³⁹ Plus les personnes sont empêchées de migrer par des barrières politiques ou un manque de ressources, plus elles sont vulnérables. La mise en place d'une gestion coordonnée des migrations au niveau international peut donc contribuer à atténuer les conséquences du changement climatique.^{240 (Ch. TS.D.8.6)}

3.1.8 Communication

Une nette majorité de Suisses (73 %) reconnaît que le changement climatique est un fait causé par l'être humain,²⁴¹ s'en inquiète et est prête à contribuer à la lutte contre le changement climatique.²⁴² Il existe toutefois un écart considérable entre les opinions et les comportements des Suisses.²⁴¹ La communication peut contribuer à réduire cet écart.

Pour une communication efficace, les émetteurs, les canaux et les messages jouent un rôle important:

- Les climatologues, les bulletins météo à la télévision, la famille et les amis ainsi que les organisations environnementales font partie des sources d'information sur le changement climatique les plus fiables dans des pays similaires (comme l'Espagne, les Pays-Bas, la Grande-Bretagne ou l'Allemagne).²⁴³
- Pour améliorer la compréhension du changement climatique par le grand public, il est utile d'utiliser des messages simples et clairs, répétés à plusieurs reprises, et de faire appel à des communicateurs dignes de confiance.²⁴⁴
- Les messages abstraits et les descriptions globales du changement climatique doivent être mis en relation avec les contextes nationaux, régionaux et locaux.²⁴⁵ À cet égard, les récits et les histoires,²⁴⁶ les métaphores ou

les comparaisons imagées²⁴⁷ et les visualisations expressives^{248, 249} peuvent notamment s'avérer efficaces.

- Afin de communiquer efficacement avec différents groupes cibles, la communication doit également être adaptée aux attitudes de ces groupes vis-à-vis du climat. Des propositions visant à différencier les groupes cibles sont disponibles pour de nombreux pays et décrivent généralement un spectre allant des « alarmés » et « convaincus » aux « douteurs » et « rejetants ».²⁵⁰⁻²⁵²

3.2 Options d'atténuation et d'adaptation

Il existe un écart important entre les réductions d'émissions résultant de la mise en œuvre des CDN adoptées par les différents États d'ici 2035 et les réductions d'émissions qui seraient nécessaires, selon les modèles de calcul, pour maintenir l'augmentation de la température moyenne mondiale en dessous de +1,5° C. En outre, il existe souvent un écart entre les objectifs fixés dans les CDN et les mesures effectivement mises en œuvre. Pour parvenir à des réductions d'émissions profondes et durables, un changement rapide et complet est nécessaire dans tous les secteurs et tous les systèmes. Cela nécessite le développement considérable d'un large éventail d'options de réduction et d'adaptation. La combinaison de solutions technologiques à grande échelle et de mesures comportementales peut contribuer à réduire les émissions dans tous les secteurs. Cependant, l'efficacité des options d'adaptation atteindra ses limites à mesure que le réchauffement s'accroîtra.

3.2.1 Au niveau mondial

Atténuation

Une transformation rapide et globale dans tous les secteurs et systèmes est nécessaire pour parvenir à des réductions profondes et durables des émissions. Cela nécessite le développement considérable d'un large éventail d'options d'atténuation. Des options réalisables, efficaces et rentables pour atténuer le changement climatique sont déjà disponibles, avec des différences régionales et sectorielles. On peut citer comme exemples l'électrification du chauffage et des transports, ainsi que l'utilisation de technologies de production d'énergies renouvelables telles que l'éolien et le solaire.¹ Ces options sont partiellement mises en œuvre, mais se heurtent principalement à des obstacles socioculturels et à une résistance économique.^{1, 253}

Il existe un écart important entre les réductions d'émissions résultant de la mise en œuvre des CDN annoncées par les différents États d'ici 2035 et les réductions d'émissions qui seraient nécessaires, selon les modèles de calcul, pour maintenir l'augmentation de la tempé-

rature moyenne mondiale en dessous de +1,5° C.¹³³ Avec une réduction régulière des émissions mondiales de CO₂ à partir de 2020, les émissions nettes de CO₂ devraient atteindre zéro en 2041 ou 2036 (selon la probabilité considérée). Les trajectoires de réduction actuelles en sont encore loin.^{1 (tableau SPM. 2)}

À cela s'ajoute l'écart entre les CDN et les mesures effectivement prises. Cela signifie que les décisions politiques actuelles des États conduisent à des émissions plus élevées que celles visées et promises par les États sur le papier.⁸³

La combinaison de mesures orientées vers l'efficacité et vers la sobriété contribue de manière importante à la réalisation des objectifs climatiques.^{91, 254, 255} Sans mesures suffisantes pour encourager les changements de comportement et adapter la demande (approches orientées vers la sobriété), la pression aux changements de technologies du côté de l'offre augmente, par exemple, pour améliorer l'efficacité énergétique (approches orientées vers l'efficacité) ou pour utiliser des technologies de substitution. Cela comporte des risques, en particulier lorsque les approches technologiques s'appuient sur de nouvelles technologies dont le potentiel réel d'atténuation est encore incertain.

Encadré 6 : Mécanismes de coopération et systèmes d'échange de quotas d'émission

L'article 6 de l'Accord de Paris a introduit un mécanisme permettant aux États signataires de coopérer volontairement entre eux afin d'atteindre leurs objectifs nationaux de réduction des émissions (CDN) (art. 6.2). Cela peut se faire en partie par le biais de projets de réduction des émissions à l'étranger (voir encadré 2). Ce mécanisme est supervisé par un comité des Nations Unies afin d'éviter d'éventuels abus tels que le « double comptage » (la réduction des émissions est prise en compte dans les deux pays). Grâce à une transparence accrue, à des rapports réguliers et à des exigences de qualité strictes, les projets doivent également pouvoir prouver leur « additionnalité » (à savoir que la réduction des émissions n'aurait pas eu lieu sans les recettes provenant de la vente de crédits carbone). La Suisse prévoit d'utiliser ce mécanisme pour atteindre ses CDN (voir chapitre 3.2.2).

Outre le mécanisme international, il existe des systèmes régionaux ou nationaux d'échange de quotas d'émission. Dans l'UE, ce système s'appelle « système d'échange de quotas d'émission de l'Union européenne » (SEQE-UE). Il vise à contribuer à la réalisation des objectifs de réduction des émissions de l'UE. Le SEQE-UE fonctionne selon le principe du plafonnement et d'échange de quotas, en anglais *cap-and-trade*, dans lequel l'UE fixe la limite maximale des émissions totales et la répartit en certificats négociables. Cette limite maximale est continuellement abaissée. Les entreprises reçoivent ou achètent des certificats (en anglais *EU Allowances*, EUA) qui leur donnent le droit d'émettre une certaine quantité d'émissions. Les quotas non utilisés peuvent être négociés. À partir de 2026, l'UE introduira en outre un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF) (en anglais *Carbon Border Adjustment Mechanism*, CBAM). Les pays tiers qui importent des marchandises à forte intensité d'émissions^p dans l'UE devront à l'avenir acquérir des quotas MACF

afin de compenser la différence entre les coûts des émissions dans le pays de production et le prix des quotas dans l'UE. Ce mécanisme sera progressivement intégré dans le SEQE-UE.

Jusqu'en 2020, la Suisse disposait de son propre système d'échange de quotas d'émission (SEQE-CH), appelé en anglais *Switzerland Emissions Trading System* (CH-ETS), qui est désormais lié au SEQE-UE. Les marchandises d'origine suisse sont exemptées de la réglementation MACF en raison des systèmes d'échange de quotas d'émission liés entre l'UE et la Suisse. La Suisse souhaite adapter son système d'échange de quotas d'émission au même rythme que l'UE afin que les systèmes puissent rester liés. Le projet de loi relative à l'ajustement carbone aux frontières lors de l'importation de marchandises à base de ciment (LACFC) est actuellement en cours d'élaboration. La loi sur le CO₂ à partir de 2030 prévoit également un système d'échange de quotas d'émission supplémentaire en Suisse pour les secteurs du bâtiment et des transports (voir encadré 2). Le Royaume-Uni, la Californie et le Québec (*Western Climate Initiative*, WCI), certains États du nord-est des États-Unis, le Canada, la Nouvelle-Zélande, la Chine, le Japon et la Corée du Sud ont également mis en place des systèmes d'échange de quotas d'émission régionaux ou locaux, ou sont en train de les développer.

Enfin, il existe également des marchés volontaires du carbone tels que Verra (*Verified Carbon Standard*, VCS), *Gold Standard*, *American Carbon Registry* (ACR), *Climate Action Reserve* (CAR) ou Plan Vivo. Ceux-ci peuvent être utilisés volontairement par des entreprises privées pour compenser leurs émissions ou atteindre leurs objectifs climatiques. Au niveau sectoriel, il existe un mécanisme spécifique à l'aviation, le CORSIA. Un mécanisme similaire pour le transport maritime (OMI) est actuellement en cours d'élaboration.

^p Produits concernés : aluminium, ciment, électricité, engrais, hydrogène, fer et acier

Adaptation

Il existe déjà des options d'adaptation réalisables, efficaces et peu coûteuses, mais elles varient selon les systèmes et les régions. Les stratégies correspondantes comprennent, p. ex., la modification de la planification des infrastructures, l'accès des pays pauvres aux innovations (transfert de technologies), la promotion de changements socioculturels et comportementaux, la mise en œuvre de la protection sociale, l'amélioration des services climatiques ainsi que la protection et la restauration des écosystèmes.^{4 (Ch. 4)} En outre, les stratégies visant à améliorer la résilience de l'agriculture et de la sylviculture ainsi que des infrastructures, à maintenir un approvisionnement électrique fiable et à garantir une utilisation efficace de l'eau sont d'une importance cruciale.

L'efficacité des options d'adaptation, en particulier celles liées aux écosystèmes et à l'eau, diminuera avec l'augmentation du réchauffement climatique.^{4 (Ch. B.4.1)} À mesure que le changement climatique progresse, il devient de plus en plus difficile et coûteux d'éviter les pertes et les dommages, en particulier pour les écosystèmes et les populations particulièrement vulnérables. Avec un réchauffement climatique supérieur à 1,5° C, l'adaptation deviendra plus difficile et, dans certains cas, impossible, en particulier pour les régions qui dépendent des glaciers et de la fonte des neiges, ainsi que pour les petites îles dont les ressources en eau douce sont limitées. Avec un réchauffement supérieur à 2° C, de nombreuses options d'adaptation ne seront plus efficaces ou tout simplement impossibles à mettre en œuvre.^{4 (Ch. B.4.2)}

La mise en œuvre de mesures d'adaptation intégrées et transsectorielles qui tiennent compte non seulement des risques climatiques, mais aussi des inégalités sociales, augmente la faisabilité et l'efficacité de l'adaptation. Une planification à long terme est essentielle pour améliorer l'efficacité de l'adaptation.^{1 (Ch. B.4.1)}

Chapitres connexes : Réchauffement observé : 1.1.1, Conséquences observées : 1.2.1, Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'atténuation : 1.3.1, Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'adaptation : 1.4.1, Futur changement climatique : 2.2.1, Conséquences et risques futurs : 2.3.1.
Définitions des termes « mesures orientées vers l'efficacité », « mesures orientées vers la sobriété », « services climatiques », « résilience climatique », « résistance climatique » voir glossaire.

3.2.2 Suisse

A) La Suisse dans son ensemble

Atténuation

Les objectifs de réduction des émissions, fixés dans la loi sur le CO₂, ainsi que l'objectif de zéro émission net d'ici 2050 et les objectifs intermédiaires de réduction des émissions, fixés dans la loi suisse sur le climat et l'innovation (LCI), prévoient une réduction d'au moins 50 % d'ici 2030, d'au moins 64 % en moyenne pour les années 2031–2040, d'au moins 75 % d'ici 2040 et d'au moins 89 % en moyenne pour 2041–2050 par rapport à 1990.^{97, 256} Les objectifs inscrits dans les lois de la Suisse s'inscrivent dans un cadre prévu par les objectifs de l'Accord de Paris. Toutefois, les mesures adoptées jusqu'à présent sont probablement insuffisantes pour atteindre ces objectifs.⁴⁰⁸ En outre, il manque à la fois des objectifs et des mesures pour réduire les émissions induites par les importations et les émissions liées aux flux financiers suisses. Une partie de la réalisation des objectifs prévus repose par ailleurs sur l'achat de crédits d'émission étrangers. À court terme, cette approche est certes moins coûteuse pour atteindre les objectifs climatiques que la seule mise en œuvre de mesures dans le pays.²⁵⁸ À moyen et long terme, et dans la perspective de l'objectif de zéro émission net, l'achat de certificats de réduction internationaux n'a toutefois qu'une utilité limitée. En effet, les émissions excédentaires par rapport aux objectifs de réduction qui sont « compensées » par l'achat de certificats étrangers persistent. Pour atteindre l'objectif de zéro émission net, ces émissions résiduelles devraient alors être réduites très rapidement au niveau national.⁸⁶ En outre, l'effet des certificats d'émission sur les réductions réelles des émissions est remis en question.²⁵⁹ Dans quelle mesure la trajectoire de réduction de la Suisse est conforme au principe de « responsabilité commune mais différenciée »,²⁵⁷ lequel tient compte des différentes conditions (p. ex. capacité financière ou responsabilité historique) des divers États, dépend des critères de justice et d'équité et des critères de répartition retenus et fait l'objet de discussions scientifiques, sociales et politiques.

Environ un quart des émissions annuelles de la Suisse, soit environ 12 à 14 millions de tonnes de CO₂, ne peuvent pas être complètement évitées.⁹³ Elles proviennent de la production de ciment, du traitement des déchets, de l'agriculture et de l'aviation. Pour les réduire ou les compenser, il est nécessaire de procéder à l'extraction et au stockage du CO₂. D'ici 2050, environ 7 millions de tonnes de CO₂ par an devraient être captées à des sources ponctuelles. La mise en place d'une telle infrastructure pour la capture, le transport et le stockage du CO₂ devrait coûter environ 16 milliards de francs selon les estimations.²⁶⁰

Les 5 à 7 millions de tonnes de CO₂ restantes, difficiles à éviter, devraient être compensées par des technologies à émissions négatives à l'étranger.²⁶¹

La loi sur le climat et l'innovation prévoit que toutes les entreprises devront atteindre zéro émission nette de gaz à effet de serre d'ici 2050.²⁶² Pour ce faire, elles peuvent élaborer des feuilles de route pour la réduction de leurs émissions. Ces plans doivent identifier à un stade précoce les obstacles à la neutralité carbone et servir de base à des mesures coordonnées pour les surmonter. Ils ne sont toutefois obligatoires que pour les entreprises qui demandent une aide financière.

Comme au niveau mondial, la Suisse a également besoin d'une combinaison de mesures de réduction orientées vers l'efficacité et la sobriété pour atteindre la neutralité climatique. Les deux mesures orientées vers la sobriété qui présentent le plus grand potentiel sont un changement des habitudes alimentaires et une réduction du trafic aérien.²⁵⁵

Adaptation

Il est important de coordonner l'action publique du niveau local au niveau mondial, en impliquant la société civile et le secteur privé. Le « Réseau pour l'adaptation aux changements climatiques » récemment mis en place est un exemple de cette gouvernance à plusieurs niveaux et transsectorielle.²⁶³ La stratégie du Conseil fédéral pour l'adaptation aux changements climatiques en Suisse, publiée en 2012, intègre des objectifs d'adaptation dans les politiques sectorielles.^{264, 265}

Le plan d'action 2020–2025 qui l'accompagne comprend 75 mesures, dont 63 spécifiques à des secteurs tels que la gestion de l'eau, l'agriculture et la santé, et 12 transsectorielles visant à améliorer les connaissances, la coordination et la mise en œuvre de la stratégie.²⁶⁴ Le système fédéral suisse permet une approche décentralisée qui permet aux autorités locales d'adapter les mesures d'adaptation à leur situation spécifique tout en les harmonisant avec les objectifs nationaux.^{266, 267} Dans ce contexte, « Adapt+ », un programme de financement fédéral qui soutient les mesures d'adaptation au changement climatique jusqu'à hauteur de 50 % des coûts du projet, a également été lancé début 2025.²⁶⁸

Le dernier rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) fait état de contraintes et de limites au niveau actuel d'adaptation en Suisse.²⁶⁹ P. ex., bien que l'irrigation constitue une stratégie d'adaptation viable pour l'agriculture, son efficacité est de plus en plus limitée par la diversité des utilisations et des besoins en eau.^{108, 270}

Moins les efforts visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre sont efficaces, plus il faut investir dans l'adaptation et plus les limites de l'adaptation sont rapidement atteintes en raison de l'accumulation de restrictions de différentes natures,¹¹¹ y compris en Suisse. Cela signifie que les mesures et stratégies d'adaptation existantes pourraient ne pas suffire à réduire les impacts et les risques futurs à un niveau acceptable. En Suisse, il y aura probablement de plus en plus de situations dans lesquelles il faudra évaluer le rapport coût-bénéfice des mesures d'adaptation, p. ex. lorsque la protection contre les dangers naturels tels que les inondations ou les coulées de boue deviendra trop coûteuse à certains endroits en raison de l'augmentation de leur intensité et/ou de leur fréquence.²⁷¹

Chapitres connexes : Réchauffement observé : 1.1.3, Conséquences observées : 1.2.3 A), Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'atténuation : 1.3.3, Progrès réalisés jusqu'à présent en matière d'adaptation : 1.4.3, Futur changement climatique : 2.2.2, Conséquences et risques futurs : 2.3.2 A).
Définition du terme « gouvernance » : voir glossaire.

B) Eau

Adaptation

Les mesures d'adaptation aux changements saisonniers du régime hydrologique visant à lutter contre la pénurie d'eau en été comprennent : des méthodes d'irrigation efficaces, la séparation de l'eau potable et de l'eau d'usage industriel, l'utilisation de réservoirs polyvalents (p. ex. des lacs de barrage comme réservoirs d'énergie, protection contre les inondations, rétention d'eau pour l'irrigation, etc.) ainsi que des restrictions d'utilisation locales^{272, 273} ou le remplissage ciblé des réservoirs aquifères.¹⁴⁸

L'adaptation à des risques naturels plus fréquents et plus intenses est indispensable et comprend à la fois des mesures de construction, des solutions d'assurance, des changements dans l'aménagement du territoire et l'utilisation des sols, ainsi qu'une renaturation de l'espace réservé aux cours d'eau.²⁷⁴ En outre, une adaptation efficace nécessite des capacités publiques suffisantes et une volonté correspondante de surmonter les événements.

La diminution des quantités de neige, le recul des glaciers et l'allongement des périodes de sécheresse rendent nécessaires de nouveaux systèmes efficaces de gestion de l'eau dans les régions alpines afin de pouvoir faire face à une éventuelle pénurie d'eau. Les besoins en eau des installations d'enneigement artificiel entrent en outre de plus en plus en conflit avec les besoins en énergie hydraulique et en eau potable.⁵³

Chapitres connexes: Conséquences observées: 1.2.3 B),
Conséquences et risques futurs: 2.3.2 B).

C) Biodiversité

Atténuation

La restauration des sites marécageux permet non seulement de protéger des habitats précieux, mais contribue également de manière importante à la protection du climat grâce à leur capacité à stocker le CO₂.²⁷⁶

Lors de la planification d'infrastructures pour les énergies renouvelables, notamment dans les régions alpines, la collaboration entre les experts en énergies renouvelables, en climatologie, en aménagement du territoire et en biodiversité est essentielle pour garantir que ces projets soient mis en œuvre sans nuire à l'équilibre écologique.²⁷⁷

Adaptation

La hausse des températures et la multiplication des événements extrêmes tels que les périodes de sécheresse influencent le fonctionnement de divers écosystèmes, notamment les zones marécageuses et les paysages agricoles. Dans les prairies en particulier, une grande diversité d'espèces contribue à garantir les services écosystémiques, du moins en ce qui concerne les rendements fourragers, même en période de sécheresse.^{275, 278}

Les mesures visant à préserver la biodiversité comprennent: une protection renforcée, la mise en réseau de tous les types d'habitats de grande qualité écologique («infrastructure écologique»), une utilisation durable des terres et l'intégration de la biodiversité dans l'aménagement du territoire sur l'ensemble des territoires.²⁷⁹ Il s'agit avant tout d'accroître la biodiversité dans l'agriculture, p.ex. grâce à des pratiques et des systèmes de culture agroécologiques, et de préserver l'espace alpin en tant que hotspot, zone de haute biodiversité et refuge pour de nombreuses espèces pour lesquelles la Suisse endosse une grande responsabilité.²⁸⁰ La prévention de l'imperméabilisation des sols et les mesures de renaturation contribuent également à l'amélioration de la situation.^{282, 283}

L'exploitation touristique doit idéalement être aussi douce que possible, c'est-à-dire avec le moins d'interventions possibles dans le paysage, telles que le nivellement ou les mesures de construction. Dans le cas du tourisme de ski, il est également important de préserver les sols et la végétation. Lorsque des interventions sont nécessaires, une végétalisation proche de la nature peut contribuer à la stabilisation écologique.

Chapitres connexes: Conséquences observées: 1.2.3 C),
Conséquences et risques futurs: 2.3.2 C).

Définition des termes «biodiversité», «services écosystémiques» voir glossaire.

D) Forêt

Atténuation

L'utilisation durable du bois comme matériau de construction dans le cadre d'une économie circulaire aussi régionale que possible pourrait contribuer de manière importante à l'objectif de zéro émission nette de gaz à effet de serre du Conseil fédéral.^{284, 285} La réduction du changement climatique par le reboisement est plus prometteuse lorsque le bois est utilisé pour remplacer des matériaux de construction énergivores tels que l'acier et le ciment que lorsque les réserves forestières sont augmentées ou leur utilisation réduite.²⁸⁴

L'utilisation énergétique directe du bois (en remplacement des combustibles fossiles) devrait être limitée au bois endommagé et aux déchets de scierie, car les émissions de particules fines qui y sont associées sont nocives pour la santé et ne permettent pas de fixer davantage de carbone provenant de l'atmosphère. L'utilisation et l'exploitation accrues du bois suivent idéalement le principe de l'utilisation en cascade avec une première utilisation du matériau bois, après recyclage, une deuxième utilisation et enfin une utilisation énergétique.^{46, 284} Actuellement, la priorité est de renforcer l'utilisation du matériau bois. En raison des conditions opérationnelles et économiques, une grande partie du bois (56 %) est aujourd'hui directement utilisée à des fins énergétiques.⁴⁶

Adaptation

La gestion forestière vise à accroître globalement la diversité des structures forestières, des essences et du patrimoine génétique afin de rendre les forêts plus résistantes et plus aptes à s'adapter au changement climatique à moyen et long terme.

Outre l'adaptation des pratiques sylvicoles, l'introduction contrôlée d'essences d'arbres capables de s'adapter aux conditions climatiques futures peut également constituer une mesure judicieuse.²⁸⁶ L'objectif d'une gestion forestière durable et intégrative est donc de viser des forêts diversifiées, proches de la nature et donc résistantes, composées d'essences pérennes qui permettent de récolter du bois et de garantir le stockage du carbone dans le climat du futur, sans nuire à d'autres fonctions forestières importantes.²⁸⁷

Chapitres connexes: Conséquences observées: 1.2.3 D),
Conséquences et risques futurs: 2.3.2 D).
Définition du terme « utilisation en cascade » voir glossaire.

E) Glace et neige

Adaptation

Le développement de formes de tourisme alternatifs peut contribuer à atténuer les conséquences de la diminution de l'enneigement dans de nombreuses stations de sports d'hiver. Certaines régions ont également la possibilité de réduire leur dépendance au tourisme en développant d'autres secteurs économiques.²⁸⁸

Pour une exploitation durable des infrastructures en haute montagne, les conditions du pergélisol et leur évolution doivent être prises en compte dans la planification. Afin de s'adapter à l'évolution des risques alpins liés aux éboulements, aux avalanches, aux coulées de boue et aux inondations, il est important d'adapter la gestion des risques naturels, p. ex. en identifiant les nouvelles zones à risque, en mettant en place des systèmes d'alerte précoce ou en prenant des mesures de protection.²⁸⁹

Chapitres connexes: Conséquences observées: 1.2.3 E),
Conséquences et risques futurs: 2.3.2 E).
Définition du terme « pergélisol » voir glossaire.

F) Agriculture et système alimentaire

Atténuation

La Suisse s'est fixée pour objectif d'atteindre une production alimentaire adaptée au climat et aux conditions locales avec un taux d'autosuffisance d'au moins 50 %, de réduire l'empreinte gaz à effet de serre de l'alimentation par habitant de deux tiers par rapport à 2020 et de réduire les émissions de gaz à effet de serre de la production agricole nationale d'au moins 40 %.²⁹⁰ Cependant, les mesures actuellement prises sont encore loin d'atteindre cet objectif.^{291, 292}

Les options en matière de mesures techniques de production dans l'élevage comprennent des adaptations dans l'alimentation²⁹³⁻²⁹⁵ et la gestion des troupeaux²⁹⁶ ou la construction d'installations de biogaz.²⁹⁷ Dans la production végétale, une fertilisation azotée plus efficace^{298, 299} une culture accrue de légumineuses^{300, 301} et la séquestration du carbone (p. ex. par la formation d'humus^{302, 303} l'épandage de charbon végétal³⁰⁴ ou les systèmes agroforestiers³⁰⁵) peuvent contribuer à atteindre les objectifs susmentionnés.

La mise en œuvre de mesures techniques du côté de la production est difficile.²⁹¹ Cela s'explique d'une part par des coûts élevés,³⁰⁶ mais aussi par des défis logistiques et organisationnels liés, entre autres, à la petite taille des structures agricoles, ainsi que par des aspects sociaux et culturels.^{307, 308}

Les mesures structurelles du côté de la consommation se concentrent sur les processus de transformation et les changements de comportement tout au long de la chaîne de valeur et présentent un potentiel important (moins 50 % des émissions). Les deux axes principaux sont la réduction des pertes alimentaires^{309, 310} et la transition vers une alimentation respectueuse des ressources.^{309, 310}

Une perspective systémique globale est indispensable pour une protection efficace du climat. Cela inclut l'utilisation efficace des surfaces limitées et de la biomasse produite.³¹¹ Environ 80 % des émissions agricoles en Suisse peuvent être attribuées à l'élevage²⁹¹ et à la consommation d'aliments d'origine animale.³¹² 60 % des terres arables suisses sont consacrées à la production d'aliments pour animaux.³¹³ Une réduction des émissions agricoles peut donc être obtenue en encourageant la culture d'aliments d'origine végétale et en renforçant une alimentation à base de plantes.^{314, 315} Parallèlement, l'adaptation de la population animale à l'offre alimentaire locale peut également contribuer à réduire les émissions.^{316, 317} Ces adaptations entraînent une augmentation du degré d'autosuffisance et de la sécurité d'approvisionnement.³¹⁸

Les connaissances actuelles en matière de conception et d'approche intégrée des politiques publiques fournissent des indications importantes pour l'élaboration de mesures politiques.^{9, 314, 319, 320} L'objectif est d'intégrer la valeur ajoutée à différentes mesures axées sur la consommation et la production afin que l'offre et la demande évoluent de manière aussi parallèle que possible. Pour garantir l'acceptation politique, il est important de planifier stratégiquement l'échéancement des mesures.³²⁰ Enfin, il convient d'améliorer la transparence de la répartition de la valeur ajoutée entre les différents maillons de la chaîne de valeur, de réduire les mauvaises incitations dans les instruments politiques actuels et de prendre des mesures pour internaliser les coûts externes.^{321, 322}

Adaptation

Des stratégies d'irrigation innovantes et économes en eau et la sélection de variétés résistantes à la sécheresse et à la chaleur sont des éléments essentiels de l'adaptation dans l'agriculture.³²³ L'agriculture extensive ou biologique

Q Conception des politiques (Policy Design): conception d'instruments et de mesures politiques efficaces pour atteindre les objectifs politiques; approche intégrée des politiques (Policy Packaging): coordination et regroupement de différentes mesures en une approche globale cohérente.

ne constitue pas en soi une assurance contre les conséquences négatives du changement climatique, car même ces systèmes de culture atteignent leurs limites en cas de sécheresse.³²⁴ La recherche de cultures alternatives peut favoriser une production alimentaire régionale résiliente au climat^{325, 326} et contribuer de manière importante à une alimentation saine.³²⁷

Chapitres connexes: Conséquences observées: 1.2.3 F),
Conséquences et risques futurs: 2.3.2 F).
Définition des termes « l’empreinte gaz à effet de serre »,
« résilience climatique » voir glossaire.

G) Santé

Atténuation

En 2019, le secteur de la santé était responsable d’environ 6,7 %^R de l’empreinte gaz à effet de serre totale de la Suisse, ce qui est supérieur à la moyenne des pays occidentaux.^{328, 329} De plus, il affiche l’une des empreintes énergétiques par habitant les plus élevées au monde.³³⁰ Une réduction des émissions de gaz à effet de serre dans ce secteur est donc nécessaire pour atteindre les objectifs climatiques nationaux. Les principales sources d’émissions sont les médicaments et les dispositifs médicaux (plus de 30 % des émissions du secteur) ainsi que les infrastructures hospitalières et les infrastructures spécialisées.^{331, 332} Plusieurs pays, dont le Royaume-Uni, ont élaboré des stratégies de décarbonation de leur système de santé; les émissions de gaz à effet de serre y ont été réduites de manière continue au cours des 20 dernières années.^{333, 334}

Les stratégies de réduction peuvent être classées en deux catégories. D’une part, il s’agit de décarboner les infrastructures existantes grâce à de nouvelles technologies, d’introduire des directives d’approvisionnement durables ou d’adapter les pratiques cliniques (p.ex., en renonçant aux gaz anesthésiants particulièrement nuisibles pour le climat, tels que le desflurane). Toutefois, ces approches visant à accroître l’efficacité sont jugées insuffisantes pour atteindre les objectifs de l’Accord de Paris.³³⁵ Une refonte plus profonde du système de santé est donc, d’autre part, nécessaire, notamment en renforçant la prévention, la promotion de la santé et les services de soins de base de proximité.^{331, 336}

Adaptation

Dans le cadre de l’adaptation à l’augmentation des contraintes thermiques, la sensibilisation et l’information sont prioritaires à court terme. Les professionnels

de la santé et les autorités ont besoin d’informations sur les risques liés à la chaleur et sur les mesures d’adaptation possibles afin de pouvoir réagir de manière appropriée. Afin de renforcer les compétences de la population en matière de chaleur, des mesures efficaces mais peu connues – p.ex. en matière d’alimentation, d’habillement, de médicaments et de vigilance sociale – peuvent être communiquées de manière ciblée et compréhensible aux groupes particulièrement vulnérables tels que les personnes âgées, les personnes défavorisées sur le plan éducatif et en difficulté financière.³³⁷ La Confédération met à disposition du matériel d’information à cet effet (les trois règles d’or pour les jours de canicule). De nombreux cantons utilisent ce matériel ou leur propre matériel.³³⁸ À moyen et long terme, il s’agit de concevoir les zones résidentielles et les zones de travail de manière à offrir une qualité de vie et de séjour agréable, même lorsque la chaleur estivale augmente.

Une planification urbaine axée sur davantage d’espaces verts, de meilleures voies piétonnes et cyclables et une construction plus durable peut, p.ex., contribuer à réduire les îlots de chaleur urbains et ainsi améliorer considérablement la qualité de vie.⁷⁰

Les mesures de protection contre la chaleur, telles que les plans d’action cantonaux contre la chaleur, contribuent à minimiser les conséquences de la chaleur sur la santé.⁵¹ Il est nécessaire d’agir pour promouvoir les échanges et la coordination intercantonaux afin d’utiliser plus efficacement les ressources dans les cantons et de se soutenir mutuellement dans le suivi et l’évaluation des mesures.³³⁸

La surveillance et la lutte contre les maladies à transmission vectorielle devraient être renforcées.³³⁹

Le développement de concepts de « co-bénéfices » pour la santé et l’environnement ainsi que d’un système de santé plus résilient augmenterait l’efficacité des mesures d’adaptation et faciliterait également la gestion des maladies émergentes.^{336, 340}

Chapitres connexes: Conséquences observées: 1.2.3 G),
Conséquences et risques futurs: 2.3.2 G).
Définition du terme « l’empreinte gaz à effet de serre »
voir glossaire.

H) Système énergétique, infrastructures et espace urbain

SYSTÈME ÉNERGÉTIQUE EN GÉNÉRAL

Atténuation

Le système énergétique est actuellement, et de loin, le plus grand émetteur direct de gaz à effet de serre en Suisse

^R Les données relatives aux émissions dans le secteur de la santé présentées dans ce chapitre sont basées sur les émissions de scope 1 à 3 (voir également l’encadré 1).

et joue un rôle central dans la réduction des émissions. Alors que la production d'électricité est déjà en grande partie neutre en termes d'émissions de gaz à effet de serre, la plupart des émissions sont causées par la production de chaleur et les transports.³⁴¹ L'électrification du chauffage et des transports (à l'exception du transport maritime et aérien) est l'un des moyens les plus efficaces et les moins coûteux de réduire les émissions.¹⁸⁹ Il existe encore un grand potentiel d'action dans ce domaine. La transition des énergies fossiles vers les énergies renouvelables devrait entraîner une baisse globale des prix de l'énergie grâce à une meilleure efficacité énergétique et à la diminution des coûts technologiques.^{1 (Ch. C.3.1, Ch. C.3.2)}

Dans le domaine du chauffage des locaux, l'utilisation de la chaleur résiduelle issue des processus industriels, des usines d'incinération des déchets ou des centres de données (en anglais *data centres*), combinée p. ex. à des réseaux de chaleur, permet de réaliser des économies d'énergie supplémentaires.¹⁸⁹ Les applications qui ne peuvent pas être électrifiées, comme le trafic aérien ou certains processus industriels, peuvent être décarbonées grâce à l'utilisation de sources d'énergie chimiques renouvelables telles que le biométhane, l'hydrogène ou le kérosène durable.

Pour les émissions difficilement évitables, la Suisse mise sur le captage du CO₂ et le raccordement à l'infrastructure européenne: après la ratification du Protocole de Londres en 2023 et les accords conclus en 2025 avec la Norvège et le Danemark, le CO₂ pourra être exporté et stocké de manière permanente.^{344, 345} Dans le même temps, des essais pilotes pour le transport du CO₂ par route, rail ou bateau ont été annoncés,³⁴⁵ tandis que la date de raccordement de la Suisse à un pipeline de CO₂ reste incertaine.

PRODUCTION ET CONSOMMATION D'ÉLECTRICITÉ

Il existe de nombreuses mesures techniquement et économiquement réalisables pour couvrir tout au long de l'année les besoins croissants en électricité liés à la décarbonation, en particulier dans les secteurs des transports et du chauffage, et pour compenser la suppression de l'électricité d'origine nucléaire.^{189, 346-348} L'hydroélectricité reste la principale source d'électricité, complétée par le photovoltaïque sur les toits et, le cas échéant, dans les espaces ouverts. Cependant, afin de faire face à l'irrégularité de la production d'électricité, la consommation d'électricité doit également être flexibilisée, p. ex. grâce à des batteries de stockage locales ou à la gestion de la consommation.³⁴⁹

Plusieurs options sont disponibles en Suisse pour compenser la baisse de production d'électricité solaire et hydraulique en hiver. L'énergie éolienne et le photovoltaïque alpin représentent une part importante de la production d'électricité en hiver, mais les projets sont souvent entra-

vés par des coûts élevés ou une acceptation limitée.³⁵⁰ Des mesures politiques peuvent accélérer le développement. Les systèmes de stockage saisonniers – en particulier les lacs de retenue, mais aussi à l'avenir les systèmes de stockage de chaleur ou de gaz – peuvent atténuer davantage les fluctuations saisonnières.³⁵¹ En outre, des mesures orientées vers l'efficacité et la sobriété peuvent contribuer à réduire les besoins hivernaux.³⁵¹ Pendant les périodes où la production d'énergie renouvelable est insuffisante, il est nécessaire d'importer de l'électricité et/ou, à titre exceptionnel, de recourir à des centrales thermiques (au gaz).^{350, 352} Des nouvelles centrales nucléaires pourraient jouer un rôle à partir de 2050 au plus tôt et ne contribuent donc pas à combler le déficit hivernal à court et moyen terme.³⁵³

INDUSTRIE ET TRANSPORTS

Atténuation

La chaleur industrielle à basse et moyenne température (moins de 300° C) peut être de plus en plus souvent fournie par des pompes à chaleur (génératrices de vapeur).³⁵⁴ Pour les températures plus élevées, des vecteurs énergétiques chimiques sont encore souvent nécessaires. Pendant la phase de transition, les combustibles fossiles peuvent être combinés avec le captage du carbone.

Les technologies permettant de produire des sources d'énergie chimiques renouvelables pour l'industrie et le transport aérien et maritime sont en grande partie développées. Une coopération internationale coordonnée est nécessaire pour mettre en place des capacités de production, réduire les coûts et garantir la sécurité d'approvisionnement.³⁵⁵ Pour la Suisse, l'importation de ces sources d'énergie restera indispensable.³⁵⁶ À cet égard, un système de garantie d'origine (en allemand *HKN-System*) a déjà été créé pour les normes de durabilité et les partenariats énergétiques à long terme³⁵⁷ et les premières déclarations d'intention relatives à l'approvisionnement en sources d'énergie chimiques durables ont été signées (p. ex. avec Oman).³⁵⁸

Dans le cadre de la loi sur le climat et l'innovation, la Confédération encourage les processus et technologies innovants visant à décarboner l'industrie.³⁵⁹ L'extension et le développement d'instruments comparables au mécanisme d'ajustement carbone aux frontières de l'UE (Mécanisme d'ajustement carbone aux frontières, MACF) pourraient contribuer à garantir la compétitivité et à créer de la sécurité pour les investissements.

La décarbonation du trafic aérien dépend de la disponibilité de carburants synthétiques durables (appelés « carburants d'aviation durables », CAD, en anglais *Sustainable Aviation Fuels*, SAF).³⁵⁶ L'assujettissement des carburants

fossiles pour l'aviation à l'impôt sur les huiles minérales ou à la taxe sur la valeur ajoutée, comme c'est le cas pour l'essence et le diesel, pourrait inciter à réduire leur utilisation. Les exigences réglementaires existantes, telles que les quotas de CAD dans la loi suisse sur le CO₂ et le système suisse d'échange de quotas d'émission, créent des normes et des incitations commerciales pour réduire les émissions, mais ne peuvent être efficaces que si la production est suffisamment importante.

Grâce à l'électrification, le transport routier peut devenir relativement rapidement neutre sur le plan climatique, malgré la part encore relativement faible des véhicules électriques, qui est aujourd'hui de 4 %.³⁴³ Les instruments politiques tels que les objectifs d'émissions de l'UE pour les voitures neuves ont un effet immédiat (dans l'UE) et la base technologique pour les véhicules électriques à batterie est disponible.³⁶¹ Des émissions zéro nettes de gaz à effet de serre d'ici 2050 seraient techniquement réalisables et économiquement réalistes dans ce secteur.

Les mesures visant à promouvoir la mobilité active et partagée – telles que la marche et le vélo, les vélos électriques ou les concepts de mobilité comme service (en anglais *Mobility as a Service*, MaaS) – peuvent en outre réduire les émissions, diminuer la consommation d'énergie et offrir des avantages pour la santé.³⁶² Ces évolutions complètent l'électrification et augmentent l'efficacité globale du secteur des transports.

BÂTIMENTS ET INFRASTRUCTURES

Atténuation

Les rénovations génèrent nettement moins d'émissions que les nouvelles constructions sur l'ensemble du cycle de vie, car elles continuent d'utiliser l'énergie grise et les matériaux de construction existants.^{363, 364} La priorité devrait donc être donnée en premier lieu à la rénovation des bâtiments, puis à la réutilisation des composants et enfin au recyclage des matériaux de démolition.³⁶⁵ Actuellement, cependant, seul environ 1 % du parc immobilier est rénové chaque année, alors qu'il faudrait au moins 2 à 3 % pour atteindre la neutralité climatique d'ici 2050.³⁶⁶ L'utilisation accrue du bois et d'autres matériaux biogènes à la place du béton ou de l'acier peut également réduire les émissions, à condition qu'ils proviennent d'une exploitation durable.³⁶⁷ Le captage et le stockage du carbone sont indispensables pour l'industrie du ciment, mais cela nécessite une infrastructure de transport à grande échelle via des pipelines.

La transition des systèmes de production de chaleur est un levier central pour la décarbonation du parc immobilier. Les systèmes de chauffage fossiles peuvent être remplacés par des pompes à chaleur, du chauffage urbain

à faible émission de CO₂ ou d'autres solutions renouvelables. L'utilisation énergétique du bois doit se concentrer sur les applications nécessitant des températures élevées et la production combinée d'électricité et de chaleur (installations de couplage chaleur-force, installations CCF).³⁶⁸

En plus de la taxe sur le CO₂ appliquée aux combustibles, l'extension du système suisse d'échange de quotas d'émission (SEQE-CH) au secteur du bâtiment, à l'instar du nouveau système européen d'échange de quotas d'émission (SEQE-UE 2), pourrait avoir un effet incitatif. Outre les incitations offertes par le programme Bâtiments de la Confédération et des cantons, la nouvelle loi sur le climat et l'innovation (LCI) et les prescriptions énergétiques (selon le Modèle de prescriptions énergétiques des cantons, MoPEC), d'autres étapes sont nécessaires, telles que la mise en œuvre de principes fondamentaux stratégiques, une meilleure priorisation des mesures ainsi que de meilleurs processus de pilotage et de coordination.³⁷⁰

Adaptation

Dans le secteur du bâtiment, l'optimisation énergétique et architecturale permet de réduire les températures intérieures et ainsi de lutter contre la chaleur croissante dans les villes. Le refroidissement passif et économe en énergie, l'amélioration de l'isolation thermique, les systèmes d'ombrage, les surfaces claires ou réfléchissantes ainsi que la végétalisation des toits et des façades réduisent également les besoins en électricité pour le refroidissement actif.³⁷¹ Le choix de matériaux et de méthodes de construction adaptés au climat contribue également à réduire le réchauffement et les risques de dommages.³⁷¹

Pour les infrastructures exposées telles que les voies de communication, les ponts, les réseaux énergétiques et de communication, des méthodes de construction renforcée et des systèmes de drainage optimisés sont nécessaires afin de les rendre plus résistants à la chaleur, aux fortes pluies et aux coulées de boue. En outre, les systèmes numériques de surveillance et d'alerte précoce en cas d'inondations, de glissements de terrain ou de vagues de chaleur deviennent de plus en plus importants pour détecter les risques à un stade précoce et prendre des contre-mesures. L'intégration systématique de ces adaptations dans les directives relatives à la construction et aux infrastructures renforce à long terme la résilience de l'environnement bâti et protège la population et les réseaux d'approvisionnement.²⁶⁴

ESPACE URBAIN

Adaptation

Parmi les mesures architecturales les plus efficaces pour promouvoir des structures adaptées au climat figurent la végétalisation accrue des parcs, des arbres urbains, des

toits et des façades végétalisés, ainsi que la désimper-méabilisation des surfaces.³⁷¹ Ces mesures réduisent les températures de surface, améliorent le refroidissement par évaporation et favorisent le refroidissement nocturne. En complément, les couloirs d'air frais et l'intégration d'espaces aquatiques contribuent à améliorer le climat urbain. Des solutions infrastructurelles telles que des espaces publics couverts au centre-ville et des espaces climatisés accessibles offrent une protection à court terme aux groupes de population vulnérables pendant les périodes de grande chaleur.¹⁹³

Pour réduire le risque d'inondation lié à l'augmentation des précipitations, il est nécessaire de procéder à une désimper-méabilisation ciblée des sols des espaces urbains et d'aménager et adapter les systèmes d'évacuation des eaux usées. Le concept de « ville éponge », qui repose sur une gestion décentralisée des eaux pluviales avec rétention, infiltration et évaporation, est particulièrement efficace à cet égard.⁷³ Ce concept contribue non seulement à soulager les réseaux d'égouts, mais offre également des avantages supplémentaires en matière de réduction de la chaleur urbaine.³⁷²

Chapitres connexes: Conséquences observées: 1.2.3 H),
Conséquences et risques futurs: 2.3.2 H).

I) Économie et société

ENTREPRISES

Atténuation

La loi sur le climat et l'innovation prévoit des mesures spécifiques aux entreprises. Outre les mesures conventionnelles en matière de politique climatique et énergétique, des progrès en matière de réduction peuvent également être réalisés au niveau des entreprises grâce à une meilleure gestion des matériaux et à un cadre réglementaire approprié. L'économie circulaire offre un potentiel considérable à cet égard, car elle encourage une utilisation efficace des ressources à toutes les étapes du cycle de vie des produits, tout au long de la chaîne d'approvisionnement.³⁷³⁻³⁷⁵

Jusqu'à présent, la Suisse n'a exploité que dans une faible mesure le potentiel entrepreneurial de l'économie circulaire. Actuellement, 10 % des entreprises suisses investissent dans des activités liées à l'économie circulaire, mais même ces pionniers ne tirent que des revenus limités des systèmes de produits circulaires.³⁷⁶ Les domaines de l'alimentation, de la construction et du logement, de la mobilité privée, de la construction de machines et de l'industrie chimique recèlent le plus grand potentiel inex-

ploité en Suisse en matière d'efficacité des ressources et d'économie circulaire.³⁷⁷

La révision de la loi sur la protection de l'environnement en 2024 a créé une base juridique pour le développement de l'économie circulaire en Suisse, avec de nouveaux instruments pour la Confédération, les cantons et les communes, ainsi que des incitations pour les entreprises à utiliser les ressources de manière plus efficace. Le mécanisme prometteur de la solution de branche a notamment été renforcé de manière ciblée. Certains critères ne sont toutefois pas formulés de manière contraignante, ce qui explique pourquoi le cadre de mise en œuvre effectif reste encore relativement peu clair à l'heure actuelle.³⁷⁸

Adaptation

Une gestion prévisionnelle des risques climatiques, en particulier des risques naturels, réduit les coûts et ouvre des opportunités sur le marché. Les entreprises qui s'y intéressent de manière proactive affichent des indicateurs financiers plus stables à long terme et sont mieux à même de réagir aux changements du marché. Une gestion systématique des risques climatiques renforce donc la résilience et peut procurer des avantages concurrentiels.³⁷⁹

TOURISME

Atténuation

Le secteur du tourisme génère des émissions de gaz à effet de serre élevées, principalement en raison des déplacements sur de longues distances (avec une forte proportion de vols et de trajets en voiture) et, dans une moindre mesure, en raison de l'exploitation des installations.³⁸⁰ Il est possible de réduire ces émissions en améliorant l'efficacité énergétique et en utilisant des énergies renouvelables dans de nombreux domaines (transports, hébergements, etc.). Mais le potentiel réside avant tout dans des changements liés au type de tourisme, p. ex. en ciblant un public moins éloigné (Suisse/Europe au lieu de Chine/Japon), en proposant des séjours plus longs au lieu d'excursions d'une journée ou des offres moins gourmandes en énergie (randonnées, jeux, sentiers didactiques, etc.).³⁸¹

Adaptation

Le changement climatique oblige de nombreuses destinations touristiques à procéder à des adaptations radicales, voire à une réorientation complète de leur modèle économique.³⁸² Même avec le développement de l'enneigement artificiel, le tourisme de ski dans les régions de basse altitude n'est souvent plus rentable. De nombreuses régions misent donc davantage, voire exclusivement, sur le tourisme estival ou sur des activités non liées à la neige, souvent avec beaucoup de succès (p. ex. la région du Stockhorn dans l'Oberland bernois).

INDUSTRIE FINANCIÈRE

Atténuation et adaptation

Reporter l'information financière relative aux changements climatiques (en anglais *climate-related financial disclosure*) aide les entreprises à rendre leurs activités compatibles avec le climat, à anticiper les risques climatiques et à saisir les opportunités qui en découlent. En interne, cela conduit à prendre le climat au sérieux dans la stratégie, c'est-à-dire à ce que les entreprises connaissent leurs risques climatiques (risques de transition et risques physiques) et les maîtrisent mieux. En externe, cela aide les investisseurs à identifier les entreprises mieux positionnées et conscientes des risques et à allouer les capitaux en conséquence. Cela réduit à son tour les coûts de capital pour les entreprises qui maîtrisent leurs risques climatiques et saisissent les opportunités qui y sont liées. Une information financière relative aux changements climatiques qui produit les effets susmentionnés gagne en pertinence, en particulier lorsque la comparabilité entre les entreprises et les secteurs est garantie.³⁸³

Depuis 2021, la réglementation des marchés financiers exige que les entreprises d'une certaine taille divulguent leurs risques liés à l'objectif de zéro net et leurs risques liés aux effets du changement climatique.³⁸⁴ Cela comprend la gouvernance ainsi que l'identification, l'évaluation, la gestion et la surveillance des risques correspondants. Si la plupart des entreprises se conforment à l'obligation d'établir un rapport sur les questions climatiques, les informations sur la manière concrète dont elles gèrent les risques financiers liés aux changements climatiques font souvent défaut.^{385, 386}

Les mesures internationales prises dans le secteur financier sont fortement axées sur la publication d'informations. Outre la comparabilité des entreprises et des secteurs, d'autres défis doivent être pris en compte dans la conception de l'obligation de publication :

- Impact limité des rapports environnement, social et de gouvernance (ESG) : des études scientifiques montrent que les rapports ESG n'ont jusqu'à présent guère incité à investir systématiquement dans des modèles commerciaux plus durables^{387, 388} ou à un changement fondamental de la pensée des entreprises.³⁸⁹ Les changements durables, tels que le passage à des produits avec une longue durée de vie, sont souvent en contradiction avec les logiques d'investissement axées sur la croissance (à court terme).³⁹⁰ L'effet observable se limite au fait que les entreprises ont tendance à se retirer des zones grises juridiques afin d'éviter de nuire à leur réputation.³⁹¹

- Risque de greenwashing et de surcharge due aux obligations de reporting : au lieu d'une durabilité substantielle, c'est souvent l'atteinte stratégique des critères ESG qui domine,³⁸⁹ ce qui est difficile à éviter.³⁹² L'obligation croissante de reporting représente une charge, en particulier pour les petites et moyennes entreprises (PME), sans pour autant s'accompagner d'une augmentation notable de leurs contributions en matière de durabilité.³⁹³ Pour être efficaces, les rapports ESG devraient mettre en évidence de manière ciblée les faiblesses, ce qui est toutefois difficile à mettre en œuvre dans la pratique.^{389, 394}

À l'avenir, l'efficacité des rapports financiers relatifs aux changements climatiques dépendra probablement de la mesure dans laquelle il sera possible de les associer à un cadre d'évaluation cohérent, à des indicateurs vérifiables et à une meilleure intégration des risques climatiques dans les décisions financières, afin qu'ils puissent servir de base à des processus d'adaptation basés sur des preuves dans le système financier, au-delà de la simple transparence.

FINANCES PUBLIQUES

Atténuation

Les charges financières supplémentaires pour les finances publiques liées à l'objectif de zéro émission nette (p. ex. baisse des recettes provenant de l'impôt sur les huiles minérales ou de la RPLP et augmentation des dépenses suite aux subventions) pourraient être réduites si l'impôt sur les huiles minérales était remplacé par une taxe générale sur la mobilité et si les subventions pour les mesures de protection du climat et d'économie d'énergie étaient substituées davantage par des taxes incitatives.²⁰³

Une analyse des allègements fiscaux ayant un impact important sur les émissions de gaz à effet de serre en Suisse (en premier lieu, l'exonération du trafic aérien international de l'impôt sur les huiles minérales et de la taxe sur la valeur ajoutée, mais aussi la déductibilité des frais de déplacement des pendulaires, l'exonération des véhicules utilitaires légers des redevances sur le trafic des poids lourds et le montant insuffisant de ces redevances pour les véhicules utilitaires lourds, le traitement fiscal avantageux des voitures de fonction et le stationnement gratuit, ainsi que le remboursement de l'impôt sur les huiles minérales aux entreprises avec une licence de transport) montre qu'il existe un potentiel considérable pour des mesures : Selon les résultats du modèle, la suppression de ces avantages permettrait de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 2,5 millions de tonnes par an et d'augmenter les recettes de la Confédération de 2,8 milliards de francs suisses et celles des cantons et des communes de 1,7 milliard de francs suisses.³⁹⁵

Adaptation

Les mesures de protection contre l'augmentation des risques naturels en plus de la reconstruction des infrastructures endommagées et d'autres mesures d'adaptation, pèsent déjà aujourd'hui sur les finances publiques, même si ces coûts ne sont pas clairement attribuables au changement climatique. Cependant, la question de savoir si les mesures de protection sont encore proportionnées aux risques ou si certaines infrastructures et certains bâtiments doivent être démantelés se posera de plus en plus souvent. En cas de manque de finances publiques, il sera en outre particulièrement important de financer les mesures d'adaptation là où elles déploient le plus d'effet.

Chapitres connexes: Conséquences observées: 1.2.3 I),
Conséquences et risques futurs: 2.3.2 I).

4 Bibliographie

- IPCC (2023) **Summary for Policymakers**. Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)1–34. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001>
- Scherrer SC, de Valk C, Begert M, Gubler S, Kotlarski S, Croci-Maspoli M (2024) **Estimating trends and the current climate mean in a changing climate**. Climate Services. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2023.100428>
- Forster PM, Smith C, Walsh T, Lamb W F, Lamboll R, Cassou C, Hauser M, Hausfather Z, Lee J-Y, Palmer MD, von Schuckmann K, Slangen ABA, Szopa S, Trewin B, Yun J, Gillett NP, Jenkins S, Matthews HD, Raghavan K, Ribes A, Rogelj J, Rosen D, Zhang X, Allen M, Aleluia Reis L, Andrew RM, Betts RA, Borger A, Broersma JA, Burgess SN, Cheng L, Friedlingstein P, Domingues CM, Gambarini M, Gasser T, Gütschow J, Ishii M, Kadow C, Kennedy J, Killick RE, Krummel PB, Liné A, Monselesan DP, Morice C, Mühle J, Naik V, Peters GP, Pirani A, Pongratz J, Minx JC, Rigby M, Rohde R, Savita A, Seneviratne S I, Thorne P, Wells C, Western LM, van der Werf G R, Wijffels SE, Masson-Delmotte V, Zhai P (2025) **Indicators of Global Climate Change 2024: annual update of key indicators of the state of the climate system and human influence**. Earth System Science Data. <https://doi.org/10.5194/essd-17-2641-2025>
- IPCC (2023) **Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Core Writing Team, H. Lee and J. Romero [eds.]). IPCC, Geneva, Switzerland**. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- Copernicus Climate Change Service (C3S) (2024) **European State of the Climate 2023 | Copernicus**. <https://climate.copernicus.eu/esotc/2023>
- European Environment Agency EEA (2025) **Global and European temperatures**. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/global-and-european-temperatures>
- Copernicus Climate Change Service (C3S) (2025) **Surface air temperature for August 2025**. <https://climate.copernicus.eu/surface-air-temperature-august-2025>
- Copernicus Climate Change Service (C3S) (2025) **European State of the Climate 2024**. <https://climate.copernicus.eu/esotc/2024>
- MeteoSwiss, ETH Zurich (2025) **Climate CH2025 – Scientific Report**. Federal Office of Meteorology and Climatology MeteoSwiss. <https://doi.org/10.18751/climate/scenarios/ch2025/sr/1.0>
- MétéoSuisse (2025) **Changement climatique**. <https://www.meteosuisse.admin.ch/climat/changement-climatique.html>
- Schumacher DL, Singh J, Hauser M, Fischer EM, Wild M, Seneviratne SI (2024) **Exacerbated summer European warming not captured by climate models neglecting long-term aerosol changes**. Communications Earth & Environment. <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01332-8>
- Bundesamt für Umwelt BAFU (2025) **Kenngrossen zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen in der Schweiz 1990–2023**. https://www.bafu.admin.ch/dam/de/sd-web/S0ENVZ3HpuzF/kenngrossen_thg_emissionen_schweiz.pdf
- Neu U (2021) **Emissions des transports aériens et leur impact sur le climat**. Swiss Academies Communications 16 (3). <http://doi.org/10.5281/zenodo.3843271>
- United Nations Framework Convention on Climate Change UNFCCC (2025) **Enhanced Transparency Framework – Technical Material**. <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/support-for-developing-countries/consultative-group-of-experts/enhanced-transparency-framework-technical-material>
- Bundesamt für Statistik BFS (2023) **Treibhausgas-Fussabdruck – Treibhausgasemissionen aufgrund der Schweizer Endnachfrage – Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente – 2000–2021 | Diagramm**. <https://www.bfs.admin.ch/asset/de/27705365>
- Copernicus Marine Service (2025) **Global Ocean Mean Sea Level time series and trend from Observations Reprocessing**. <https://marine.copernicus.eu/ocean-climate-portal/sea-level>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2023) **Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
- IPCC (Hrsg.) (2023) **Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate**. Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896.013>
- Cundill G, Singh C, Adger WN, Safra de Campos R, Vincent K, Tebboth M, Maharjan A (2021) **Toward a climate mobilities research agenda: Intersectionality, immobility, and policy responses**. Global Environmental Change. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102315>
- GRID (2024) **Global Report on Internal Displacement**. <https://api.internal-displacement.org/sites/default/files/publications/documents/IDMC-GRID-2024-Global-Report-on-Internal-Displacement.pdf>
- IPCC (2021) **Summary for Policymakers**. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896.001>
- Shekhar A, Buchmann N, Humphrey V, Gharun M (2024) **More than three-fold increase in compound soil and air dryness across Europe by the end of 21st century**. Weather and Climate Extremes. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2024.100666>
- Steensen BM, Myhre G, Hodnebrog Ø, Alterskjær K (2025) **How climate models reproduce the observed increase in extreme precipitation over Europe**. PLOS Climate. <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000442>
- Asadieh B, Krakauer NY (2015) **Global trends in extreme precipitation: climate models versus observations**. Hydrology and Earth System Sciences. <https://doi.org/10.5194/hess-19-877-2015>
- Bauer VM, Scherrer SC (2024) **The observed evolution of sub-daily to multi-day heavy precipitation in Switzerland**. Atmospheric Science Letters. <https://doi.org/10.1002/asl.1240>

26. Matiu M, Crespi A, Bertoldi G, Carmagnola CM, Marty C, Morin S, Schöner W, Cat Berro D, Chiogna G, De Gregorio L, Kotlarski S, Majone B, Resch G, Terzago S, Valt M, Beozzo W, Cianfarra P, Gouttevin I, Marcolini G, Notarnicola C, Petitta M, Scherrer SC, Strasser U, Winkler M, Zebisch M, Cicogna A, Cremonini R, Debernardi A, Faletto M, Gaddo M, Giovannini L, Mercalli L, Soubeyroux J-M, Sušnik A, Trenti A, Urbani S, Weilguni V (2021) **Observed snow depth trends in the European Alps: 1971 to 2019.** *The Cryosphere*. <https://doi.org/10.5194/tc-15-1343-2021>
27. Office fédéral de l'environnement OFEV (2021) **Effets des changements climatiques sur les eaux suisses.** <https://www.bafu.admin.ch/fr/publication?id=cPLO37edEVrg>
28. Muelchi R, Rössler O, Schwanbeck J, Weingartner R, Martius O (2021) **River runoff in Switzerland in a changing climate – changes in moderate extremes and their seasonality.** *Hydrology and Earth System Sciences*. <https://doi.org/10.5194/hess-25-3577-2021>
29. Ruiz-Villanueva V, Molnar P (2020) **Past, current, and future changes in floods in Switzerland.** ETH Zurich. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000458556>
30. Kiebacher T, Meier M, Kipfer T, Roth T (2023) **Thermophilisation of communities differs between land plant lineages, land use types and elevation.** *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-38195-6>
31. Roth T, Plattner M, Amrhein V (2014) **Plants, Birds and Butterflies: Short-Term Responses of Species Communities to Climate Warming Vary by Taxon and with Altitude.** *PLoS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082490>
32. Körner C, Hiltbrunner E (2024) **Rapid advance of climatic tree limits in the Eastern Alps explained by on-site temperatures.** *Regional Environmental Change*. <https://doi.org/10.1007/s10113-024-02259-8>
33. Steinbauer MJ, Grytnes J-A, Jurasinski G, Kulonen A, Lenoir J, Pauli H, Rixen C, Winkler M, Bardy-Durchhalter M, Barni E, Bjorkman AD, Breiner FT, Burg S, Czortek P, Dawes MA, Delimat A, Dullinger S, Erschbamer B, Felde VA, Fernández-Arberas O, Fossheim K F, Gómez-García D, Georges D, Grindrud ET, Haider S, Haugum SV, Henriksen H, Herreros MJ, Jaroszewicz B, Jaroszynska F, Kanka R, Kapfer J, Klanderud K, Kühn I, Lamprecht A, Matteodo M, di Cella UM, Normand S, Odland A, Olsen SL, Palacio S, Petey M, Piscová V, Sedlakova B, Steinbauer K, Stöckli V, Svenning J-C, Teppa G, Theurillat J-P, Vittoz P, Woodin SJ, Zimmermann NE, Wipf S (2018) **Accelerated increase in plant species richness on mountain summits is linked to warming.** *Nature*. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0005-6>
34. Vitasse Y, Hoch G, Randin CF, Lenz A, Kollas C, Körner C (2012) **Tree recruitment of European tree species at their current upper elevational limits in the Swiss Alps.** *Journal of Biogeography*. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2012.02697.x>
35. Khaliq I, Rixen C, Zellweger F, Graham CH, Gossner MM, McFadden IR, Antão L, Brodersen J, Ghosh S, Pomati F, Seehausen O, Roth T, Sattler T, Supp SR, Riaz M, Zimmermann NE, Matthews B, Narwani A (2024) **Warming underpins community turnover in temperate freshwater and terrestrial communities.** *Nature Communications*. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-46282-z>
36. Rumpf SB, Gravey M, Brönnimann O, Luoto M, Cianfrani C, Mariethoz G, Guisan A (2022) **From white to green: Snow cover loss and increased vegetation productivity in the European Alps.** *Science*. <https://doi.org/10.1126/science.abn6697>
37. Rumpf SB, Hülber K, Klöner G, Moser D, Schütz M, Wessely J, Willner W, Zimmermann NE, Dullinger S (2018) **Range dynamics of mountain plants decrease with elevation.** *Proceedings of the National Academy of Sciences*. <https://doi.org/10.1073/pnas.1713936115>
38. Vitasse Y, Ursenbacher S, Klein G, Bohnenstengel T, Chittaro Y, Delestrade A, Monnerat C, Rebetez M, Rixen C, Strebel N, Schmidt BR, Wipf S, Wohlgenuth T, Yoccoz N G, Lenoir J (2021) **Phenological and elevational shifts of plants, animals and fungi under climate change in the European Alps.** *Biological Reviews*. <https://doi.org/10.1111/brv.12727>
39. Alexander JM, Diez JM, Levine JM (2015) **Novel competitors shape species' responses to climate change.** *Nature*. <https://doi.org/10.1038/nature14952>
40. Bálint M, Domisch S, Engelhardt CHM, Haase P, Lehrian S, Sauer J, Theissinger K, Pauls SU, Nowak C (2011) **Cryptic biodiversity loss linked to global climate change.** *Nature Climate Change*. <https://doi.org/10.1038/NCLIMATE1191>
41. NCCS (2021) **Swiss Water Bodies in a Changing Climate.** National Centre for Climate Services. http://www.nccs.admin.ch/hydro_brochure_en
42. Rey Benayas J, Martins A, Nicolau J, Schulz J (2007) **Abandonment of agricultural land: an overview of drivers and consequences.** *CABI Reviews*. <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR20072057>
43. Hermann M, Röthlisberger M, Gessler A, Rigling A, Senf C, Wohlgenuth T, Wernli H (2023) **Meteorological history of low-forest-greenness events in Europe in 2002–2022.** *Biogeosciences*. <https://doi.org/10.5194/bg-20-1155-2023>
44. Schuldt B, Buras A, Arend M, Vitasse Y, Beierkuhnlein C, Damm A, Gharun M, Grams TEE, Hauck M, Hajek P, Hartmann H, Hiltbrunner E, Hoch G, Holloway-Phillips M, Körner C, Larysch E, Lübke T, Nelson DB, Rammig A, Rigling A, Rose L, Ruehr NK, Schumann K, Weiser F, Werner C, Wohlgenuth T, Zang CS, Kahmen A (2020) **A first assessment of the impact of the extreme 2018 summer drought on Central European forests.** *Basic and Applied Ecology*. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2020.04.003>
45. Frei ER, Gossner MM, Vitasse Y, Quérel V, Dubach V, Gessler A, Ginzler C, Hagedorn F, Meusburger K, Moor M, Samblás Vives E, Rigling A, Uitentuis I, von Arx G, Wohlgenuth T (2022) **European beech dieback after premature leaf senescence during the 2018 drought in northern Switzerland.** *Plant Biology*. <https://doi.org/10.1111/plb.13467>
46. Strauss A, Fischer C (Hrsg.) (2025) **Rapport forestier 2025. Évolution, état et utilisation de la forêt suisse.** <https://doi.org/10.55419/wsl:37782>
47. Hlásny T, König L, Krokene P, Lindner M, Montagné-Huck C, Müller J, Qin H, Raffa KF, Schelhaas M-J, Svoboda M, Viiri H, Seidl R (2021) **Bark Beetle Outbreaks in Europe: State of Knowledge and Ways Forward for Management.** *Current Forestry Reports*. <https://doi.org/10.1007/s40725-021-00142-x>
48. Scapucci L, Shekhar A, Aranda-Barranco S, Bolshakova A, Hörtnagl L, Gharun M, Buchmann N (2024) **Compound soil and atmospheric drought (CSAD) events and CO₂ fluxes of a mixed deciduous forest: the occurrence, impact, and temporal contribution of main drivers.** *Biogeosciences*. <https://doi.org/10.5194/bg-21-3571-2024>
49. GLAMOS (2022) **The Swiss Glaciers 2019/20 and 2020/21: Glaciological Report No. 141/142:** 173 p. https://doi.glamos.ch/pubs/glrep/glrep_141-142.html

50. Mollaret C, Hilbich C, Pellet C, Flores-Orozco A, Delaloye R, Hauck C (2019) **Mountain permafrost degradation documented through a network of permanent electrical resistivity tomography sites.** *The Cryosphere*. <https://doi.org/10.5194/tc-13-2557-2019>
51. Noetzli J, Isaksen K, Barnett J, Christiansen HH, Delaloye R, Etzelmüller B, Farinotti D, Galleman T, Guglielmin M, Hauck C, Hilbich C, Hoelzle M, Lambiel C, Magnin F, Oliva M, Paro L, Pogliotti P, Riedl C, Schoeneich P, Valt M, Vieli A, Phillips M (2024) **Enhanced warming of European mountain permafrost in the early 21st century.** *Nature Communications*. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-54831-9>
52. PERMOS (2024) **Swiss Permafrost Bulletin 2023.** <https://doi.org/10.13093/permos-bull-2024>
53. Vorkauf M, Marty C, Kahmen A, Hiltbrunner E (2021) **Past and future snowmelt trends in the Swiss Alps: the role of temperature and snowpack.** *Climatic Change*. <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03027-x>
54. Swiss Permafrost Monitoring Network PERMOS (2025) **Swiss Permafrost Bulletin 2024.** <https://doi.org/10.13093/permos-bull-2025>
55. Haberkorn A, Kenner R, Noetzli J, Phillips M (2021) **Changes in Ground Temperature and Dynamics in Mountain Permafrost in the Swiss Alps.** *Frontiers in Earth Science*. <https://doi.org/10.3389/feart.2021.626686>
56. Calanca P, Holzkämper A, Isotta FA (2023) **Die thermische Vegetationszeit im Wandel des Klimas.** *Agrarforschung Schweiz*. <https://doi.org/10.34776/afs14-150>
57. Stähli M, Seibert J, Kirchner JW, Von Freyberg J, Van Meerveld I (2021) **Hydrological trends and the evolution of catchment research in the Alptal valley, central Switzerland.** *Hydrological Processes*. <https://doi.org/10.1002/hyp.14113>
58. Ritzel C, von Ow A (2023) **Ernährungssicherheit der Schweiz 2023: Aktuelle Ereignisse und Entwicklungen.** *Agroscope Science*. <https://doi.org/10.34776/as167g>
59. Vitasse Y, Schneider L, Rixen C, Christen D, Rebetez M (2018) **Increase in the risk of exposure of forest and fruit trees to spring frosts at higher elevations in Switzerland over the last four decades.** *Agricultural and Forest Meteorology*. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.09.005>
60. Pontiggia A, Münger A, Ammer S, Philipona C, Bruckmaier RM, Keil NM, Dohme-Meier F (2023) **Short-term physiological responses to moderate heat stress in grazing dairy cows in temperate climate.** *Animal*. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100718>
61. Ragettli MS, Luyten A, Rössli M (2024) **Monitoring hitzebedingte Todesfälle: Sommer 2023: Impact-Indikator «Hitzebedingte Todesfälle».** Im Auftrag des BAFU und BAG. <https://www.bafu.admin.ch/dam/de/sd-web/PBauXnYjNTm1/monitoring-hitzebedingte-todesfaelle-2023.pdf>
62. de Schrijver E, Bundo M, Ragettli MS, Sera F, Gasparrini A, Franco OH, Vicedo-Cabrera AM (2022) **Nationwide Analysis of the Heat- and Cold-Related Mortality Trends in Switzerland between 1969 and 2017: The Role of Population Aging.** *Environmental Health Perspectives*. <https://doi.org/10.1289/EHP9835>
63. Vicedo-Cabrera AM, de Schrijver E, Schumacher DL, Ragettli MS, Fischer EM, Seneviratne SI (2023) **The footprint of human-induced climate change on heat-related deaths in the summer of 2022 in Switzerland.** *Environmental Research Letters*. <https://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/ace0d0>
64. de Schrijver E, Royé D, Gasparrini A, Franco OH, Vicedo-Cabrera AM (2023) **Exploring vulnerability to heat and cold across urban and rural populations in Switzerland.** *Environmental Research: Health*. <https://dx.doi.org/10.1088/2752-5309/acab78>
65. Wicki B, Flückiger B, Vienneau D, de Hoogh K, Rössli M, Ragettli MS (2024) **Socio-environmental modifiers of heat-related mortality in eight Swiss cities: A case time series analysis.** *Environmental Research*. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.118116>
66. Müller P, Engeler L, Vavassori L, Suter T, Guidi V, Gschwind M, Tonolla M, Flacio E (2020) **Surveillance of invasive Aedes mosquitoes along Swiss traffic axes reveals different dispersal modes for Aedes albopictus and Ae. japonicus.** *PLoS Neglected Tropical Diseases*. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008705>
67. Cazzin S, Liechti N, Jandrasits D, Flacio E, Beuret C, Engler O, Guidi V (2023) **First Detection of West Nile Virus Lineage 2 in Mosquitoes in Switzerland, 2022.** *Pathogens*. <https://doi.org/10.3390/pathogens12121424>
68. Eeftens M, Tummon F (2024) **Pollen allergy and the impact of a changing climate.** *Swiss Academies Factsheets*. <http://doi.org/10.5281/zenodo.11124588>
69. Glick S, Gehrig R, Eeftens M (2021) **Multi-decade changes in pollen season onset, duration, and intensity: A concern for public health?** *Science of The Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146382>
70. Bundesamt für Umwelt BAFU (2018) **Hitze in Städten.** https://www.nccs.admin.ch/dam/nccs/de/dokumente/website/massnahmen/leitfaden/hitze_in_staedten.pdf
71. Miranda ND, Lizana J, Sparrow SN, Zachau-Walker M, Watson PAG, Wallom DCH, Khosla R, McCulloch M (2023) **Change in cooling degree days with global mean temperature rise increasing from 1.5° C to 2.0° C.** *Nature Sustainability*. <https://doi.org/10.1038/s41893-023-01155-z>
72. Berger M, Worlitschek J (2019) **The link between climate and thermal energy demand on national level: A case study on Switzerland.** *Energy and Buildings*. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109372>
73. Office fédéral de l'environnement OFEV (2022) **Eau de pluie dans l'espace urbain.** <https://www.bafu.admin.ch/fr/publication?id=YF2h0utjutOQ>
74. Office fédéral de l'environnement OFEV (2025) **Analyse des risques climatiques en Suisse.** <https://www.bafu.admin.ch/fr/publication?id=74m-J2D7NNzh>
75. Stalhandske Z, Nesa V, Zumwald M, Ragettli MS, Galimshina A, Holthausen N, Rössli M, Bresch DN (2022) **Projected impact of heat on mortality and labour productivity under climate change in Switzerland.** *Natural Hazards and Earth System Sciences*. <https://doi.org/10.5194/nhess-22-2531-2022>
76. Mitterwallner V, Steinbauer M, Mathes G, Walentowitz A (2024) **Global reduction of snow cover in ski areas under climate change.** *PLoS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0299735>
77. Marty C, Schlögl S, Bavay M, Lehning M (2017) **How much can we save? Impact of different emission scenarios on future snow cover in the Alps.** *The Cryosphere*. <https://doi.org/10.5194/tc-11-517-2017>
78. Klein G, Vitasse Y, Rixen C, Marty C, Rebetez M (2016) **Shorter snow cover duration since 1970 in the Swiss Alps due to earlier snowmelt more than to later snow onset.** *Climatic Change*. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1806-y>
79. Académies suisses des sciences (2016) **Coup de projecteur sur le climat suisse. Etat des lieux et perspectives.** *Swiss Academies Reports*. www.proclim.ch/coupdeprojecteur
80. WSL (2024) **Swiss flood and landslide damage database.** <https://www.wsl.ch/en/natural-hazards/understanding-and-forecasting-floods/flood-and-landslide-damage-database>

81. Association Suisse d'Assurances ASA (2021) **Intempéries de l'été 2021 : plus de 2 milliards d'indemnisation de dommages naturels.** <https://svv.ch/fr/actualites/actualites-du-sec-teur/intemperies-de-lete-2021-plus-de-2-milliards-dindemnisation-de>
82. Office fédéral de l'environnement OFEV (2020) **Changements climatiques à l'étranger – risques et opportunités pour la Suisse.** <https://www.bafu.admin.ch/fr/publication?id=up9Q9qdT-Gph>
83. United Nations Environment Programme UNEP (2024) **Emissions Gap Report 2024 : No more hot air ... please! With a massive gap between rhetoric and reality, countries draft new climate commitments.** <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/46404>
84. Friedlingstein P, O'Sullivan M, Jones MW, Andrew RM, Hauck J, Landschützer P, Le Quéré C, Li H, Luijkx IT, Olsen A, Peters GP, Peters W, Pongratz J, Schwingshackl C, Sitch S, Canadell J G, Ciais P, Jackson RB, Alin SR, Arneth A, Arora V, Bates NR, Becker M, Bellouin N, Berghoff CF, Bittig HC, Bopp L, Cadule P, Campbell K, Chamberlain M, Chandra N, Chevallier F, Chini L P, Colligan T, Decayeux J, Djeutchouang LM, Dou X, Duran Rojas C, Enyo K, Evans W, Fay AR, Feely RA, Ford DJ, Foster A, Gasser T, Gehlen M, Gkritzalis T, Grassi G, Gregor L, Gruber N, Gürses Ö, Harris I, Hefner M, Heinke J, Hurtt GC, Iida Y, Ilyina T, Jacobson AR, Jain AK, Jarníková T, Jersild A, Jiang F, Jin Z, Kato E, Keeling RF, Klein Goldewijk K, Knauer J, Korsbakken JI, Lan X, Lauvset SK, Lefèvre N, Liu Z, Liu J, Ma L, Maksyutov S, Marland G, Mayot N, McGuire PC, Metzl N, Monacci NM, Morgan EJ, Nakaoka S-I, Neill C, Niwa Y, Nützel T, Olivier L, Ono T, Palmer PI, Pierrot D, Qin Z, Resplandy L, Roobaert A, Rosan TM, Rödenbeck C, Schwinger J, Smallman TL, Smith SM, Sospedra-Alfonso R, Steinhoff T, Sun Q, Sutton AJ, Séférian R, Takao S, Tatebe H, Tian H, Tilbrook B, Torres O, Tourigny E, Tsujino H, Tubiello F, van der Werf G, Wanninkhof R, Wang X, Yang D, Yang X, Yu Z, Yuan W, Yue X, Zaehle S, Zeng N, Zeng J (2025) **Global Carbon Budget 2024.** Earth System Science Data. <https://doi.org/10.5194/essd-17-965-2025>
85. UNFCCC (2025) **Key aspects of the Paris Agreement.** <https://unfccc.int/most-requested/key-aspects-of-the-paris-agreement>
86. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat GIEC (2018) **Réchauffement planétaire de 1,5 °C (Résumé à l'intention des décideurs).** (Masson-Delmotte V, Zhai P, Pörtner HO, Roberts D, Skea J, Shukla PR, Pirani A, Moufouma-Okia W, Péan C, Pidcock R, Connors S, Matthews JBR, Chen Y, Zhou X, Gomis MI, Lonnoy E, Maycock T, Tignor M, Waterfield T [Ed.]). https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/SR15_Summary_Volume_french.pdf
87. Le Quéré C, Korsbakken JI, Wilson C, Tosun J, Andrew R, Andres RJ, Canadell JG, Jordan A, Peters GP, van Vuuren DP (2019) **Drivers of declining CO₂ emissions in 18 developed economies.** Nature Climate Change. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0419-7>
88. Our World in Data (2025) **Territorial and consumption-based CO₂ emissions.** <https://ourworldindata.org/grapher/production-vs-consumption-co2-emissions>
89. European Environment Agency EEA (2023) **Trends and Projections in Europe 2023.** <https://doi.org/10.2800/595102>
90. Ritchie H (2021) **Many countries have decoupled economic growth from CO₂ emissions, even if we take offshored production into account.** Our World in Data. <https://ourworldindata.org/co2-gdp-decoupling>
91. Stechemesser A, Koch N, Mark E, Dilger E, Klösel P, Menicacci L, Nachtigall D, Pretis F, Ritter N, Schwarz M, Vossen H, Wenzel A (2024) **Climate policies that achieved major emission reductions : Global evidence from two decades.** Science. <https://doi.org/10.1126/science.adl6547>
92. Hoppe J, Hinder B, Rafaty R, Patt A, Grubb M (2023) **Three Decades of Climate Mitigation Policy : What Has It Delivered?** Annual Review of Environment and Resources. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-112321-103821>
93. Le Conseil fédéral (2021) **Stratégie climatique à long terme 2050.** <https://www.bafu.admin.ch/fr/strategie-climatique-2050>
94. Confédération suisse (2025) **Loi fédérale sur les objectifs en matière de protection du climat, sur l'innovation et sur le renforcement de la sécurité énergétique (LCI).** <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2023/655/fr>
95. Office fédéral de l'environnement OFEV (2025) **Objectifs et stratégies de la politique climatique.** <https://www.bafu.admin.ch/fr/objectifs-strategies-politique-climatique>
96. Confédération suisse (2024) **Ordonnance relative à la loi fédérale sur les objectifs en matière de protection du climat, sur l'innovation et sur le renforcement de la sécurité énergétique (Ordonnance sur la protection du climat, OCI).** <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2024/772/fr>
97. Confédération suisse (2013) **Loi fédérale sur la réduction des émissions de CO₂* (Loi sur le CO₂).** <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2012/855/fr>
98. United Nations (2015) **Paris Agreement.** https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf
99. Schweizerische Eidgenossenschaft (2025) **Switzerland's second nationally determined contribution under the Paris Agreement 2031–2035.** <https://unfccc.int/sites/default/files/2025-01/Switzerland%20second%20NDC%202031-2035.pdf>
100. Office fédéral de l'environnement OFEV (2025) **Indicateurs de l'évolution des émissions de gaz à effet de serre en Suisse 1990–2023.** https://www.bafu.admin.ch/dam/fr/sd-web/S0ENVZ3HpuzF/kenngroessen_thg_emissionen_schweiz.pdf
101. Ritchie H, Rosado P, Roser M (2020) **Energy Production and Consumption.** Our World in Data. <https://ourworldindata.org/energy-production-consumption>
102. Bundesamt für Statistik BFS (2024) **Gross domestic product, long time series – 1948–2023 | Tabelle.** <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr.assetdetail.32257517.html>
103. Jaccard S, Le Quéré C, Masson-Delmotte V, Plattner G-K, Rebetez M, Rogelj J, Seneviratne SI, Stocker T (2020) **Climate scientists' letter in support of defense.** https://www.reseau43.ch/docs/LAC/200921_climat_E.pdf
104. Ritchie H, Roser M (2020) **CO₂ emissions.** Our World in Data. <https://ourworldindata.org/co2-emissions>
105. Global Carbon Atlas (2025) **Carbon Emissions Switzerland (Territorial vs. Consumption) 1990–2022.** <https://globalcarbonatlas.org/emissions/carbon-emissions>
106. Thalmann P, Vielle M (2019) **Lowering CO₂ emissions in the Swiss transport sector.** Swiss Journal of Economics and Statistics. <https://doi.org/10.1186/s41937-019-0037-3>
107. Pearce-Kelly P, Altieri AH, Bruno JF, Cornwall CE, McField M, Muñiz-Castillo AI, Rocha J, Setter RO, Sheppard C, Roman-Cuesta RM, Yesson C (2025) **Considerations for determining warm-water coral reef tipping points.** Earth System Dynamics. <https://doi.org/10.5194/esd-16-275-2025>
108. IPCC (2023) **Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability : Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>

109. Begum RA, Lempert R, Ali E, Benjaminsen TA, Bernauer T, Cramer W, Cui X, Mach K, Nagy G, Sukumar NCSR, Wester P (2022) **Point of departure and key concepts**. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.003>
110. Dow K, Berkhout F, Preston BL, Klein RJT, Midgley G, Shaw MR (2013) **Limits to adaptation**. Nature Climate Change. <https://doi.org/10.1038/nclimate1847>
111. Juhola S, Bouwer LM, Huggel C, Mechler R, Muccione V, Wallimann-Helmer I (2024) **A new dynamic framework is required to assess adaptation limits**. Global Environmental Change. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2024.102884>
112. European Commission (2021) **Forging a climate-resilient Europe – the new EU Strategy on Adaptation to Climate Change**. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2021%3A82%3AFIN>
113. Rayner T (2023) **Adaptation to climate change: EU policy on a Mission towards transformation?** npj Climate Action. <https://doi.org/10.1038/s44168-023-00068-z>
114. European Environment Agency EEA (2024) **Urban adaptation in Europe: what works?** <https://doi.org/10.2800/50996>
115. European Environment Agency EEA (2024) **Economic losses from weather- and climate-related extremes in Europe**. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/economic-losses-from-climate-related>
116. European Climate Neutrality Observatory ecno (2024) **State of EU progress to climate neutrality**. https://climateobservatory.eu/sites/default/files/2024-07/ECNO_Flagship_Report_2024_online.pdf
117. Köllner P, Gross C, Schäppi B, Füssler J, Lerch J, Nauser M (2017) **Risques et opportunités liés au climat**. <https://www.bafu.admin.ch/fr/publication?id=HBPGItSwPamo>
118. Kanton Zürich (2022) **Langfristige Klimastrategie**. <https://www.zh.ch/de/umwelt-tiere/klima/langfristige-klimastrategie.html>
119. République et canton de Genève, Département du territoire (DT) (2024) **Plan climat cantonal 2030 – 2^e génération**. <https://www.ge.ch/node/24973>
120. Ragettli M, Luyten A, Röösl M (2025) **Monitoring hitzebedingte Todesfälle: Sommer 2024**. <https://www.nccs.admin.ch/dam/nccs/de/dokumente/website/sektoren/gesundheit/bericht-monitoring-hitzebedingte-todesfaelle-sommer-2024.pdf>
121. Office fédéral de l'environnement OFEV, Office fédéral de la santé publique OFSP (2025) **Décès dus à la chaleur**. <https://www.bafu.admin.ch/fr/indicateurs>
122. Popovic NF, Asseburg J, Weber S (2023) **Communicating weather warnings to the Swiss population – Insights of a representative online study**. MeteoSwiss. <https://doi.org/10.18751/pmch/sr/106.weatherwarnings/1.0>
123. Bebi P, Bugmann H, Lüscher P, Lange B, Brang P (2016) **Impacts des changements climatiques sur les prestations des forêts protectrices**. Dans: Pluess, Andrea R.; Augustin, Sabine; Brang, Peter (Hrsg.): Forêts et changements climatiques. Éléments pour des stratégies d'adaptation. Office fédéral de l'environnement OFEV. <https://www.wsl.ch/fr/publications/forets-et-changements-climatiques-elements-pour-des-strategies-dadaptation>
124. Agroscope (2025) **Risques climatiques pour l'agriculture et possibilités d'adaptation**. <https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/fr/home/themes/environnement-ressources/climat-hygiene-lair/changements-climatiques-et-agriculture.html>
125. Office fédéral de l'environnement OFEV (2025) **Réseau pour l'adaptation aux changements climatiques**. <https://www.bafu.admin.ch/fr/reseau-adaptation>
126. Office fédéral de l'environnement OFEV(2017) **Impulsions pour une adaptation de la Suisse aux changements climatiques – 2017**. <https://www.bafu.admin.ch/fr/publication?id=ULDisW9gM8K3>
127. Metzger A, Véron R (2023) **«Sustainable security» through river enlargements: A political ecology of nature-based solutions and flood control in the Rhone Valley, Switzerland**. Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie. <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.22963>
128. IPCC (2021) **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** (Masson-Delmotte V, Zhai P, Pirani A, Connors SL, Péan C, Berger S, Caud N, Chen Y, Goldfarb L, Gomis MI, Huang M, Leitzell K, Lonnoy E, Matthews JBR, Maycock TK, Waterfield T, Yelekçi O, Yu R, Zhou B [eds.]). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
129. Lahn B (2020) **A history of the global carbon budget**. WIREs Climate Change. <https://doi.org/10.1002/wcc.636>
130. van den Berg NJ, van Soest HL, Hof AF, den Elzen MGJ, van Vuuren DP, Chen W, Drouet L, Emmerling J, Fujimori S, Höhne N, Köberle AC, McCollum D, Schaeffer R, Shekhar S, Vishwanathan SS, Vrontisi Z, Blok K (2020) **Implications of various effort-sharing approaches for national carbon budgets and emission pathways**. Climatic Change. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02368-y>
131. Hansen JE, Sato M, Lacis A, Ruedy R, Tegen I, Matthews E (1998) **Climate forcings in the Industrial era**. Proceedings of the National Academy of Sciences. <https://doi.org/10.1073/pnas.95.22.12753>
132. Hausfather Z (2024) **Analysis: What record global heat means for breaching the 1.5C warming limit**. <https://www.carbonbrief.org/analysis-what-record-global-heat-means-for-breaching-the-1-5c-warming-limit>
133. Climate Action Tracker (2025) **2100 Warming Projections: Emissions and expected warming based on pledges and current policies**. <https://climateactiontracker.org/global/temperatures>
134. IPCC (2022) **Impacts of 1.5°C Global Warming on Natural and Human Systems**. In: Global Warming of 1.5°C: IPCC Special Report on Impacts of Global Warming of 1.5°C above pre-industrial Levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty (Masson-Delmotte V, Zhai P, Pörtner H-O, Roberts D, J. Skea J, Shukla PR, Pirani AW, Moufouma-Okia W, Péan C, Pidcock R, Connors S, Matthews JBR, Chen Y, Zhou X, Gomis MI, Lonnoy E, Maycock T, Tignor M, Waterfield T [eds.]). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157940.005>
135. Hauer ME, Fussell E, Mueller V, Burkett M, Call M, Abel K, McLeman R, Wrathall D (2020) **Sea-level rise and human migration**. Nature Reviews Earth & Environment. <https://doi.org/10.1038/s43017-019-0002-9>
136. Abel GJ, Brottrager M, Crespo Cuaresma J, Muttarak R (2019) **Climate, conflict and forced migration**. Global Environmental Change. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.12.003>

137. Forster P, Storelvmo T, Armour K, Collins W, Dufresne J-L, Frame D, Lunt DJ, Mauritsen T, Palmer MD, Watanabe M, Wild M, Zhang X (2021) **The Earth's energy budget, climate feedbacks, and climate sensitivity**. In: Masson-Delmotte V, Zhai P, Pirani A, Connors SL, Péan C, Berger S, Caud N, Chen Y, Goldfarb L, Gomis M, Huang IM, Leitzell K, Lonnoy E, Matthews JBR, Maycock TK, Waterfield T, Yelekç Ö, Yu R Zhou B (Hrsg.): *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896.009>
138. Kornhuber K, Lesk C, Schleussner CF, Jägermeyr J, Pfleiderer P, Horton RM (2023) **Risks of synchronized low yields are underestimated in climate and crop model projections**. *Nature Communications*. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-38906-7>
139. Guisan A, Huggel C, Seneviratne S, Steinberger J (2022) **Inverser la tendance: climat et biodiversité. Rencontre entre le Parlement et les scientifiques**. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6458287>
140. Lanz K et al. (2021) **Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft der Schweiz**. Beiträge zur Hydrologie der Schweiz, Nr. 43, Bern. Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT). <https://scnat.ch/de/id/55nQt>
141. Brunner MI, Swain DL, Wood RR, Willkofer F, Done JM, Gilleland E, Ludwig R (2021) **An extremeness threshold determines the regional response of floods to changes in rainfall extremes**. *Communications Earth & Environment*. <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00248-x>
142. Brunner MI, Götte J, Schlemper C, Van Loon A F (2023) **Hydrological Drought Generation Processes and Severity Are Changing in the Alps**. *Geophysical Research Letters*. <https://doi.org/10.1029/2022GL101776>
143. Muelchi R, Rössler O, Schwanbeck J, Weingartner R, Martius O (2021) **River runoff in Switzerland in a changing climate - runoff regime changes and their time of emergence**. *Hydrology and Earth System Sciences*. <https://doi.org/10.5194/hess-25-3071-2021>
144. van Hamel A, Brunner MI (2024) **Trends and Drivers of Water Temperature Extremes in Mountain Rivers**. *Water Resources Research*. <https://doi.org/10.1029/2024WR037518>
145. von Matt CN, Muelchi R, Gudmundsson L, Martius O (2024) **Compound droughts under climate change in Switzerland**. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. <https://doi.org/10.5194/nhess-24-1975-2024>
146. Office fédéral de l'environnement OFEV (2021) **Effets des changements climatiques sur les eaux suisses**. <https://www.bafu.admin.ch/fr/publication?id=cPLO37edEVrg>
147. Rössler O, Froidevaux P, Börst U, Rickli R, Martius O, Weingartner R (2014) **Retrospective analysis of a nonforecasted rain-on-snow flood in the Alps - a matter of model limitations or unpredictable nature?** *Hydrology and Earth System Sciences*. <https://doi.org/10.5194/hess-18-2265-2014>
148. Epting J, Raman Vinna L, Affolter A, Scheidler S, Schilling O (2023) **Climate change adaptation and mitigation measures for alluvial aquifers - Solution approaches based on the thermal exploitation of managed aquifer (MAR) and surface water recharge (MSWR)**. *Water Research*. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.119988>
149. Office fédéral de l'environnement OFEV (2025) **Sécheresse et eaux souterraines**. <https://www.bafu.admin.ch/fr/secheresse-et-eaux-souterraines>
150. Chauvier-Mendes Y, Pollock LJ, Verburg PH, Karger DN, Pellissier L, Lavergne S, Zimmermann NE, Thuiller W (2024) **Transnational conservation to anticipate future plant shifts in Europe**. *Nature Ecology & Evolution*. <https://doi.org/10.1038/s41559-023-02287-3>
151. Parmesan C (2006) **Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change**. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110100>
152. Ismail SA, Geschke J, Kohli M, Spehn E, Inderwildi O, Santos M, Guntern J, Seneviratne SI, Pauli D, Altermatt F, Fischer M (2021) **Aborder conjointement le changement climatique et la perte de la biodiversité**. *Swiss Academies Factsheet*, 16 (3). <https://doi.org/10.5281/zenodo.5145240>
153. Vittoz P, Cherix D, Gonsseth Y, Lubini V, Maggini R, Zbinden N, Zumbach S (2013) **Climate change impacts on biodiversity in Switzerland: A review**. *Journal for Nature Conservation*. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2012.12.002>
154. Kudo G, Ida TY (2013) **Early onset of spring increases the phenological mismatch between plants and pollinators**. *Ecology*. <https://doi.org/10.1890/12-2003.1>
155. Robbirt KM, Roberts DL, Hutchings MJ, Davy AJ (2014) **Potential Disruption of Pollination in a Sexually Deceptive Orchid by Climatic Change**. *Current Biology*. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.10.033>
156. Both C, Bouwhuis S, Lessells CM, Visser ME (2006) **Climate change and population declines in a long-distance migratory bird**. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/nature04539>
157. Burgess MD, Smith KW, Evans K L, Leech D, Pearce-Higgins JW, Branston CJ, Briggs K, Clark JR, du Feu CR, Lewthwaite K, Nager RG, Sheldon BC, Smith JA, Whytock RC, Willis SG, Phillimore AB (2018) **Tritrophic phenological match-mismatch in space and time**. *Nature Ecology & Evolution*. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0543-1>
158. Trotsiuk V, Babst F, Grossiord C, Gessler A, Forrester DI, Buchmann N, Schaub M, Eugster W (2021) **Tree growth in Switzerland is increasingly constrained by rising evaporative demand**. *Journal of Ecology*. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13712>
159. Seidl R, Thom D, Kautz M, Martin-Benito D, Peltoniemi M, Vacchiano G, Wild J, Ascoli D, Petr M, Honkaniemi J, Lexer MJ, Trotsiuk V, Mairota P, Svoboda M, Fabrika M, Nagel TA, Reyser CPO (2017) **Forest disturbances under climate change**. *Nature Climate Change*. <https://doi.org/10.1038/nclimate3303>
160. Trotsiuk V, Hartig F, Cailleret M, Babst F, Forrester DI, Baltensweiler A, Buchmann N, Bugmann H, Gessler A, Gharun M, Minunno F, Rigling A, Rohner B, Stillhard J, Thüring E, Waldner P, Ferretti M, Eugster W, Schaub M (2020) **Assessing the response of forest productivity to climate extremes in Switzerland using model-data fusion**. *Global Change Biology*. <https://doi.org/10.1111/gcb.15011>
161. Irauschek F, Rammer W, Lexer MJ (2017) **Can current management maintain forest landscape multifunctionality in the Eastern Alps in Austria under climate change?** *Regional Environmental Change*. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0908-9>
162. Mina M, Bugmann H, Cordonnier T, Irauschek F, Klopčič M, Pardos M, Cailleret M (2017) **Future ecosystem services from European mountain forests under climate change**. *Journal of Applied Ecology*. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12772>
163. Duvillard P-A, Ravanel L, Marcer M, Schoeneich P (2019) **Recent evolution of damage to infrastructure on permafrost in the French Alps**. *Regional Environmental Change*. <https://doi.org/10.1007/s10113-019-01465-z>
164. Nötzli J, Peter A, Hählen N, Phillips M (2025) **Verborgenes Eis in den Schweizer Alpen: Der Permafrost taut immer schneller**. *Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, WSL*. <http://doi.org/10.55419/wsl:39741>

165. Morán-Tejeda E, López-Moreno JJ, Stoffel M, Beniston M (2016) **Rain-on-snow events in Switzerland: recent observations and projections for the 21st century.** Climate Research. <https://doi.org/10.3354/cr01435>
166. Mani P, Allen S, Evans S G, Kargel JS, Mergili M, Petrakov D, Stoffel M (2023) **Geomorphic Process Chains in High-Mountain Regions – A Review and Classification Approach for Natural Hazards Assessment.** Reviews of Geophysics. <https://doi.org/10.1029/2022RG000791>
167. Scherrer SC, Gubler S, Wehrli K, Fischer AM, Kotlarski S (2021) **The Swiss Alpine zero degree line: Methods, past evolution and sensitivities.** International Journal of Climatology. <https://doi.org/10.1002/joc.7228>
168. Jacquemart M, Weber S, Chiarle M, Chmiel M, Cicoira A, Corona C, Eckert N, Gaume J, Giacoma F, Hirschberg J, Kaitna R, Magnin F, Mayer S, Moos C, van Herwijnen A, Stoffel M (2024) **Detecting the impact of climate change on alpine mass movements in observational records from the European Alps.** Earth-Science Reviews. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2024.104886>
169. OcCC, ProClim (2007) **Les changements climatiques et la Suisse en 2050.** <https://scnat.ch/fr/id/wSxXz>
170. Eisenring S, Holzkämper A, Calanca P (2021) **Berechnung der Bewässerungsbedürfnisse unter aktuellen und zukünftigen Bedingungen in der Schweiz.** <https://doi.org/10.34776/as107g>
171. Holzkämper A (2020) **Varietal adaptations matter for agricultural water use – a simulation study on grain maize in Western Switzerland.** Agricultural Water Management. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106202>
172. Huss M, Linsbauer A, Naegeli K (2025) **Glaciers de Suisse. État, prévisions et implications.** Swiss Academies Factsheets 20 (2). <https://doi.org/10.5281/zenodo.14866773>
173. Thornton P, Nelson G, Mayberry D, Herrero M (2021) **Increases in extreme heat stress in domesticated livestock species during the twenty-first century.** Global Change Biology. <https://doi.org/10.1111/gcb.15825>
174. Grünig M, Calanca P, Mazzi D, Pellissier L (2020) **Inflection point in climatic suitability of insect pest species in Europe suggests non-linear responses to climate change.** Global Change Biology. <https://doi.org/10.1111/gcb.15313>
175. Grünig M, Mazzi D, Calanca P, Karger DN, Pellissier L (2020) **Crop and forest pest metawebs shift towards increased linkage and suitability overlap under climate change.** Communications Biology. <https://doi.org/10.1038/s42003-020-0962-9>
176. Stoeckli S, Felber R, Haye T (2020) **Current distribution and voltinism of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in Switzerland and its response to climate change using a high-resolution CLIMEX model.** International Journal of Biometeorology. <https://doi.org/10.1007/s00484-020-01992-z>
177. Maly P (2023) **Faktenblatt Klima – Landwirtschaft – Ernährung.** Vision Landwirtschaft. https://www.visionlandwirtschaft.ch/documents/98/VL_Faktenblatt_Klima_DE_20230530.pdf
178. Observatoire suisse de la santé (Obsan) (2025) **Santé mentale en Suisse: évolution, promotion, prévention et prise en charge Rapport national sur la santé 2025.** <https://www.gesundheitsbericht2025.ch/fr>
179. Masselot P, Mistry MN, Rao S, Huber V, Monteiro A, Samoli E, Stafoggia M, de' Donato F, Garcia-Leon D, Ciscar J-C, Feyen L, Schneider A, Katsouyanni K, Vicedo-Cabrera AM, Aunan K, Gasparrini A (2025) **Estimating future heat-related and cold-related mortality under climate change, demographic and adaptation scenarios in 854 European cities.** Nature Medicine. <https://doi.org/10.1038/s41591-024-03452-2>
180. de Schrijver E, Sivaraj S, Raible CC, Franco OH, Chen K, Vicedo-Cabrera AM (2023) **Nationwide projections of heat- and cold-related mortality impacts under various climate change and population development scenarios in Switzerland.** Environmental Research Letters. <https://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/ace7e1>
181. Cattaneo P, Salvador E, Manica M, Barzon L, Castilletti C, Gennaro FD, Huits R, Merler S, Poletti P, Riccardo F, Saracino A, Segala F, Zammarchi L, Buonfrate D, Gobbi F (2025) **Transmission of autochthonous Aedes-borne arboviruses and related public health challenges in Europe 2007–2023: a systematic review and secondary analysis.** The Lancet Regional Health – Europe. <https://doi.org/10.1016/j.lanep.2025.101231>
182. Mutschler R, Rüdüsili M, Heer P, Eggimann S (2021) **Benchmarking cooling and heating energy demands considering climate change, population growth and cooling device uptake.** Applied Energy. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.116636>
183. Berger M, Worlitschek J (2019) **The link between climate and thermal energy demand on national level: A case study on Switzerland.** Energy and Buildings. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109372>
184. Demiray T, Ingold T (2024) **Auswirkungen auf die Verteilnetze. «Energiezukunft 2050» Wege in die Energie und Klimazukunft der Schweiz.** Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen VSE. <https://www.strom.ch/de/media/14919/download>
185. Salamanca F, Georgescu M, Mahalov A, Moustauoui M, Wang M (2014) **Anthropogenic heating of the urban environment due to air conditioning.** Journal of Geophysical Research: Atmospheres. <https://doi.org/10.1002/2013JD021225>
186. Vöhringer F, Vielle M, Thalmann P, Fröhner A, Knoke W, Stocker D, Thurm B (2019) **Costs and benefits of climate change in Switzerland.** Climate Change Economics. <https://doi.org/10.1142/S2010007819500052>
187. Schaeffli B, Manso P, Fischer M, Huss M, Farinotti D (2019) **The role of glacier retreat for Swiss hydropower production.** Renewable Energy. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.07.104>
188. Boes R, Burlando P, Evers FM, Farinotti D, Felix D, Hohermuth B, Schmid M, Stähli M, Münch-Alligné C, Weigt H, Avellan F, Manso P (2021) **Swiss Potential for Hydropower Generation and Storage: Synthesis Report.** <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000517823>
189. Office fédéral de l'énergie OFEN (2021) **Perspectives énergétiques 2050+. Technischer Bericht.** <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/politique/perspectives-energetiques-2050-plus.html>
190. Jaag C, Schnyder N (2019) **Bedeutung des Klimawandels für die Infrastrukturen in der Schweiz.** https://swiss-economics.ch/files/content/dokumente/publikationen/2019_JaagSchnyder_KlimawandelUndInfrastrukturen_UVEK_DE.pdf
191. BP Schweiz AG, Office fédéral de la protection de la population OFPP (2021) **Conséquences du changement climatique sur la protection de la population en Suisse.** <https://www.babs.admin.ch/dam/it/sd-web/N7DJDgbbPEV9/AuswirkungenKlimawandel-saufdenBevS-fr.pdf>
192. Office fédéral de l'environnement OFEV (2025) **Analyse des risques climatiques en Suisse.** <https://www.bafu.admin.ch/fr/publication?id=74m-J2D7NNzh>
193. Bundesamt für Raumentwicklung ARE, Bundesamt für Umwelt BAFU (2018) **Hitze in Städten: Grundlage für eine klimaangepasste Siedlungsentwicklung.** https://www.nccs.admin.ch/dam/nccs/de/dokumente/website/massnahmen/leitfaden/hitze_in_staedten.pdf

194. Kahn ME, Mohaddes K, Ng RNC, Pesaran M H, Raissi M, Yang J-C (2021) **Long-term macroeconomic effects of climate change: A cross-country analysis.** Energy Economics. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105624>
195. United Nations Environment Programme UNEP (2025) **Emissions Gap Report 2025: Off Target – Continued Collective inaction puts Global Temperature Goal at Risk.** <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/48854>
196. Gisler M, Iten R, Weber F (2020) **Cleantech in der Schweiz – Eine Bestandesaufnahme.** Unternehmen Geschichte, INFRAS Zürich. https://www.infras.ch/media/filer_public/2f/2b/2f2b0f13-99b0-47b9-ba5a-6adbc08f346c/cleantech_in_der_schweiz_-_eine_bestandesaufnahme.pdf
197. Kotlarski S, Gobiet A, Morin S, Olefs M, Rajczak J, Samacoïts R (2023) **21st Century alpine climate change.** Climate Dynamics. <https://doi.org/10.1007/s00382-022-06303-3>
198. Serquet G, Rebetez M (2011) **Relationship between tourism demand in the Swiss Alps and hot summer air temperatures associated with climate change.** Climatic Change. <https://doi.org/10.1007/s10584-010-0012-6>
199. Bressan G, Đuranović A, Monasterolo I, Battiston S (2024) **Asset-level assessment of climate physical risk matters for adaptation finance.** Nature Communications. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-48820-1>
200. BAK Economics AG (2023) **L'importance économique du secteur financier suisse. Etude commandée par l'Association suisse des banquiers ASB et l'Association Suisse d'Assurances ASA – Résultats 2023.** <https://www.bak-economics.com/fr/etudes-et-analyses/detail/importance-economique-du-secteur-financier-suisse-2023>
201. Baur M, Bruchez P-A (2021) **Comment évaluer l'impact du changement climatique sur le budget de l'État?** <https://dievolkswirtschaft.ch/fr/2021/03/comment-evaluer-limpact-du-changement-climatique-sur-le-budget-de-letat>
202. Brändle T, Bruchez P-A, Colombier C, Baur M, Hohl L (2022) **Do the COVID-19 Crisis, Ageing and Climate Change Put Swiss Fiscal Sustainability at Risk?** Intereconomics. <https://doi.org/10.1007/s10272-022-1027-8>
203. Ecoplan (2023) **Auswirkungen des Netto-Null-Ziels in der Klimapolitik auf die öffentlichen Finanzen in der langen Frist.** Im Auftrag der Eidgenössischen Finanzverwaltung. <https://www.efv.admin.ch/dam/de/sd-web/prAt6QkCa29h/Grundlagen-Klimaschutzmassnahmen-Offentliche-Finanzen-Schlussbericht.pdf>
204. Andre P, Boneva T, Chopra F, Falk A (2024) **Globally representative evidence on the actual and perceived support for climate action.** Nature Climate Change. <https://doi.org/10.1038/s41558-024-01925-3>
205. Brink E, Falla A M V, Boyd E (2023) **Weapons of the vulnerable? A review of popular resistance to climate adaptation.** Global Environmental Change. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2023.102656>
206. Geels FW, Sovacool BK, Schwanen T, Sorrell S (2017) **Sociotechnical transitions for deep decarbonization.** Science. <https://doi.org/10.1126/science.aao3760>
207. Ulibarri N, Ajibade I, Galappaththi EK, Joe ET, Lesnikowski A, Mach KJ, Musah-Surugu JI, Nagle Alverio G, Segnon AC, Siders AR, Sotnik G, Campbell D, Chalastani VI, Jagannathan K, Khavhagali V, Reckien D, Shang Y, Singh C, Zommers Z (2022) **A global assessment of policy tools to support climate adaptation.** Climate Policy. <https://doi.org/10.1080/14693062.2021.2002251>
208. Owen G (2020) **What makes climate change adaptation effective? A systematic review of the literature.** Global Environmental Change. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102071>
209. Limberg J, Steinebach Y, Nyrup J (2024) **Dedicated climate ministries help to reduce carbon emissions.** npj Climate Action. <https://doi.org/10.1038/s44168-024-00147-9>
210. Geddes A, Schmidt TS, Steffen B (2018) **The multiple roles of state investment banks in low-carbon energy finance: An analysis of Australia, the UK and Germany.** Energy Policy. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.01.009>
211. IPCC (2023) **International Cooperation.** Climate Change 2022 - Mitigation of Climate Change. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157926.016>
212. UNFCCC (2024) **COP29 UN Climate Conference Agrees to Triple Finance to Developing Countries, Protecting Lives and Livelihoods.** <https://unfccc.int/news/cop29-un-climate-conference-agrees-to-triple-finance-to-developing-countries-protecting-lives-and>
213. Michaelowa K, Michaelowa A (2017) **Transnational Climate Governance Initiatives: Designed for Effective Climate Change Mitigation?** International Interactions. <https://doi.org/10.1080/03050629.2017.1256110>
214. Rajamani L, Oberthür S, Guilanpour K (2022) **Designing a Meaningful Global Stocktake.** https://unfccc.int/sites/default/files/resource/202202281808_C2ES_Designing_A_Meaningful_Global_Stocktake_Under_the_Paris_Agreement.pdf
215. Andrade C (2025) **Using International Carbon Markets to Meet Paris Agreement Commitments.** <https://www.clearbluemarkets.com/knowledge-base/using-international-carbon-markets-to-meet-paris-agreement-commitments>
216. Office fédéral de l'environnement OFEV (2025) **Climat: Affaires internationales.** <https://www.bafu.admin.ch/fr/politique-climatique-internationale>
217. Creutzig F, Niamir L, Bai X, Callaghan M, Cullen J, Díaz-José J, Figueroa M, Grubler A, Lamb WF, Leip A, Masanet E, Mata É, Mattauçh L, Minx JC, Mirasgedis S, Mulugetta Y, Nugroho SB, Pathak M, Perkins P, Roy J, de la Rue du Can S, Saheb Y, Some S, Steg L, Steinberger J, Ürge-Vorsatz D (2022) **Demand-side solutions to climate change mitigation consistent with high levels of well-being.** Nature Climate Change. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01219-y>
218. Berger S, Kilchenmann A, Lenz O, Ockenfels A, Schlöder F, Wyss AM (2022) **Large but diminishing effects of climate action nudges under rising costs.** Nature Human Behaviour. <https://doi.org/10.1038/s41562-022-01379-7>
219. Liebe U, Gewinner J, Diekmann A (2021) **Large and persistent effects of green energy defaults in the household and business sectors.** Nature Human Behaviour. <https://doi.org/10.1038/s41562-021-01070-3>
220. Nielsen KS, Cologna V, Bauer JM, Berger S, Brick C, Dietz T, Hahnel UJJ, Henn L, Lange F, Stern PC, Wolske K S (2024) **Realizing the full potential of behavioural science for climate change mitigation.** Nature Climate Change. <https://doi.org/10.1038/s41558-024-01951-1>
221. Pham-Truffert M, Metz F, Fischer M, Rueff H, Messerli P (2020) **Interactions among Sustainable Development Goals: Knowledge for identifying multipliers and virtuous cycles.** Sustainable Development. <https://doi.org/10.1002/sd.2073>
222. Independent Group of Scientists appointed by the Secretary-General (2019) **Global Sustainable Development Report 2019: The Future is Now – Science for Achieving Sustainable Development.** United Nations. https://sdgs.un.org/sites/default/files/2020-07/24797GSDR_report_2019.pdf

223. United Nations (2023) **Global Sustainable Development Report 2023: Times of crisis, times of change: Science for accelerating transformations to sustainable development**. Global Sustainable Development Report 2023. https://sdgs.un.org/sites/default/files/2023-09/FINAL%20GSDR%202023-Digital%20-110923_1.pdf
224. Pham-Truffert, M, Rueff H, Messerli P (2019) **Knowledge for Sustainable Development: Interactive repository of SDG interactions**. <https://datablog.cde.unibe.ch/index.php/2019/08/29/sdg-interactions>
225. Roser D (2016) **Klima und Umwelt**. In: Goppel A, Mieth C, Neuhäuser C (Hrsg.): *Handbuch Gerechtigkeit*. Stuttgart: J.B. Metzler. https://doi.org/10.1007/978-3-476-05345-9_66
226. Wallimann-Helmer I (2019) **Justice in managing global climate change**. University of Zurich. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814104-5.00026-0>
227. Wallimann-Helmer I (2020) **Les différents domaines de l'action climatique et leurs principes de justice**. *Ethica* Volume 23, No 2 (Hiver 2020) 25-49. https://www.researchgate.net/publication/352568863_Les_differeents_domaines_de_l%27action_climatique_et_leurs_principes_de_justice
228. Wallimann-Helmer I (2021) **Klimawandel**. *Handbuch Liberalismus*. Stuttgart: J.B. Metzler. https://doi.org/10.1007/978-3-476-05798-3_70
229. Chancel L, Bothe P, Voituriez T (2023) **Climate Inequality Report 2023: Fair taxes for a sustainable future in the Global South**. World Inequality Lab Study 2023. <https://wid.world/www-site/uploads/2023/01/CBV2023-ClimateInequalityReport-2.pdf>
230. Hansen G, Cramer W (2015) **Global distribution of observed climate change impacts**. *Nature Climate Change*. <https://doi.org/10.1038/nclimate2529>
231. Huggel C, Wallimann-Helmer I, Stone D, Cramer W (2016) **Reconciling justice and attribution research to advance climate policy**. *Nature Climate Change*. <https://doi.org/10.1038/nclimate3104>
232. Roser D, Seidel C (2017) **Climate Justice: An Introduction**. Abingdon and New York: Routledge. <https://www.routledge.com/Climate-Justice-An-Introduction/Roser-Seidel/p/book/9781138845275>
233. Caney S (2021) **Climate Justice**. In: Zalta, Edward N (Hrsg.): *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Metaphysics Research Lab, Stanford University. <https://plato.stanford.edu/archives/win2021/entries/justice-climate>
234. Karlsson R, Symons J (2015) **Making Climate Leadership Meaningful: Energy Research as a Key to Global Decarbonisation**. *Global Policy*. <https://doi.org/10.1111/1758-5899.12192>
235. Heyward C (2017) **Ethics and Climate Adaptation**. In: Gardiner, Stephen M, Thompson A (Hrsg.): *The Oxford Handbook of Environmental Ethics*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199941339.013.42>
236. Wallimann-Helmer I (2016) **Differentiating responsibilities for climate change adaptation**. *Archiv für Rechts- und Sozialphilosophie (ARSP)*. <https://doi.org/10.5167/uzh-112531>
237. Düvel E, García-Portela L (2024) **The ethics of climate change loss and damage**. *WIREs Climate Change*. <https://doi.org/10.1002/wcc.910>
238. Lenzi D, Schübel H, Wallimann-Helmer I (2023) **Justice in benefitting from carbon removal**. *Global Sustainability*. <https://doi.org/10.1017/sus.2023.22>
239. Sakdapolrak P, Borderon M, Sterly H (2024) **The limits of migration as adaptation. A conceptual approach towards the role of immobility, disconnectedness and simultaneous exposure in translocal livelihoods systems**. *Climate and Development*. <https://doi.org/10.1080/17565529.2023.2180318>
240. IPCC (2022) **Technical Summary**. In: *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (P.Shukla PR, Skea J, Slade R, Al Khourdajie A, van Diemen R, D. McCollum D, M. Patha M, S. Some S, Vyas P, Fradera R, Belkacemi M, Hasija A, Lisboa G, Luz S, Malley J, [eds.]). Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157926.002>
241. Brügge C, Gomm S, Quoss F, Wäger P, Wehrli S, Linder J, Maissen P, Walker L, Bernauer T (2024) **Schweizer Umweltpanel. Zehnte Basisbefragung: Umwelteinstellungen, Umwelverhalten und umweltpolitische Präferenzen in der Schweiz: Befragungszeitraum: November 2022 – Januar 2023**. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000662383>
242. Quoss F, Rudolph L, Gomm S, Wäger P, Bruker J, Walder C, Wehrli S, Bernauer T (2021) **Schweizer Umweltpanel. Vierte Erhebungswelle: Basisbefragung: Befragungszeitraum: November 2019 – Februar 2020**. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000476515>
243. Hagen B, Middel A, Pijawka D (2016) **European Climate Change Perceptions: Public support for mitigation and adaptation policies**. *Environmental Policy and Governance*. <https://doi.org/10.1002/eet.1701>
244. Maibach EW, Uppalapati SS, Orr M, Thaker J (2023) **Harnessing the Power of Communication and Behavior Science to Enhance Society's Response to Climate Change**. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*. <https://doi.org/10.1146/annurev-earth-031621-114417>
245. Corner A, Markowitz E, Pidgeon N (2014) **Public engagement with climate change: the role of human values**. *WIREs Climate Change*. <https://doi.org/10.1002/wcc.269>
246. Corner A, Clarke J (2017) **Talking Climate: From Research to Practice in Public Engagement**. Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-46744-3>
247. Shaw C, Nerlich B (2015) **Metaphor as a mechanism of global climate change governance: A study of international policies, 1992–2012**. *Ecological Economics*. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.11.001>
248. Chapman D A, Corner A, Webster R, Markowitz EM (2016) **Climate visuals: A mixed methods investigation of public perceptions of climate images in three countries**. *Global Environmental Change*. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.10.003>
249. Metag J, Schäfer M S, Füchslin T, Barsuhn T, Kleinen-von Königslöw K (2016) **Perceptions of Climate Change Imagery: Evoked Salience and Self-Efficacy in Germany, Switzerland, and Austria**. *Science Communication*. <https://doi.org/10.1177/1075547016635181>
250. Hine D W, Reser J P, Morrison M, Phillips WJ, Nunn P, Cooksey R (2014) **Audience segmentation and climate change communication: conceptual and methodological considerations**. *WIREs Climate Change*. <https://doi.org/10.1002/wcc.279>
251. Schäfer M S, Füchslin T, Metag J, Kristiansen S, Rauchfleisch A (2018) **The different audiences of science communication: A segmentation analysis of the Swiss population's perceptions of science and their information and media use patterns**. *Public Understanding of Science*. <https://doi.org/10.1177/0963662517752886>

252. Schäfer M S, Metag J (2021) **Audiences of science communication between pluralisation, fragmentation and polarisation.** Dans : Routledge Handbook of Public Communication of Science and Technology. Abingdon and New York : Routledge. <https://www.routledge.com/Routledge-Handbook-of-Public-Communication-of-Science-and-Technology/Bucchi-Trench/p/book/9780367702946>
253. Biresselioglu ME, Solak B, Savas ZF (2024) **Unveiling resistance and opposition against low-carbon energy transitions: A comprehensive review.** Energy Research & Social Science. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103354>
254. Zell-Ziegler C, Thema J, Best B, Wiese F, Lage J, Schmidt A, Toulouse E, Stagl S (2021) **Enough? The role of sufficiency in European energy and climate plans.** Energy Policy. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112483>
255. Golinucci N, Rocco MV, Prina M G, Beltrami F, Rinaldi L, Schau EM, Sparber W (2025) **The role of sufficiency measures in a decarbonizing Europe.** Ecological Economics. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2025.108645>
256. Confédération suisse (2025) **Loi fédérale sur les objectifs en matière de protection du climat, sur l'innovation et sur le renforcement de la sécurité énergétique (LCI).** <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2023/655/fr>
257. UN Climate Change (2021) **The Explainer: The Paris Agreement.** <https://unfccc.int/news/the-explainer-the-paris-agreement>
258. Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC (2024) **Rapport explicatif concernant la révision de l'ordonnance sur le CO₂ (RS 641.711).** <https://www.bafu.admin.ch/fr/climat-rapports-explicatifs>
259. Probst BS, Toetzk M, Kontoleon A, Díaz Anadón L, Minx JC, Haya BK, Schneider L, Trotter P A, West TAP, Gill-Wiehl A, Hoffmann VH (2024) **Systematic assessment of the achieved emission reductions of carbon crediting projects.** Nature Communications. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-53645-z>
260. Deutsche Energie-Agentur dena, BAK Economics AG (2023) **Carbon Capture & Storage (CCS) Kostenschätzung für ein CCS-System für die Schweiz bis 2050.** Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). <https://www.aramis.admin.ch/Default?DocumentID=70789&Load=true>
261. Conseil fédéral (2022) **Captage et stockage du CO₂ (CSC) et technologies d'émission négative (NET).** <https://www.bafu.admin.ch/fr/extraction-et-stockage-du-co2>
262. Confédération suisse (2025) **Loi fédérale sur les objectifs en matière de protection du climat, sur l'innovation et sur le renforcement de la sécurité énergétique (LCI).** <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2023/655/fr>
263. Office fédéral de l'environnement OFEV (2025) **Réseau pour l'adaptation aux changements climatiques.** <https://www.bafu.admin.ch/fr/reseau-adaptation>
264. Office fédéral de l'environnement OFEV (2020) **Adaptation aux changements climatiques en Suisse – Plan d'action 2020–2025.** <https://www.bafu.admin.ch/fr/publication?id=gLxWN9EL7ejl>
265. Bundesamt für Umwelt BAFU (2012) **Adaptation to climate change in Switzerland Goals, challenges and fields of action First part of the Federal Council's strategy Adopted on 2 March 2012.** <https://www.bafu.admin.ch/fr/publication?id=RZ7HTchQoLVu>
266. Braunschweiger D, Pütz M, Heidmann F, Bludau M-J (2018) **Mapping governance of adaptation to climate change in Switzerland.** Regional Studies, Regional Science. <https://doi.org/10.1080/21681376.2018.1549507>
267. Brönnimann S, Appenzeller C, Croci-Maspoli M, Fuhrer J, Grosjean M, Hohmann R, Ingold K, Knutti R, Liniger MA, Raible CC, Röthlisberger R, Schär C, Scherrer SC, Strassmann K, Thalman P (2014) **Climate change in Switzerland: a review of physical, institutional, and political aspects.** WIREs Climate Change. <https://doi.org/10.1002/wcc.280>
268. Office fédéral de l'environnement OFEV (2025) **Adapt+ en détail.** <https://www.bafu.admin.ch/fr/adaptplus-en-detail>
269. IPCC (Hrsg.) (2023) **Europe.** Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.015>
270. Brunner MI, Björnsen Gurung A, Zappa M, Zekollari H, Farinotti D, Stähli M (2019) **Present and future water scarcity in Switzerland: Potential for alleviation through reservoirs and lakes.** Science of The Total Environment. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.169>
271. Huggel C (2024) **Naturgefahren im Zusammenhang mit Gletscherschmelze und Klimawandel.** aqua viva. <https://www.aquaviva.ch/de/aktuelles/naturgefahren-gletscherschmelze-klimawandel>
272. Klein T, Holzkämper A, Calanca P, Fuhrer J (2014) **Adaptation options under climate change for multifunctional agriculture: a simulation study for western Switzerland.** Regional Environmental Change. <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0470-2>
273. Finger R, Lehmann N (2012) **Policy reforms to promote efficient and sustainable water use in Swiss agriculture.** Water Policy. <https://doi.org/10.2166/wp.2012.152>
274. Office fédéral de l'environnement OFEV (2023) **Gestion des changements climatiques dans le domaine des dangers naturels gravitaires en Suisse.** <https://www.bafu.admin.ch/dam/fr/sd-web/4FpWUyC1deRC/umgang-klimawandel-im-bereich-gravitativ-naturgefahren.pdf>
275. Shipley JR, Frei ER, Bergamini A, Boch S, Schulz T, Ginzler C, Barandun M, Bebi P, Bolliger J, Bollmann K, Delpouve N, Gossner MM, Graham C, Krumm F, Marty M, Pichon N, Rigling A, Rixen C (2024) **Agricultural practices and biodiversity: Conservation policies for semi-natural grasslands in Europe.** Current Biology. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2024.06.062>
276. Joosten H (2015) **Peatlands, climate change mitigation and biodiversity conservation An issue brief on the importance of peatlands for carbon and biodiversity conservation and the role of drained peatlands as greenhouse gas emission hotspots.** <http://dx.doi.org/10.6027/ANP2015-727>
277. Nick S, Guisan A, Morán Ordóñez A, Ballif C (2024) **RE-BD AR2024. Accelerating renewable energy development while enhancing biodiversity protection in Switzerland.** <https://doi.org/10.5075/epfl.20.500.14299/241642>
278. Wang Y, Klaus VH, Gilgen AK, Buchmann N (2025) **Temperate grasslands under climate extremes: Effects of plant diversity on ecosystem services.** Agriculture, Ecosystems & Environment. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2024.109372>
279. Office fédéral de l'environnement OFEV (2024) **Plan d'action Stratégie Biodiversité Suisse.** <https://www.bafu.admin.ch/fr/publication?id=H2cDklfpnDpw>
280. de la Riva EG, Ulrich W, Batáry P, Baudry J, Beaumelle L, Bucher R, Čerevková A, Felipe-Lucia MR, Gallé R, Kesse-Guyot E, Rembiałkowska E, Rusch A, Seufert V, Stanley D, Birkhofer K (2023) **From functional diversity to human well-being: A conceptual framework for agroecosystem sustainability.** Agricultural Systems. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103659>

281. Nagy L, Grabherr G, Koerner C, Thompson D B A (2003) **Alpine biodiversity in Europe**. Berlin Heidelberg : Springer-Verlag. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-18967-8>
282. Slodowicz D, Durbecq A, Ladouceur E, Eschen R, Humbert J-Y, Arlettaz R (2023) **The relative effectiveness of different grassland restoration methods: A systematic literature search and meta-analysis**. Ecological Solutions and Evidence. <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12221>
283. Suding K, Higgs E, Palmer M, Callicott JB, Anderson CB, Baker M, Gutrich JJ, Hondula KL, LaFavor MC, Larson BMH, Randall A, Ruhl JB, Schwartz KZS (2015) **Committing to ecological restoration**. Science. <https://doi.org/10.1126/science.aaa4216>
284. Office fédéral de l'environnement OFEV (2021) **Politique de la ressource bois 2030**. <https://www.bafu.admin.ch/fr/publication?id=LDSZ8epwbFuG>
285. Ghazoul J, Bugmann H, Burgert I, Hellweg S, Schweier J, Weinand Y, Rigling A (2023) **Maximierung der Verwendung von Holz im Bauwesen als Beitrag zu Netto-Null – das Forschungsprojekt «MainWood»**. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen. <https://doi.org/10.3188/szf.2023.0384>
286. Huber N, Bugmann H, Cailleret M, Bircher N, Lafond V (2021) **Stand-scale climate change impacts on forests over large areas: transient responses and projection uncertainties**. Ecological Applications. <https://doi.org/10.1002/eap.2313>
287. Krumm F, Schuck A, Rigling A (2020) **How to balance forestry and biodiversity conservation? – A view across Europe**. <https://envidat.ch/#/metadata/how-to-balance-forestry-and-biodiversity-conservation-a-view-across-europe>
288. Willibald F, Kotlarski S, Ebner P P, Bavay M, Marty C, Trentini F V, Ludwig R, Grêt-Regamey A (2021) **Vulnerability of ski tourism towards internal climate variability and climate change in the Swiss Alps**. Science of The Total Environment. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147054>
289. Office fédéral de l'environnement OFEV (2020) **Gestion des dangers naturels en Suisse**. <https://www.bafu.admin.ch/fr/publication?id=fcRtjkoFTE8J>
290. Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires OSAV, Office fédéral de l'environnement OFEV, Office fédéral de l'agriculture OFAG (2023) **Stratégie Climat pour l'agriculture et l'alimentation 2050. Partie 1 : principes, objectifs et lignes stratégiques**. [https://www.blw.admin.ch/dam/fr/sd-web/-bB-Gw0kfxh3/KSLE_2050_Teil_1_F%20\(2\).pdf](https://www.blw.admin.ch/dam/fr/sd-web/-bB-Gw0kfxh3/KSLE_2050_Teil_1_F%20(2).pdf)
291. Bretscher D, Ammann C, Wüst C, Nyfeler A, Felder D (2018) **Réduction des émissions de gaz à effet de serre dans l'élevage d'animaux de rente**. Recherche Agronomique Suisse. <https://ira.agroscope.ch/fr-CH/Page/Publikation/Index/40154>
292. Bretscher D (2025) **La politique agricole suisse et son influence sur les émissions de gaz à effet de serre dans l'agriculture**. Recherche Agronomique Suisse. <https://www.agrarforschungschweiz.ch/fr/2025/05/la-politique-agricole-suisse-et-son-influence-sur-les-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-dans-lagriculture>
293. Schori F, Kasper-Völkl C, Münger A (2025) **Ration protein content affects intake, production, efficiency and methane emission of dairy cows**. Book of Abstracts of the 74th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science, Hrsg. European Federation of Animal Science, Wageningen Academic Publishers, the Netherlands. 2023. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/54053>
294. Schlegel P, Girard M, Lautrou M (2024) **Optimisation des recettes d'aliments composés pour les monogastriques selon les intrants ou les rejets d'éléments nutritifs**. Agroscope. Fiche technique No. 214. <https://ira.agroscope.ch/fr-CH/publication/58319>
295. Expert Panel on Livestock Methane (2024) **Potential of animal feed additives for methane mitigation**. <https://livestockmethane.com/wp-content/uploads/2024/05/2024-03-Animal-feed-supplements-.pdf>
296. Bieber A, Lozano-Jaramillo M, Walkenhorst M, Eppenstein RC (2024) **Comparison of fertility traits, health traits and health-related management routines of Swiss dairy farms with long vs. short productive lifespan profiles**. Journal of Dairy Research. <https://doi.org/10.1017/s0022029925000032>
297. Burg V, Bowman G, Thees O, Baier U, Biollaz S, Damartzis T, Hersener J-L, Luterbacher J, Madi H, Maréchal F, Moiola E, Rüschi F, Studer M, van Herle J, Vogel F, Kröcher O (2021) **Biogas from animal manure in Switzerland**. EnviDat. <https://www.envidat.ch/dataset/6953e3a1-32db-403c-ac4d-4a592a75783c>
298. Grossrieder J, Ringger C, Argento F, Grandgirard R, Anken T, Liebisch F (2022) **Fertilisation azotée spécifique au site: Méthodes actuelles et expériences**. Recherche Agronomique Suisse. <https://ira.agroscope.ch/fr-CH/publication/50030>
299. Nemecek T, Hayer F, Bonnin E, Carrouée B, Schneider A, Vivier C (2015) **Designing eco-efficient crop rotations using life cycle assessment of crop combinations**. European Journal of Agronomy. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.01.005>
300. Keller B, Oppliger C, Chassot M, Ammann J, Hund A, Walter A (2024) **Swiss agriculture can become more sustainable and self-sufficient by shifting from forage to grain legume production**. Communications Earth & Environment. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-01139-z>
301. Nemecek T, von Richthofen J-S, Dubois G, Casta P, Charles R, Pahl H (2008) **Environmental impacts of introducing grain legumes into European crop rotations**. European Journal of Agronomy. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2007.11.004>
302. Keel S G, Johannes A, Boivin P, Burgos S, Charles R, Hagedorn F, Kulli B, Leifeld J, Saluz A, Zimmermann S (2021) **Soil carbon sequestration in Switzerland: analysis of potentials and measures (Postulate Bourgeois 19.3639)**. Bundesamt für Umwelt BAFU. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/53606>
303. Keel SG, Ammann C, Bretscher D, Gross T, Guillaume T, Huguenin-Elie O, Moll-Mielewicz J, Nemecek T, Roesch A, Volk M, Wüst-Galley C, Leifeld J (2024) **Dauergrünlandböden der Schweiz: Quelle oder Senke von Kohlendioxid?** Agroscope Science, 189. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/57065>
304. Rodrigues L, Budai A, Elsgaard L, Hardy B, Keel SG, Mondini C, Plaza C, Leifeld J (2023) **The importance of biochar quality and pyrolysis yield for soil carbon sequestration in practice**. European Journal of Soil Science. <https://doi.org/10.1111/ejss.13396>
305. Roberti G, Herzog F, Jäger M, Kay S (2025) **Temperate agroforestry for tree carbon storage in Switzerland: 10 years of biophysical and social monitoring**. Climate Smart Agriculture. <https://doi.org/10.1016/j.csag.2025.100055>
306. Hao Z, Bretscher D, Keel S (2024) **Costs of greenhouse gas mitigation measures applicable to the Swiss agricultural sector**. International Research Symposium on Agricultural Greenhouse Gas Mitigation From Research to Implementation. <https://ira.agroscope.ch/en-US/publication/57683>
307. Kreft C, Huber R, Wuepper D, Finger R (2021) **The role of non-cognitive skills in farmers' adoption of climate change mitigation measures**. Ecological Economics. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107169>
308. Kreft C, Finger R, Huber R (2024) **Action- versus results-based policy designs for agricultural climate change mitigation**. Applied Economic Perspectives and Policy. <https://doi.org/10.1002/aep.13376>

309. Beretta C, Hellweg S (2019) **Lebensmittelverluste in der Schweiz: Mengen und Umweltbelastung. Wissenschaftlicher Schlussbericht.** ETH Zürich. https://www.infothek-biomasse.ch/images//417_2019_Beretta_Lebensmittelverluste_in_der_Schweiz_Umweltbelastung_und_Vermeidungspotenzial.pdf
310. Liechti C, Mack G, Ammann J (2024) **A systematic literature review of impactful food waste interventions at the consumer level.** Sustainable Production and Consumption. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.11.023>
311. Keel SG, Bretscher D, Leifeld J, Von Ow A, Wüst-Galley C (2023) **Soil carbon sequestration potential bounded by population growth, land availability, food production, and climate change.** Carbon Management. <https://doi.org/10.1080/17583004.2023.2244456>
312. Office fédéral de l'agriculture OFAG (2015) **Rapport agricole 2015.** <https://2015.agrarbericht.ch/fr>
313. Office fédéral de l'agriculture OFAG (2023) **Rapport agricole 2022.** <https://2022.agrarbericht.ch/fr>
314. Fesenfeld L, Mann S, Meier M, Nemecek T, Scharrer B, Bornemann B, Brombach C, Beretta C, Bürgi E, Grabs J, Ingold K, Jeanneret P, Kisligh S, Lieberherr E, Müller A, Pfister S, Schader C, Schönberg S, Sonneveld M, Barjolle D, Boivin P, Brunner T, Contzen S, Espa I, Estève M, Forney J, Häberli C, Hediger W, Kopainsky B, Lehmann B, Mack G, Markoni E, Meier B, Paccaud F, Rohrmann S, Schindler M, Schwab CN, Tribaldos T, Waibel P, Zähringer J (2023) **L'avenir de l'alimentation en Suisse – Guide des principaux leviers et axes politiques pour établir un système alimentaire durable.** <https://doi.org/10.5281/zenodo.7543576>
315. Ineichen S M, Zumwald J, Reidy B, Nemecek T (2023) **Feed-food and land use competition of lowland and mountain dairy cow farms.** animal. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.101028>
316. Bystricky M, Bretscher D, Schori F, Mack G (2023) **Reducing feed-food competition with direct payments? An ex-ante assessment of economic and environmental impacts.** Q Open. <https://doi.org/10.1093/qopen/qoad002>
317. Mottet A, de Haan C, Falcucci A, Tempio G, Opio C, Gerber P (2017) **Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate.** Global Food Security. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.01.001>
318. von Ow A (2024) **Degré d'autosuffisance et sécurité de l'approvisionnement.** E-Agil. <https://ira.agroscope.ch/fr-CH/publication/58439>
319. Ammann J, Arbenz A, Mack G, Nemecek T, El Benni N (2023) **Politikmassnahmen für eine nachhaltige Ernährung. Agrarforschung Schweiz.** <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/52448>
320. Fesenfeld LP, Wicki M, Sun Y, Bernauer T (2020) **Policy packaging can make food system transformation feasible.** Nature Food. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-0047-4>
321. Perotti A (2020) **Moving Towards a Sustainable Swiss Food System: An Estimation of the True Cost of Food in Switzerland and Implications for Stakeholders.** ETH Zurich. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000473289>
322. Conseil fédéral (2022) **Orientation future de la politique agricole: Rapport du Conseil fédéral en réponse aux postulats 20.3931 de la CER-E du 20 août 2020 et 21.3015 de la CER-N du 2 février 2021.** https://www.parlament.ch/centers/eparl/_layouts/15/DocIdRedir.aspx?ID=MAUWFQFXFMCR-2-51144
323. Wuyts N, Baux A, Bragazza L, Calanca P, Chalhou B, Dupuis B, Herrera JM, Hiltbrunner J, Levy Häner L, Pellet D, Toschini T, Carlen C (2023) **Klimaresilienter Ackerbau 2035.** Agroscope Science. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/55258>
324. Wittwer RA, Klaus VH, Miranda Oliveira E, Sun Q, Liu Y, Gilgen AK, Buchmann N, van der Heijden MGA (2023) **Limited capability of organic farming and conservation tillage to enhance agroecosystem resilience to severe drought.** Agricultural Systems. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103721>
325. Wuyts N, Baux A, Bragazza L, Calanca P, Chalhou B, Dupuis B, Herrera JM, Hiltbrunner J, Levy Häner L, Pellet D, Toschini T, Carlen C (2023) **Klimaresilienter Ackerbau 2035.** Agroscope. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/55258>
326. Heinz M, Galetti V, Holzkämper A (2024) **How to find alternative crops for climate-resilient regional food production.** Agricultural Systems. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103793>
327. von Ow A, Waldvogel T, Nemecek T (2020) **Environmental optimization of the Swiss population's diet using domestic production resources.** Journal of Cleaner Production. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119241>
328. Mermillod B, Tornare R, Jochum B, Ray N, Flahault A (2024) **Estimating the Carbon Footprint of Healthcare in the Canton of Geneva and Reduction Scenarios for 2030 and 2040.** International Journal of Environmental Research and Public Health. <https://doi.org/10.3390/ijerph21060690>
329. Health Care Without Harm, ARUP (2019) **Healthcare's climate footprint. How the health sector contributes to the global climate crisis and opportunities for action.** Green Paper. <https://www.arup.com/insights/healthcares-climate-footprint>
330. Andrieu B, Marraud L, Vidal O, Egnell M, Boyer L, Fond G (2023) **Health-care systems' resource footprints and their access and quality in 49 regions between 1995 and 2015: an input-output analysis.** The Lancet Planetary Health. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(23\)00169-9](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(23)00169-9)
331. The Shift Project (2023) **Décarboner la santé pour soigner durablement – Résumé aux décideurs.** https://theshiftproject.org/app/uploads/2025/01/180423-TSP-PTFEF-Synthese-Sante_v2.pdf
332. Kluge H, Forman R, Muscat N A, Berdzuli N, Mossialos E (2023) **Environmental sustainability of health systems: time to act.** The Lancet. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)00730-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)00730-4)
333. Eckelman M J, Weisz U, Pichler P-P, Sherman J D, Weisz H (2024) **Guiding principles for the next generation of health-care sustainability metrics.** The Lancet Planetary Health. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(24\)00159-1](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(24)00159-1)
334. Tennison I, Roschnik S, Ashby B, Boyd R, Hamilton I, Oreszczyn T, Owen A, Romanello M, Ruyssevelt P, Sherman J D, Smith AZP, Steele K, Watts N, Eckelman MJ (2021) **Health care's response to climate change: a carbon footprint assessment of the NHS in England.** The Lancet Planetary Health. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30271-0](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30271-0)
335. Hough E, Cohen Tanugi-Carresse A (2024) **Supporting Decarbonization of Health Systems – A Review of International Policy and Practice on Health Care and Climate Change.** Current Environmental Health Reports. <https://doi.org/10.1007/s40572-024-00434-x>
336. Gonzalez Holguera J, Senn N (2022) **Pour des services de santé suisses durables dans les limites planétaires.** <https://doi.org/10.5281/zenodo.6513484>
337. Martucci C, Rösli M, Ragetti M (2024) **État de la mise en oeuvre des mesures de la protection de la santé contre la chaleur en Suisse – Compétence en matière de chaleur de la population âgées 50+: connaissances, préoccupations, agir.** Sur mandat de l'Office fédéral de la santé publique OFSP et de l'Office fédéral de l'environnement OFEV. <https://www.nccs.admin.ch/dam/nccs/fr/dokumente/website/sektoren/gesundheitsbericht/hitzekompetenz-bevoelkerung50.pdf.download.pdf/competence-chaleur-population-50plus-suisse.pdf>

338. Ragettli M, Luyten A, Martucci C (2025) **État de la mise en oeuvre des mesures de la protection de la santé contre la chaleur en Suisse – Plans d'action canicule et engagement des autorités sanitaires en 2024. Enquête auprès des départements de la santé des cantons et de certaines villes en 2024.** Sur mandat de l'Office fédéral de la santé publique OFSP et de l'Office fédéral de l'environnement OFEV. <https://www.nccs.admin.ch/dam/nccs/fr/dokumente/website/sektoren/gesundheit/hitzeschutzmassnahmen-kantone-staedte-2024.pdf.download.pdf/mesures-protection-contre-chaleur-autorites-sanitaires-suissees.pdf>
339. Office fédéral de la santé publique OFSP (2023) **Maladies à transmission vectorielle.** <https://www.bag.admin.ch/fr/maladies-transmises-par-des-vec-teurs-mtv>
340. Workman A, Blashki G, Bowen K J, Karoly DJ, Wiseman J (2018) **The Political Economy of Health Co-Benefits: Embedding Health in the Climate Change Agenda.** International Journal of Environmental Research and Public Health. <https://doi.org/10.3390/ijerph15040674>
341. Office fédéral de l'environnement OFEV (2025) **Evolution des émissions de gaz à effet de serre de la Suisse depuis 1990 (avril 2025).** https://www.bafu.admin.ch/dam/fr/sd-web/C71YhQGTyfr7/THG_Inventar_Daten.xlsx
342. Office fédéral de la statistique OFS (2025) **Medienmitteilung – 2024 heizte jeder fünfte Haushalt mit einer Wärmepumpe.** Bundesamt für Statistik BFS. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/aktuell/neue-veroeffentlichungen.assetdetail.36141947.html>
343. Office fédéral de la statistique OFS (2025) **Véhicules routiers – parc, taux de motorisation.** <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/mobilite-transport/infrastructures-transport-vehicules/vehicules/vehicules-routiers-parc-taux-motorisation.html>
344. Conseil fédéral (2023) **Le Conseil fédéral pose les bases d'une exportation de CO₂ en vue du stockage de ce gaz dans les fonds marins.** <https://www.news.admin.ch/fr/nsb?id=98800>
345. UVEK (2025) **Joint press release – signing of Agreement between Norway and Switzerland on cross-border cooperation on Carbon Capture, Utilisation and Storage and Carbon Dioxide Removal.** <https://www.uvek.admin.ch/dam/de/sd-web/UfCXEMFX-Cl-Z/20250617-%20common-press-release-norway-switzerland.pdf>
346. Panos E, Kober T, Ramachandran K, Hirschberg S (2021) **Long-term energy transformation pathways Integrated scenario analysis with the Swiss TIMES energy systems model. JASM final report.** https://sccer-jasm.ch/JASMPapers/JASM_results_stem.pdf
347. Marti T, Sulzer M, Rüdisüli M (2022) **L'approvisionnement énergétique de la Suisse jusqu'en 2050. Synthèses des résultats et des bases.** Association des entreprises électriques suisses AES. <https://www.strom.ch/fr/document/avenir-energetique-2050-lapprovisionnement-energetique-de-la-suisse-jusqu'en-2050>
348. Guidati G, Marcucci A (2023) **Net-zero scenarios 2050, Deliverable report D1.4.1, SWEET Call 1–2021: DeCarbCH.** Swiss Federal Office of Energy SFOE. <https://www.aramis.admin.ch/Dokument.aspx?DocumentID=72609>
349. Wang Z, Trutnevte E (2025) **Demand-side flexibility of electric vehicles and heat pumps in the Swiss electricity system with high shares of renewable generation.** Energy. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2025.138903>
350. AES (2025) **Un approvisionnement résilient: mettre le système global à jour pour répondre aux nouvelles réalités (Mise à jour AE 2050 – Rapport explicatif).** <https://www.avenirenergetique2050.ch>
351. Nöthiger J, Neu U (2025) **Stockage saisonnier de l'énergie: un aperçu.** <https://doi.org/10.5281/zenodo.17406409>
352. AES (2025) **Un approvisionnement résilient: mettre le système global à jour pour répondre aux nouvelles réalités (Mise à jour AE 2050 – Rapport explicatif).** <https://www.avenirenergetique2050.ch>
353. Neu U, Markard J, Betz R, Boulouchos K, Pautz A, Stadelmann I (2025) **Perspectives de l'énergie nucléaire en Suisse.** <https://zenodo.org/records/17097278>
354. Klute S, Budt M, Van Beek M, Doetsch C (2024) **Steam generating heat pumps – Overview, classification, economics, and basic modeling principles.** Energy Conversion and Management. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2023.117882>
355. IEA (2025) **Policy Toolbox for Industrial Decarbonisation.** <https://www.iea.org/reports/policy-toolbox-for-industrial-decarbonisation>
356. Office fédéral de l'aviation civile OFAC (2022) **Rapport de l'OFAC concernant la promotion du développement et de l'utilisation de carburants d'aviation durables: dans le cadre de la Mesure 5 du plan d'action 2021–2023 relatif à la Stratégie pour le développement durable 2030.** https://www.bazl.admin.ch/dam/fr/sd-web/yBweazREtE9/bericht_saf.pdf
357. Confédération suisse (2024) **Ordonnance du DETEC sur la garantie d'origine pour les combustibles et les carburants (OGOC).** <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2024/690/fr>
358. Gouvernement suisse (2023) **Lancement de reFuel.ch: Des carburants et des produits chimiques de base durables pour la Suisse.** <https://www.news.admin.ch/fr/nsb?id=99332>
359. Office fédéral de l'environnement OFEV (2025) **Décarbonation de l'industrie.** <https://www.bafu.admin.ch/fr/decarbonation-de-lindustrie>
360. Office fédéral de l'environnement OFEV (2025) **Système d'échange de quotas d'émission pour les exploitants d'aéronefs.** <https://www.bafu.admin.ch/fr/seqe-aviation>
361. Maksim H, Murali J-L, Siegenthaler C, Popović J, Balmer M, Danalet A (2023) **Mobilitätsverhalten der Bevölkerung – Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2021.** <https://www.bfs.admin.ch/asset/de/24165261>
362. Swiss Competence Center for Energy Research Efficient Technologies and Systems for Mobility (2021) **Pathways to a net zero CO₂ Swiss mobility system: White Paper.** <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000481510>
363. Schläpfer J, Kunz M, Meier S (2020) **Studie zur Kreislaufwirtschaft: Strategien im Umgang mit Bestandsbauten.** <https://www.bafu.admin.ch/dam/de/sd-web/2NnkktHFMiZ/studie-zur-kreislaufwirtschaft-strategien-im-umgang-mit-bestandsbauten.pdf>
364. Steger S, Wilts H, Bergs L, Bergmann L (2022) **Energetische Sanierung von Bestandsgebäuden oder Neubau: ökologische Bewertung hinsichtlich Materialbedarf, Primärenergieverbrauch und damit verbundenen Treibhausgas-Emissionen; Endbericht.** <https://doi.org/10.48506/opus-7989>
365. Küpfer C M, Bertola N J, Fivet C (2024) **Reuse of cut concrete slabs in new buildings for circular ultra-low-carbon floor designs.** <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141566>
366. Schmid C, Wegmüller F, Mahler M, Bufler R, Seithel S, Furrer J, Glaus L, Kellenberger D (2023) **Sanieren beschleunigen Leitfaden für eine höhere Sanierungsrate.** https://intep.com/wp-content/uploads/2024/08/BFE-intep_SAN-CH_Sanieren-beschleunigen_Leitfaden-Gemeinden-und-Staedte.pdf
367. Conseil fédéral (2024) **Stratégie de mise en oeuvre et de recherche pour décarboner la construction d'infrastructures en mettant l'accent sur le bois. Exécution de la motion Stark 21.3293 (CE) du 18 mars 2021.** https://www.parlament.ch/centers/eparl/_layouts/15/DocIdRedir.aspx?ID=MAUWFQFXFMCR-2-56657

368. Vuille F, Baldini L, Balif C, Cappezzi M, Häberle A, Patel M, Patzke G, Vezzini A (2023) **Die richtige Ressource am richtigen Ort für den richtigen Zweck – Leitlinien für mehr Unabhängigkeit in der Energieversorgung.** https://aeesuisse.ch/wp-content/uploads/2023/03/aeesuisse_WiBe_Ressourcen_Position_230302.pdf
369. Müller A (2022) **Energieperspektiven 2050+ Volkswirtschaftliche Auswirkungen: Technischer Bericht.** <https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/11132>
370. Office fédéral de l'énergie OFE (2024) **Audit de subventions du Programme Bâtiments.** https://www.efk.admin.ch/wp-content/uploads/publikationen/berichte/sicherheit_und_umwelt/energie_und_kommunikation/23316/23316_version_definitive_v04.pdf
371. BVU Aargau (2021) **Hitzeangepasste Siedlungsentwicklung – Leitfaden für Gemeinden.** Kanton Aargau. <https://www.ag.ch/media/kanton-aargau/bvu/klima/siedlung/leitfaden-hitzeangepasste-siedlungsentwicklung-aargau-rz.pdf>
372. Office fédéral de l'environnement OFEV, Office fédéral du développement territorial ARE. (2022) **Eau de pluie dans l'espace urbain. Fortes précipitations et gestion des eaux pluviales dans le contexte d'un développement urbain adapté aux changements climatiques.** <https://www.bafu.admin.ch/fr/publication?id=YF2h0utjutOQ>
373. Bocken NMP, de Pauw I, Bakker V, van der Grinten B (2016) **Product design and business model strategies for a circular economy.** Journal of Industrial and Production Engineering. <https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124>
374. Stahel WR (2019) **The Circular Economy: A User's Guide.** London: Routledge. <http://www.routledge.com/9780367200176>
375. Stucki T, Woerter M, Loumeau N (2023) **Clearing the fog: How circular economy transition can be measured at the company level.** Journal of Environmental Management. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116749>
376. Meili R, Spescha A, Stucki T, Wörter M (2025) **Statusbericht der Schweizer Kreislaufwirtschaft 2024.** Zurich: KOF Swiss Economic Institute, ETH Zurich. https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/dual/kof-dam/documents/Medienmitteilungen/Sonstige/Statusbericht_Kreislaufwirtschaft_2024.pdf
377. Spörri A, Zweidler R, von Felten N, O'Connor I, Stucki T, Kissling I, Freccò J (2021) **Die Hürden gegen Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft abbauen. Studie zum gleichnamigen Postulat 18.3509 von Ständerat Ruedi Noser. Schlussbericht im Auftrag des Bundesamts für Umwelt.** EBP Schweiz AG, Berner Fachhochschule. https://www.bafu.admin.ch/dam/it/sd-web/DxU5r7o0Jzdb/Schlussbericht_EBP_Po_Noser.pdf
378. Alario G, Bordes C, Germann G, Meili R, Kissling-Näf I, Stucki T, Widmer N (2025) **Ein starkes Fundament für die Schweizer Kreislaufwirtschaft: Auswirkungen der Revision des Umweltschutzgesetzes auf die Kreislaufwirtschaft.** <https://www.swisscleantech.ch/files/Whitepaper-Kreislaufwirtschaft-Revision-Umweltschutzgesetz.pdf>
379. Ozkan A, Temiz H, Yildiz Y (2023) **Climate Risk, Corporate Social Responsibility, and Firm Performance.** British Journal of Management. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.12665>
380. Perch-Nielsen S, Sesartic A, Stucki M (2010) **The greenhouse gas intensity of the tourism sector: The case of Switzerland.** Environmental Science & Policy. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2009.12.002>
381. Salim E, Loloum T, Bonnemains A (2024) **Towards decarbonisation plans for ski tourism: examples from the Swiss and French Alps.** Handbook on Managing Nature-Based Tourism Destinations Amid Climate Change. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781035311255.00015>
382. Clivaz C, Doctor M, Gessner S, Ketterer L, Luthe T, Schluckert M, Siegrist D, Wyss R (2012) **Adaption des Tourismus an den Klimawandel in den Alpen: Ergebnisse des Alpine Space – Projekts ClimAlpTour in der Schweiz.** Schriftenreihe des Instituts für Landschaft und Freiraum. https://www.ost.ch/fileadmin/dateiliste/3_forschung_dienstleistung/institute/ilf/publikationen/schriftenreihe/ilf_sr_08_bericht_adaptionsstrategien_tourismus_klimawandel_alpen.pdf
383. Watten Håkansson V, Meiler S, Hülsen S, Villiger L, Bossut M, McCaughey JW, Kropf CM, Bresch D N (2025) **Beyond single company climate risk disclosure: event-based physical risk reporting.** Environmental Research: Climate. <https://doi.org/10.1088/2752-5295/adf912>
384. Conseil fédéral (2022) **Ordonnance relative au rapport sur les questions climatiques.** <https://www.fedlex.admin.ch/eli/oc/2022/747/fr>
385. Autorité fédérale de surveillance des marchés financiers FINMA (2022) **Communication FINMA sur la surveillance 03/2022 Mise en œuvre de la publication des risques climatiques par les établissements de catégorie 1 et 2.** https://www.finma.ch/fr/~media/finma/dokumente/dokumentencenter/myfinma/4dokumentation/finma-aufsichtsmittelungen/20221129-finma-aufsichtsmittelung-03-2022.pdf?sc_lang=fr&hash=5A461F19420C815C-9DBA4EA566F42711
386. Autorité fédérale de surveillance des marchés financiers FINMA (2024) **Évaluation ex post des exigences de publication sur les risques climatiques : aucune adaptation pour l'instant.** <https://www.finma.ch/fr/news/2024/07/20240711-ex-post-evaluation-offenlegung>
387. Kölbel JF, Heeb F, Paetzold F, Busch T (2020) **Can Sustainable Investing Save the World? Reviewing the Mechanisms of Investor Impact.** Organization & Environment. <https://doi.org/10.1177/1086026620919202>
388. Whelan T, Atz U, Holt T V, Clark C (2021) **ESG and financial performance: Uncovering the Relationship by Aggregating Evidence from 1,000 Plus Studies Published between 2015 – 2020.** https://www.semanticscholar.org/paper/ESG-AND-FINANCIAL-PERFORMANCE%3A-Uncovering-the-by-%E2%80%93-Whelan-Atz/14ce5de6b39a9b8d8f-180cbabbfa693182835481?utm_source=direct_link
389. Damodaran A (2023) **Sounding good or doing good: A skeptical look at ESG.** <https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/pdfiles/country/ESG.pdf>
390. Grewal J, Serafeim G (2020) **Research on Corporate Sustainability: Review and Directions for Future Research.** Foundations and Trends in Accounting. <https://doi.org/10.1561/14000000061>
391. Porter M E (2019) **Where ESG Fails.** <https://www.institutionalinvestor.com/article/2bswdin8nvg922puxdzwg/opinion/where-esg-fails>
392. Marquis C, Toffel M W, Zhou Y (2016) **Scrutiny, Norms, and Selective Disclosure: A Global Study of Greenwashing.** Organization Science. <https://doi.org/10.1287/orsc.2015.1039>
393. LaBella MJ, Sullivan L, Russell J, Novikov D (2019) **The Devil is in the Details: The Divergence in ESG Data and Implications for Sustainable Investing.** <https://www.firstlinks.com.au/uploads/Whitepapers/lm-qs-the-devil-is-in-the-details-0919.pdf>

394. Christensen DM, Serafeim G, Sikochi A (2022) **Why is Corporate Virtue in the Eye of The Beholder? The Case of ESG Ratings.** *The Accounting Review*. <https://doi.org/10.2308/TAR-2019-0506>
395. Thalmann A, Thalmann P (2024) **Climate impact of tax reliefs in Switzerland.** École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Université de Lausanne. <https://www.epfl.ch/labs/leure/wp-content/uploads/2024/12/Climate-impact-of-tax-reliefs.pdf>
396. IPCC (2019) **Autoren und Experten-Gutachter Glossar Abkürzungen, Akronyme, Einheiten.** https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/03/IPCC2007-Annex_german.pdf
397. Office fédéral de l'environnement OFEV (2020) **Glossaire sur le climat.** https://www.bafu.admin.ch/dam/fr/sd-web/SCIEFm-6MhfCL/glossar_klima.pdf
398. Sun J W (2005) **The decrease of CO₂ emission intensity is decarbonization at national and global levels.** *Energy Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2003.10.023>
399. Dow K, Berkhout F, Preston B L, Klein RJT, Midgley G, Shaw MR (2013) **Limits to adaptation.** *Nature Climate Change*. <https://doi.org/10.1038/nclimate1847>
400. Climate ADAPT (2025) **Services climatiques.** https://climate-adapt.eea.europa.eu/fr/knowledge/adaptation-information/climate-services?set_language=fr
401. MétéoSuisse (2025) **Indicateurs climatiques.** <https://www.meteosuisse.admin.ch/meteo/meteo-et-climat-de-a-a-z/indicateurs-climatiques.html>
402. SEI (2019) **Estimating consumption-based greenhouse gas emissions at the city scale.** <https://www.sei.org/wp-content/uploads/2019/03/estimating-consumption-based-greenhouse-gas-emissions.pdf>
403. UN (2025) **Nationally Determined Contributions (NDCs).** <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/nationally-determined-contributions-ndcs>
404. Eurostat **Glossary: Ecosystems and their services.** https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Ecosystems_and_their_services
405. Jakob M, Steckel JC, Edenhofer O (2014) **Consumption- Versus Production-Based Emission Policies.** *Annual Review of Resource Economics*. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100913-012342>
406. Office fédéral de la santé publique OFSP (2026) **Chaleur – Personnes à risque.** <https://www.bag.admin.ch/fr/chaleur#Personnes-%C3%A0-risque>
407. Greenhouse Gas Protocol (2011) **Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard.** *Greenhouse Gas Protocol*. https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Corporate-Value-Chain-Accounting-Reporting-Standard_041613_2.pdf
408. Climate Action Tracker (2025) **Country Assessment Switzerland.** <https://climateactiontracker.org/countries/switzerland>
409. Walter F, Amann F, Kos A, Kenner R, Phillips M, de Preux A, Huss M, Tognacca C, Clinton J, Diehl T, Bonanomi Y (2020) **Direct observations of a three million cubic meter rock-slope collapse with almost immediate initiation of ensuing debris flows.** *Geomorphology*. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2019.106933>
410. Pierhöfer L, Bartelt P, Bühler Y, Hafner E, Kenner R, Walter F, Phillips M (2025) **Bergsturz vom 14. April 2024 am Piz Scerscen, Graubünden.** *Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, WSL*. <https://doi.org/10.55419/wsl:38392>
411. Pielmeier C, Zweifel B, Techel F, Marty C, Grüter S, Stucki T (2024). **Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen.** *Hydrologisches Jahr 2022/23. WSL Berichte*. <https://doi.org/10.55419/wsl:36046>
412. Office fédéral de la statistique (2025) **Empreinte gaz à effet de serre – Milliers de tonnes d'équivalent CO₂.** <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/espace-environnement/indicateurs-environnement/tous-les-indicateurs/emissions-et-dechets/emissions-gaz-effet-de-serre.assetdetail.36327078.html>

5 Abréviations

CAD	Carburant aviation durable (en anglais: <i>Sustainable Aviation Fuel, SAF</i>)
CCNUCC	Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (en anglais: <i>United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC</i>)
CCF	Installations de couplage chaleur-force
CDN	Contributions déterminées au niveau national (en anglais: <i>Nationally Determined Contributions, NDC</i>)
Ch.	Chapitre
ESG	Environnement, social et gouvernance
EUA	<i>EU Allowances</i> (crédit de compensation climatique dans le cadre du SEQE-UE)
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
Gt	Gigatonnes (milliards de tonnes)
HKN	Garantie d'origine (en allemand: <i>Herkunftsnachweise, HKN</i>)
MACF	Mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (en anglais: <i>Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM</i>)
LCI	Loi sur le climat et l'innovation
MoPEC	Modèle de prescriptions énergétiques des cantons
ODD	Objectifs de développement durable (de l'Agenda 2030) (en anglais: <i>Sustainable Development Goals, SDGs</i>)
OFEN	Office fédéral de l'énergie
OFEV	Office fédéral de l'environnement
PIB	Produit intérieur brut
SEQE-CH	Système suisse d'échange de quotas d'émission
SEQE-EU	Système d'échange de quotas d'émission de l'Union Européenne (en anglais: <i>EU Emissions Trading Scheme, EU ETS</i>)

Glossaire

Adaptation

L'adaptation comprend les initiatives et les mesures visant à réduire la vulnérabilité des systèmes naturels et humains aux effets actuels ou attendus du changement climatique.³⁹⁶

Atténuation

Dans le contexte climatique, la réduction ou l'atténuation fait référence aux mesures visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre afin de ralentir ou d'arrêter le changement climatique.³⁹⁶

Biodiversité

La diversité biologique ou biodiversité désigne la variabilité des organismes vivants de toute origine, y compris les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques, et les complexes écologiques dont ils font partie; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre les espèces ainsi que celle des écosystèmes.³⁹⁶

Budget carbone (en anglais: *Carbon budget*)

Quantité maximale d'émissions cumulées de CO₂ d'origine humaine qui permettrait de limiter le réchauffement climatique à un certain niveau avec une probabilité donnée. On parle de budget carbone total quand cette valeur est calculée à partir de la période préindustrielle, et de budget carbone résiduel quand elle est calculée à partir d'une date récente.^{4 (glossaire)}

Captage et stockage du CO₂

Terme générique qui comprend les processus de l'élimination du dioxyde de CO₂ (*Carbon dioxide removal*, CDR), le captage et le stockage du CO₂ (*Carbon dioxide capture and storage*, CCS) et le captage et l'utilisation du CO₂ (*Carbon dioxide capture and utilisation*, CCU). Le CDR désigne généralement l'extraction du CO₂ de l'atmosphère suivi du stockage permanent. Le CCS désigne le processus de captage du CO₂ à une source ponctuelle et son stockage ultérieur. Le CCUS désigne le captage du CO₂, suivi d'une utilisation (par exemple dans un processus chimique) ou le stockage permanent.

Contributions déterminées au niveau national (CDN)

Contributions nationales à la protection du climat définies par les États signataires de l'Accord de Paris, qui fixent leurs objectifs en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre et d'adaptation au changement climatique.⁴⁰³

Cryosphère

La cryosphère comprend toutes les réserves d'eau gelée de la Terre, y compris les glaciers, les calottes glaciaires, la neige, le pergélisol et la glace de mer.³⁹⁶

Dangers naturels gravitaires

Les dangers naturels gravitaires sont influencés par la force de gravité et résultent en des crues, des laves torrentielles, des glissements de terrain, des chutes de pierres, ou des avalanches.

Décarbonation

La décarbonation désigne la diminution au fil du temps de l'intensité carbone de l'énergie primaire utilisée. L'objectif à long terme est de renoncer complètement aux combustibles fossiles, notamment dans l'approvisionnement énergétique et la mobilité.^{397, 398}

Durabilité

La durabilité est la capacité à répondre aux besoins de la génération actuelle sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins. Elle implique un équilibre entre les dimensions environnementales, sociales et économiques afin de garantir la stabilité et la prospérité à long terme.³⁹⁶

Émissions de scope 1, 2 et 3

La classification des émissions de gaz à effet de serre en trois « scopes » permet de recenser systématiquement les sources d'émissions tout au long de la chaîne de valeur:⁴⁰⁷

- **Scope 1:** émissions directes provenant de sources propres ou contrôlées, p. ex. par la combustion de combustibles fossiles dans des installations ou des véhicules.
- **Scope 2:** émissions indirectes provenant de la production d'énergie achetée (p. ex., électricité, chaleur ou vapeur) consommée par l'entreprise.
- **Scope 3:** autres émissions indirectes générées tout au long de la chaîne de valeur en amont et en aval, par exemple par la fabrication de biens achetés, les voyages d'affaires, l'utilisation et l'élimination des produits.

Émissions induites par la consommation

Les émissions induites par la consommation peuvent être déterminées à l'aide d'un inventaire des émissions induites par la consommation (CBEI). Cet inventaire est un calcul de toutes les émissions de gaz à effet de serre induites par la production, le transport, l'utilisation et l'élimination des produits et services consommés par un groupe spécifique de personnes ou une organisation donnée au cours d'une période donnée (généralement une année).^{396, 402}

Émissions induites par la production

La comptabilisation des émissions induites par la production comprend toutes les émissions générées par la production nationale de biens et de services, que ces biens soient consommés dans le pays ou exportés.⁴⁰⁵

Émissions induites par les importations

Les émissions induites par les importations sont des émissions de gaz à effet de serre générées à l'étranger pour produire des biens ou des services qui sont ensuite importés et consommés dans le pays.

Émissions nettes négatives

Une situation d'émissions nettes négatives de CO₂ ou de gaz à effet de serre est atteinte lorsque, à la suite d'activités humaines, la quantité de CO₂ ou de gaz à effet de serre retirée de l'atmosphère est supérieure à celle qui y est émise.^{134 (glossaire)}

Émissions nettes zéro

Une situation d'émissions nettes zéro de CO₂ ou de gaz à effet de serre est atteinte lorsque les activités humaines ne rejettent plus de CO₂ ou de gaz à effet de serre dans l'atmosphère ou lorsque les émissions de CO₂ ou de gaz à effet de serre dans l'atmosphère ne dépassent pas les quantités qui en sont retirées.³⁹⁷

Empreinte

L'empreinte carbone ou empreinte gaz à effet de serre est une mesure des émissions totales de gaz à effet de serre causées directement ou indirectement par une personne, une entreprise, un produit ou une activité.³⁹⁷

Équivalents CO₂

Unité permettant de comparer l'impact climatique de différents gaz à effet de serre, exprimée en quantité de CO₂ ayant le même effet de serre sur une période définie (généralement 100 ans).^{396, 397}

Événement extrême

Dans le contexte climatique, un événement extrême désigne des phénomènes météorologiques ou climatiques exceptionnellement violents, tels que des vagues de chaleur, des pluies torrentielles, des sécheresses ou des tempêtes, qui dépassent largement les fluctuations normales ou les valeurs attendues.³⁹⁶

Gaz à effet de serre

Les gaz à effet de serre sont des gaz présents dans l'atmosphère qui captent le rayonnement thermique de la Terre et le réémettent, contribuant ainsi à l'effet de serre. Les principaux gaz à effet de serre sont la vapeur d'eau (H₂O), le dioxyde de carbone (CO₂), l'oxyde nitreux (N₂O), le méthane (CH₄) l'ozone (O₃) et les hydrofluorocarbures (HFC).³⁹⁶ La vapeur d'eau et l'ozone ne sont pas émis; la concentration en vapeur d'eau dépend de la température de l'air, la concentration en ozone dépend notamment de la concentration en autres gaz de l'atmosphère (p. ex. les oxydes d'azote ou les hydrocarbures tels que le méthane).

GIEC, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) est un organisme scientifique des Nations Unies créé en 1988 afin de produire des rapports détaillés sur le changement climatique, ses causes, ses effets et les mesures possibles. Il évalue l'état de la recherche sur le changement climatique en synthétisant des études issues de différentes disciplines, mais ne mène pas lui-même de travaux de recherche.³⁹⁷

Gouvernance

Ensemble des institutions, règles et processus qui permettent l'action collective, la gestion et le contrôle dans les organisations et les systèmes.

Indicateurs climatiques

Les indicateurs climatiques sont des mesures utilisées pour évaluer l'état et les changements du climat. Ils comprennent des données telles que la température, les précipitations, l'humidité de l'air, l'élévation du niveau de la mer et les phénomènes météorologiques extrêmes.⁴⁰¹

Limites de l'adaptation

Point à partir duquel un système ou un acteur ne peut plus être protégé contre des risques inacceptables malgré les mesures d'adaptation mises en œuvre.³⁹⁹

Maladaptation

Le terme « maladaptation » décrit des situations dans lesquelles les mesures d'adaptation ne sont pas efficaces ou ont des conséquences négatives involontaires, augmentant ainsi le risque et la vulnérabilité face au changement climatique.³⁹⁶

Mesures orientées vers l'efficacité

Mesures visant à réduire la consommation d'énergie et de ressources grâce à des améliorations technologiques ou à des processus optimisés, par exemple grâce à des appareils, des véhicules ou des bâtiments plus efficaces, sans modifier le niveau d'utilisation.

Mesures orientées vers la sobriété

Mesures visant à modifier les modes de vie et de consommation afin de réduire la consommation absolue d'énergie et de ressources, p. ex. en consommant moins ou de manière plus consciente, en modifiant les comportements en matière de mobilité ou en réduisant les besoins en surface.

Neutralité climatique

Cela signifie principalement que les émissions de gaz à effet de serre restantes sont compensées par le captage et le stockage du CO₂.

**Niveau de réchauffement global
(en anglais: *Global warming levels*)**

Le niveau de réchauffement global décrit l'augmentation de la température moyenne mondiale par rapport au niveau préindustriel (1850–1900).

**Objectifs de développement durable, ODD
(en anglais: *Sustainable Development Goals, SDGs*)**

Les 17 objectifs de développement durable (ODD) sont les objectifs de durabilité des Nations unies, qui sont inscrits dans l'Agenda 2030 pour le développement durable avec leurs 169 sous-objectifs (cibles). Ils visent à promouvoir le développement durable au niveau économique, social et environnemental à l'échelle mondiale.

Pergélisol

Sous-sol (sol ou roche, y compris la glace et la matière organique) qui reste à une température égale ou inférieure à 0° C pendant au moins deux années consécutives.³⁹⁶

Points de bascule

Les points de bascule sont des seuils critiques dans le système climatique. Lorsqu'ils sont dépassés, un état donné change brusquement et souvent de manière irréversible, et un nouvel état stable s'installe. Ces changements persistent même lorsque les conditions initiales sont rétablies.^{4 (Ch. 6)}

Principe de territorialité, émissions territoriales

Émissions de gaz à effet de serre libérées à l'intérieur des frontières géographiques d'un pays.

Puits de carbone

Système naturel ou technique qui élimine un gaz à effet de serre, un aérosol ou un précurseur de gaz à effet de serre de l'atmosphère. Les principaux puits naturels sont les forêts, les sols et les océans. Les puits techniques sont créés par des procédés tels que l'élimination du dioxyde de carbone (CDR) ou le captage et le stockage du CO₂ (CCS).

Rapport d'évaluation du GIEC

Le rapport d'évaluation du GIEC est une évaluation scientifique détaillée de l'état actuel des connaissances sur le changement climatique. Publiés tous les 5 à 7 ans, ces rapports analysent les changements climatiques, leurs risques et les stratégies possibles d'adaptation et d'atténuation. Ils constituent une base importante pour les décisions politiques en matière de protection du climat.

Réchauffement climatique

Le réchauffement climatique désigne l'augmentation à long terme de la température moyenne mondiale, principalement due aux activités humaines qui libèrent des gaz à effet de serre tels que le CO₂ et le méthane dans l'atmosphère.³⁹⁶

Résilience climatique

Dans le contexte climatique, la résilience désigne la capacité des écosystèmes, des communautés ou des infrastructures à se remettre des effets du changement climatique et des événements extrêmes et à s'adapter à des conditions modifiées.

Résistance climatique

Dans le contexte climatique, la résistance au changement climatique désigne la capacité des écosystèmes, des espèces ou des communautés à résister aux changements et aux perturbations, tels que les événements météorologiques extrêmes ou les changements climatiques, sans perdre leurs fonctions ou structures fondamentales.

Rétroaction climatique

Processus du système climatique dans lequel un changement initial (p. ex. réchauffement) déclenche d'autres changements qui renforcent (rétroaction positive) ou atténuent (rétroaction négative) l'effet initial. La fonte des calottes glaciaires (rétroaction positive) ou la formation accrue de nuages (rétroaction négative) en sont des exemples.³⁹⁶

Scénario d'émissions

Dans le contexte climatique, un scénario d'émissions est un modèle prévisionnel qui décrit différentes évolutions possibles des émissions de gaz à effet de serre à l'avenir, sur la base de diverses hypothèses concernant la croissance économique, les développements technologiques, la consommation d'énergie et les mesures politiques.³⁹⁶

Services climatiques

Les services climatiques sont des services spécialisés qui fournissent des données, des informations et des analyses sur les conditions climatiques et météorologiques. Ils aident les décideurs de différents secteurs, tels que l'agriculture, la santé ou l'urbanisme, à s'adapter au changement climatique et à en atténuer les effets. Les services climatiques comprennent des prévisions, des évaluations des risques et une aide à l'élaboration de stratégies durables.⁴⁰⁰

Services écosystémiques

Les services écosystémiques sont les multiples avantages que des écosystèmes sains offrent aux êtres humains. Ces services comprennent l'approvisionnement en ressources (p. ex., la nourriture et le bois), la régulation (par exemple, du climat, des inondations et du régime hydrologique) et les services culturels (p. ex., les services spirituels, récréatifs et éducatifs).⁴⁰⁴

Système d'échange de quotas d'émission

Une approche basée sur les marchés pour atteindre les objectifs de la politique climatique. Elle consiste à permettre aux parties qui réduisent leurs émissions de gaz à effet de serre en dessous du niveau prescrit, de négocier leurs droits « excédentaires » d'émission, afin de compenser les émissions provenant d'une autre source, dans le pays ou à l'étranger.³⁹⁶

Utilisation en cascade

Utilisation multiple et successive de la biomasse ou des matériaux avec une valeur ajoutée décroissante afin de maximiser l'efficacité des ressources.³⁹⁶

Ville éponge

La ville éponge est un concept urbain qui vise à concevoir des villes capables de stocker, d'évacuer et d'utiliser l'eau de manière efficace. Ces villes intègrent des infrastructures vertes, telles que des plantes, des réservoirs d'eau de pluie et des surfaces perméables, afin d'absorber les précipitations et de réduire les inondations.⁷³

Qui sommes-nous ?

Les **Académies suisses des sciences** regroupent les quatre académies scientifiques suisses, l'Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT), l'Académie suisse des sciences humaines et sociales (ASSH), l'Académie suisse des sciences médicales (ASSM) et l'Académie suisse des sciences techniques (SATW). Elles comprennent en outre les centres de compétences TA-SWISS et Science et Cité ainsi que d'autres réseaux scientifiques. La relève scientifique s'organise dans la Jeune Académie Suisse. Les Académies suisses des sciences promeuvent la collaboration entre les scientifiques à l'échelon régional, national et international. Elles représentent la communauté scientifique aussi bien sur le plan des disciplines qu'au niveau interdisciplinaire et indépendamment des institutions et des branches spécifiques. Leur activité est orientée vers le long terme et vise l'excellence scientifique. Elles se fondent sur les savoirs scientifiques pour conseiller les politiques et le public sur des questions touchant de près la société.

ProClim est le **forum pour le climat et les changements environnementaux globaux** de l'Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT). Dans ces domaines thématiques, ProClim sert d'interface entre la science d'une part, et l'administration publique, la politique, l'économie et le public d'autre part, et favorise la communication entre ces milieux.

