



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Le Conseil fédéral

27.1.2021

Stratégie climatique à long terme de la Suisse

Table des matières

Résumé	4
1 Introduction.....	6
2 Mandat d'élaboration d'une stratégie climatique à long terme	6
2.1 Bases scientifiques.....	6
2.2 Directives internationales dans le cadre de l'Accord de Paris	8
2.3 Contexte national.....	8
3 Évolution du climat et des émissions en Suisse jusqu'à présent.....	10
3.1 Évolution du climat en Suisse	10
3.2 Évolution des émissions en Suisse	11
4 Objectif à long terme 2050	14
4.1 Catégorisation et portée	14
4.2 Parts des réductions à réaliser en Suisse et à l'étranger.....	15
5 Principes de la stratégie climatique à long terme	16
6 Législation suisse sur le climat	19
6.1 Révision totale de la loi sur le CO ₂	19
6.2 Mesures supplémentaires prises dans le cadre d'autres politiques sectorielles.....	23
6.3 Initiative populaire « Pour un climat sain (initiative pour les glaciers) »	25
7 Réductions d'émissions d'ici 2050 selon les perspectives énergétiques 2050+	26
7.1 Bases des perspectives énergétiques 2050+	26
7.2 Scénarios des PE2050+	26
7.3 Données-cadres et évolution des conditions-cadres sur lesquelles se fondent les PE2050+	27
7.4 Évolution de l'approvisionnement en électricité selon les PE2050+	29
8 Objectifs stratégiques et défis dans les différents secteurs.....	30
8.1 Secteur du bâtiment	30
8.2 Secteur de l'industrie	34
8.3 Secteur des transports	37
8.4 Secteur du transport aérien international	40
8.5 Secteur de l'agriculture et de l'alimentation	41
8.6 Secteur financier.....	46
8.7 Secteur des déchets.....	49
8.8 Gaz synthétiques.....	51
8.9 Technologies d'émission négative	52
9 Évolution des émissions totales de GES jusqu'en 2050.....	57
10 Coûts et avantages de l'objectif de zéro net	59
10.1 Avantages et économies de coûts de l'inaction	59
10.2 Investissements nécessaires, coûts d'exploitation et de maintenance et coûts d'énergie économisés.....	61
10.3 Conclusion.....	62
Bibliographie.....	64

Résumé

Le Conseil fédéral a décidé, le 28 août 2019, que la Suisse devait réduire à zéro ses émissions nettes de gaz à effet de serre (GES) d'ici 2050 et chargé le Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC) d'élaborer une stratégie climatique à long terme pour y parvenir. La Suisse se conforme ainsi à une exigence de l'Accord de Paris. La présente « Stratégie climatique à long terme de la Suisse » est le fruit de ces travaux.

Les bases scientifiques sont sans équivoque : pour maintenir le réchauffement de la Planète en dessous de 1,5 °C avec une probabilité suffisante, les émissions mondiales de CO₂ doivent être ramenées à zéro net au plus tard au milieu de ce siècle. Le CO₂ encore émis à ce moment-là devra être entièrement et durablement retiré de l'atmosphère au moyen de puits (émissions négatives). Une diminution substantielle des rejets des autres GES, en particulier le méthane et le protoxyde d'azote, est également nécessaire. L'Accord de Paris sur le climat, adopté par la communauté internationale fin 2015 et ratifié par la Suisse le 6 octobre 2017, vise à contenir l'élévation de la température mondiale moyenne nettement en dessous de 2 °C, voire à 1,5 °C. En se fixant pour objectif de réduire ses émissions de GES à zéro net d'ici 2050, la Suisse contribue à l'objectif de l'Accord de Paris à hauteur de ses responsabilités en matière de politique climatique et dans la mesure de ses possibilités. Dotée d'un approvisionnement en électricité indigène déjà largement exempt de CO₂, d'une industrie des technologies propres forte, d'instituts de formation et de recherche de réputation mondiale, d'un niveau de vie élevé et d'une grande capacité d'innovation, la Suisse réunit les meilleures conditions possibles pour avancer sur la voie de l'objectif de zéro net. Avec cet objectif, la Suisse est en phase avec son principal partenaire commercial, l'Union européenne, qui a également annoncé vouloir parvenir à la neutralité climatique d'ici 2050, et avec la Chine et le Brésil, qui visent ces objectifs d'ici 2060. Plusieurs autres pays ont déjà fixé des objectifs de zéro net juridiquement contraignants ou prévoient de le faire, notamment la France, l'Allemagne, la Suède, le Danemark, la Nouvelle-Zélande, le Canada, le Japon, la Corée du Sud, l'Afrique du Sud et le Royaume-Uni.

La présente stratégie indique la voie à suivre pour atteindre l'objectif de zéro net. Elle formule dix principes stratégiques qui guideront et détermineront l'action de la Suisse en matière de politique climatique dans les années à venir.

1. La Suisse saisit les possibilités offertes par une transition cohérente vers le zéro net.
2. La Suisse assume sa responsabilité en matière de politique climatique.
3. La réduction des émissions intérieures est privilégiée.
4. Les émissions sont réduites tout au long des chaînes de valeur ajoutée.
5. Tous les agents énergétiques sont utilisés de manière parcimonieuse et en tenant compte des possibilités d'application optimales.
6. Dans tous les domaines liés au climat, la Confédération et les cantons axent leurs activités de planification en vue de l'obtention du zéro net.
7. La transition vers le zéro net s'effectue de manière socialement acceptable.
8. La transition vers le zéro net s'effectue de manière économiquement supportable.
9. La transition vers le zéro net s'accompagne d'une amélioration de la qualité de l'environnement.
10. La stratégie climatique à long terme se fonde sur le principe de l'ouverture à la technologie.

La présente stratégie indique l'évolution possible des émissions jusqu'en 2050 pour les secteurs du bâtiment, de l'industrie, des transports, de l'agriculture et de l'alimentation, des marchés financiers, des déchets et des gaz synthétiques, ainsi que pour le transport aérien international, et définit des objectifs stratégiques pour chaque secteur. Elle détermine également les émissions négatives probablement nécessaires pour compenser les émissions résiduelles. Elle se fonde sur les éléments suivants : les émissions de GES devront être réduites autant que possible dans chaque secteur, que ce soit par un prix suffisamment élevé des technologies à fort taux d'émission, par des mesures techniques ou par l'encouragement de solutions alternatives. Les secteurs du bâtiment et des transports seront à même de réduire leurs émissions fossiles à zéro net d'ici 2050 et, dans l'industrie, une élimination quasi totale des émissions liées à l'énergie sera également possible. Le potentiel de réduction de l'agriculture et de

l'industrie alimentaire devra être exploitée. Enfin, le transport aérien international devra également contribuer à la réalisation des objectifs, notamment en utilisant des carburants renouvelables et durables et des modes alternatifs de propulsion. Les émissions difficiles à éviter, à savoir celles qui sont générées par certains processus industriels, tels que la production de ciment et l'incinération des déchets, devront quant à elles être évitées en recourant à des technologies de captage et de stockage du carbone (CCS). Ces technologies permettent d'empêcher dans une large mesure que ces émissions parviennent dans l'atmosphère.

La révision totale de la loi sur le CO₂ adoptée par le Parlement lors de sa session d'automne 2020 exige que les émissions de GES soient réduites de moitié d'ici 2030. La combinaison de mesures prévues met la Suisse sur la bonne voie pour atteindre l'objectif de zéro net d'ici 2050 et est essentielle à l'atteinte de celui-ci. D'après les scénarios disponibles, une réduction globale des émissions de GES de près de 90 % par rapport à 1990 est possible. Une fois le potentiel offert par les technologies CCS épuisé, les émissions résiduelles de GES, soit au total près de 7 millions de tonnes d'équivalents CO₂, devront être compensées par des émissions négatives. Les parts qui seront à réaliser en 2050 par des mesures mises en œuvre en Suisse ou à l'étranger n'ont pas encore été définies. La compensation des émissions à l'étranger par le biais de projets de réduction des émissions destinés à équilibrer les émissions intérieures, devrait, à plus long terme, progressivement être remplacée par un engagement au plan international dans le domaine des émissions négatives car les capacités en matière de stockage géologique sont limitées en Suisse. Le recours aux technologies d'émission négative à l'étranger doit être soumis aux mêmes exigences en termes d'acceptation sociale et de compatibilité environnementale qu'en Suisse.

D'un point de vue scientifique, une réduction des émissions mondiales de GES à zéro net est impérative afin de contenir le réchauffement de la Planète en dessous du seuil critique. L'inaction ou une action insuffisante engendrerait des coûts très élevés d'ici 2050 déjà. Ce serait le cas pour notre pays qui est touché de manière disproportionnée par les changements climatiques : si la hausse de la température mondiale se poursuit, les coûts correspondront à 4 % du PIB annuel de la Suisse en 2050, selon les études disponibles. En revanche, si l'on parvient à réduire de manière drastique les émissions mondiales et à limiter l'élévation de la température à 1,5 °C, les coûts ne représenteraient plus que 1,5 % du PIB en 2050. D'après ces estimations, le bénéfice pour la Suisse d'une réduction des émissions mondiales à zéro net en 2050 serait ainsi d'environ 2,5 % du PIB, soit d'environ 20 à 30 milliards de francs, selon une estimation très grossière. La hausse des coûts d'un réchauffement climatique non maîtrisé étant exponentielle, cet avantage s'accroît considérablement sur le long terme.

La Suisse a donc tout intérêt à réduire ses émissions de GES à zéro net et de contribuer aux efforts déployés par la communauté internationale pour limiter de la hausse de la température mondiale. Toutefois, pour atteindre l'objectif de zéro net, une restructuration de l'approvisionnement énergétique actuel, encore fortement tributaire des énergies fossiles, est nécessaire. Indépendamment de cet objectif, des investissements à hauteur de 1400 milliards de francs devront néanmoins être faits dans le système énergétique d'ici 2050, selon les Perspectives énergétiques 2050+. Les investissements supplémentaires inhérents à l'objectif de zéro net s'élèveront à 109 milliards de francs au total, soit seulement 8 % de plus. Les coûts d'exploitation des installations d'approvisionnement en énergie augmenteront d'environ 14 milliards de francs. Dans le même temps, la réduction des émissions à zéro net permettra de réaliser des économies de 50 milliards de francs sur les coûts de l'énergie¹, notamment grâce à l'abandon des importations d'agents fossiles. Au final, les coûts annuels supplémentaires sur la période de 2020 à 2050 s'élèveront en moyenne à près de 2,4 milliards de francs.

La réduction des émissions à zéro net s'avère donc vraisemblablement déjà profitable d'ici 2050. Dans les années à venir, il sera néanmoins crucial de rendre la transition vers l'objectif de zéro net aussi supportable que possible sur le plan social, économique et environnemental et d'adapter le cadre réglementaire en conséquence. La révision totale de la loi sur le CO₂ constitue une première étape dans ce processus.

¹ En tenant compte des économies possibles dans le transport aérien international (non prises en considération ici), cette valeur passe à environ 64 milliards de francs.

1 Introduction

En 2015, la Suisse a signé l'Accord de Paris, qu'elle a ratifié en 2017. L'Accord de Paris oblige pour la première fois tous les pays à prendre des mesures de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES). Les trois principaux objectifs supérieurs consistent à contenir le réchauffement mondial bien en dessous de 2 °C par rapport à l'ère préindustrielle, l'objectif étant de limiter la hausse de la température à 1,5 °C, à renforcer la capacité d'adaptation aux changements climatiques et à orienter les flux financiers vers un développement à faible émission de GES. La Suisse entend apporter sa contribution à l'atteinte de ces objectifs. Comme il l'avait annoncé en 2019², le Conseil fédéral vise à atteindre l'objectif de zéro net à partir de 2050, ce qui signifie que la Suisse doit avoir réduit à zéro ses émissions de GES d'ici cette date. Pour y parvenir, il lui faut en particulier limiter au maximum sa consommation d'énergies fossiles, réduire autant que possible ses rejets de GES et compenser les émissions résiduelles par des émissions négatives. Les technologies d'émission négative (NET) recourent à des procédés techniques ou naturels qui extraient le CO₂ de l'atmosphère en vue de le stocker durablement. La Suisse s'engage en outre au plan national comme international à orienter les flux financiers vers une meilleure compatibilité climatique.

La Suisse est d'ores et déjà touchée par les changements climatiques. Si des mesures de protection du climat efficaces ne sont pas adoptées, les impacts générés continueront de s'aggraver. Les scénarios climatiques CH-2018 montrent en effet qu'à l'avenir les étés seront plus secs, les fortes précipitations plus intenses et les températures moyennes et maximales plus élevées, tandis que les chutes de neige et la couverture neigeuse continueront de reculer, notamment à basse altitude. Il est donc crucial que des actions soient engagées. Pour atteindre l'objectif de zéro net, la Suisse devra rapidement réduire ses émissions de GES dans les années et décennies à venir. La révision totale de la loi sur le CO₂, adoptée par le Parlement durant la session d'automne 2020, définit le cadre de la politique climatique jusqu'en 2030. La nouvelle loi sur le CO₂ est une condition préalable essentielle pour que la Suisse puisse atteindre son objectif climatique d'ici 2050. Elle permettra à la Suisse de diviser par deux ses émissions globales d'ici 2030 et de diminuer d'au moins 37,5 % les émissions de CO₂ sur le territoire national. À travers le Fonds pour le climat nouvellement créé, les valeurs limites d'émission fixées pour les bâtiments et les véhicules neufs et le renforcement des approches bien établies relevant de l'économie de marché, elle contient des instruments dont les effets perdureront au-delà de 2030. La loi impose en outre au Conseil fédéral de soumettre en temps voulu au Parlement des propositions d'objectifs de réduction pour la période postérieure à 2030. Ainsi que l'ambitionne le Conseil fédéral d'ici 2050, ceci conduira la Suisse sur la voie d'un bilan de GES équilibré.

Par la présente stratégie, le Conseil fédéral met en évidence l'orientation générale qu'il conviendrait de suivre dans les différents secteurs en matière d'émissions de GES d'ici 2050, évalue les besoins potentiels en émissions négatives et indique les principes stratégiques que devront suivre les actions de la Confédération, des cantons et des communes en matière de politique climatique dans les années à venir.

2 Mandat d'élaboration d'une stratégie climatique à long terme

La nécessité de réduire les émissions de GES à zéro net d'ici 2050 se fonde sur les bases scientifiques (cf. 2.1) présentées par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). L'exigence de formuler des stratégies climatiques à long terme découle de l'Accord de Paris (cf. 2.2). Au mois d'août 2019, le Conseil fédéral a donc mandaté les départements compétents afin qu'ils élaborent une stratégie climatique à long terme pour la Suisse. La présente stratégie est le résultat de ces travaux et permettra à la Suisse d'assumer sa responsabilité vis-à-vis de la limitation du réchauffement à 1,5 °C, d'éviter les mauvais investissements et de saisir les opportunités qui s'offrent à elle (cf. 2.3).

2.1 Bases scientifiques

À l'automne 2018, le GIEC a publié son rapport spécial sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C (ci-après nommé rapport 1,5 °C).³ Il résume l'état actuel des connaissances quant à la manière de limiter le réchauffement mondial à 1,5 °C maximum et décrit les répercussions qu'un tel

² Communiqué de presse du Conseil fédéral du 28.8.2019, consultable sous <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themen/klima/mitteilungen.msg-id-76206.html>.

³ GIEC (2018)

réchauffement aurait par rapport à une hausse des températures de 2 °C. Selon le rapport 1,5 °C, la température moyenne à l'échelle mondiale a déjà augmenté de 1 °C depuis le début de l'industrialisation. Or le réchauffement particulièrement important de 0,65 °C qui se vérifie depuis 1950 ne peut plus s'expliquer uniquement par les fluctuations climatiques naturelles ; il est dû aux émissions de GES générées par l'utilisation d'agents énergétiques fossiles comme le charbon, le pétrole et le gaz naturel, ainsi qu'aux changements d'affectation à grande échelle des terres, dont la déforestation des forêts tropicales humides constitue un exemple.

Le rapport 1,5 °C présente en outre des trajectoires d'émissions compatibles avec un réchauffement mondial maximal de 1,5 °C. Le constat le plus important est que, dans les scénarios sans dépassement ou avec un dépassement temporaire et minime de l'objectif de réchauffement, les émissions mondiales de CO₂ culminent vers 2020, puis retombent à environ 45 % de leur niveau de 2010 d'ici 2030 pour atteindre finalement le zéro net au milieu du 21^e siècle (entre 2045 et 2055). Parallèlement, les impacts climatiques des émissions de GES autres que le CO₂, notamment ceux du méthane, du protoxyde d'azote et du carbone suie, diminuent jusqu'en 2050 et au-delà, comme l'illustre le graphique de la figure 1.

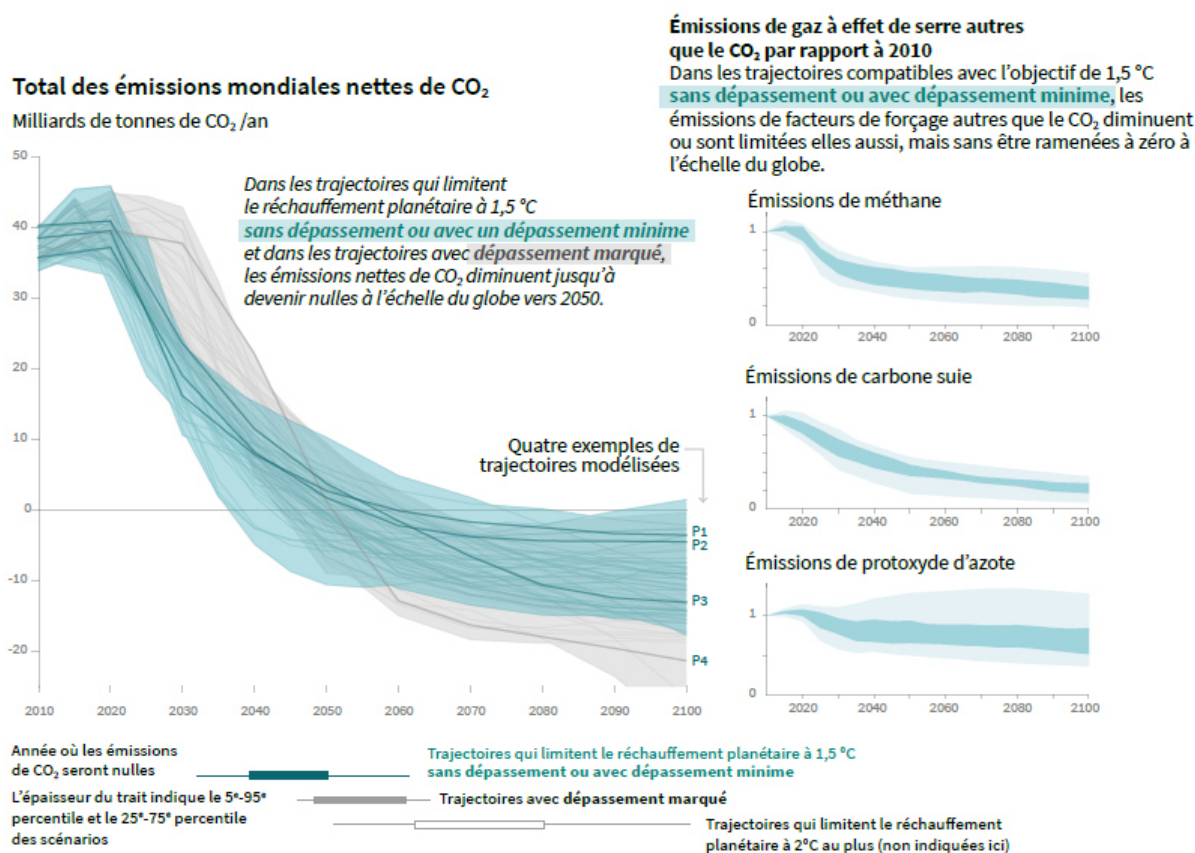


Figure 1 : Trajectoires des émissions mondiales compatibles avec un réchauffement de 1,5 °C. Source : GIEC (2018)

Le rapport 1,5°C met en outre clairement en évidence l'écart significatif existant entre les conséquences d'une hausse mondiale des températures de 2 °C et d'un réchauffement limité à 1,5 °C. Dans le premier cas, il faudra s'attendre à une pénurie en eau conséquente en Europe centrale et méridionale ainsi qu'à une augmentation notable des périodes de sécheresse extrême, en particulier dans le bassin méditerranéen. Le risque est donc nettement plus élevé de voir apparaître des canicules plus fréquentes et plus marquées, des pénuries d'eau et de nourriture, mais aussi d'assister à une disparition accélérée des milieux naturels alpins. Par ailleurs, les impacts des changements climatiques amplifieront les mouvements migratoires des populations issues des régions et pays les plus fortement touchés.

L'expression « zéro net » désigne l'équilibre atteint entre les émissions de GES, d'une part, et le captage et stockage de ces dernières dans des puits, d'autre part. Dans certains secteurs (comme celui de

l'agroalimentaire) ou dans différents processus industriels (comme la production de ciment ou l'incinération des ordures ménagères), il s'avère à l'heure actuelle impossible d'éliminer totalement les rejets de GES. Pour atteindre l'objectif de zéro net, il convient donc de compenser ces émissions résiduelles en recourant à des technologies ou procédés qui permettent d'extraire le CO₂ de l'atmosphère et de le stocker. À long terme, c'est-à-dire à partir de 2050 et au-delà, le bilan des émissions devra être globalement négatif afin de provoquer un nouveau recul de la concentration de GES dans l'atmosphère – condition indispensable pour qu'il existe une probabilité suffisamment élevée de limiter le réchauffement mondial à 1,5 °C. Dans l'éventualité où les émissions ne pourraient être réduites à temps et où la limite de 1,5 °C serait dépassée, le seuil négatif du bilan des émissions devrait être atteint plus tôt, afin de contrebalancer le dépassement de l'objectif de température. Réduire les émissions à un stade précoce contribue donc aussi à limiter la dépendance qui pourrait s'instaurer vis-à-vis de solutions technologiques dont le coût et les potentiels demeurent encore incertains.

La définition des objectifs à long terme de la politique climatique de la Suisse s'appuie sur l'ensemble de ces données scientifiques. La protection du climat constitue une exigence fondamentale à laquelle il ne saurait être dérogé si le bien-être des populations doit être assuré durablement. Il s'avère impérieusement nécessaire pour la communauté internationale – et donc pour la Suisse – d'atteindre l'objectif de zéro net. C'est uniquement si cette condition est remplie que la probabilité de limiter le réchauffement climatique à un niveau tolérable se révélera suffisamment élevée. Néanmoins, rien ne pourra advenir si des efforts communs ne sont pas entrepris au plan international, efforts auxquels la Suisse entend contribuer dans la mesure de ses responsabilités et de ses capacités. L'atteinte de cet objectif devra aussi aller de pair avec le plus haut degré possible de prospérité, de cohésion sociale et de protection des ressources, quel que soit le secteur environnemental considéré.

2.2 Directives internationales dans le cadre de l'Accord de Paris

L'Accord de Paris sur le climat invite toutes les Parties à élaborer des stratégies climatiques à long terme (article 4, paragraphe 19) :

« Toutes les Parties devraient s'employer à formuler et communiquer des stratégies à long terme de développement à faible émission de gaz à effet de serre, en gardant à l'esprit l'article 2 compte tenu de leurs responsabilités communes mais différenciées et de leurs capacités respectives, eu égard aux différentes situations nationales. ».

La Convention-cadre sur les changements climatiques précise que les stratégies climatiques à long terme doivent être soumises d'ici fin 2020 et s'inscrire dans un horizon temporel allant jusqu'au milieu du siècle (chapitre 3, paragraphe 35, de la décision 1/CP.21 de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, CCNUCC).

L'Accord de Paris précise en outre que les émissions mondiales doivent atteindre leur plafond dans les meilleurs délais, puis diminuer rapidement, et qu'un équilibre entre les sources d'émission et les puits de carbone doit être atteint dans la seconde moitié du siècle (article 4, paragraphe 1), définissant ainsi les grands axes des stratégies climatiques à long terme. Ces éléments constituent également le fondement de la présente stratégie.

Parallèlement à l'Accord de Paris, l'Agenda 2030 pour le développement durable souligne aussi l'importance de la protection du climat⁴. L'objectif 13, l'un des 17 objectifs de développement durable (ODD) définis, exhorte les États à prendre des mesures immédiates pour lutter contre le changement climatique et ses effets, et à les intégrer dans les politiques, les stratégies et la planification nationales (objectif 13.2). La Suisse met principalement en œuvre l'Agenda 2030 par le biais de la Stratégie pour le développement durable (cf. 6.2).

2.3 Contexte national

Aux termes de l'Accord de Paris, les stratégies climatiques à long terme doivent appliquer le principe des « responsabilités communes mais différenciées » et tenir compte des « capacités respectives eu

⁴ Cf. <https://www.eda.admin.ch/agenda2030/fr/home/agenda-2030/die-17-ziele-fuer-eine-nachhaltige-entwicklung.html> pour une vue d'ensemble des objectifs de développement durable

égard aux différentes situations nationales ». Pays économiquement fort, très développé et qui entretient des relations commerciales avec le monde entier, la Suisse assume dès lors une responsabilité commune aux côtés des autres pays industrialisés et des pays émergents.

La Suisse est bien placée pour assumer à long terme ses responsabilités en matière de politique climatique. En s'engageant résolument sur la voie d'un avenir neutre en termes de GES, elle a également la possibilité de renforcer son rôle de leader en tant que place d'innovation. Notre pays abrite des hautes écoles et des instituts de formation et de recherche de renommée internationale. Les deux écoles polytechniques fédérales de Zurich et de Lausanne comptent parmi les meilleures universités du monde et figurent régulièrement parmi les 20 premières dans les classements internationaux. Selon les chiffres disponibles pour 2017, les universités, le secteur privé, les organismes privés et la Confédération consacrent au total environ 23 milliards de francs, soit 3,4 % du PIB, à la recherche et au développement, chiffres qui, selon les estimations de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), situent la Suisse en troisième position au plan mondial après la Corée du Sud et Israël. Le domaine de la recherche et du développement emploie au total 82 000 équivalents plein temps.

La Suisse compte un grand nombre d'entreprises novatrices et le secteur des technologies propres (cleantech), qui a connu un taux de croissance supérieur à la moyenne ces dernières années, y est fortement représenté. Le secteur environnemental, qui a vu sa valeur ajoutée pratiquement doubler depuis 2000, passant de 10,9 à 21,2 milliards de francs⁵, s'est développé de manière beaucoup plus dynamique que l'ensemble de l'économie. Les possibilités en matière d'énergies renouvelables, d'économies d'énergie et de gestion de l'énergie (assainissement énergétique, travaux d'isolation, construction de nouveaux bâtiments à faible consommation d'énergie, etc.) se sont considérablement accrues. L'emploi dans le secteur environnemental a augmenté de 87 % depuis 2000 et représente 150 000 équivalents plein temps. Dans l'ensemble, ce secteur ainsi que d'autres secteurs importants des cleantech, comme les transports publics, emploient aujourd'hui environ 5,1 % de la main-d'œuvre et contribuent à hauteur de 4,2 % au PIB.

La réduction des émissions de GES à zéro net offre également des possibilités de croissance en dehors du secteur des cleantech, notamment dans le domaine des technologies de l'information, qui peuvent contribuer à abaisser les émissions dans différents domaines grâce à des solutions numériques, ou dans les domaines des assurances et de la finance. En tant que place financière d'importance mondiale, la Suisse peut également jouer un rôle important afin de rendre les flux financiers compatibles avec le climat, comme l'exige l'Accord de Paris.

Les conditions sont par ailleurs favorables en Suisse à maints égards. Le système suisse de valorisation des déchets fonctionne bien et les entreprises intègrent toujours davantage l'idée d'une économie circulaire. En Suisse, la production d'électricité est largement exempte de CO₂ et la proportion des industries à fort taux d'émission est relativement faible. De nombreux développements nécessaires pour atteindre l'objectif du zéro net sont déjà en cours. Bon nombre de nouveaux bâtiments ne génèrent aujourd'hui plus d'émissions de CO₂, la proportion de véhicules électriques parmi les nouvelles immatriculations augmente rapidement, et l'industrie ainsi que les entreprises de services misent également de moins en moins sur des agents énergétiques fossiles. Le défi consiste maintenant à encourager ces développements de manière cohérente. Des défis plus grands doivent être relevés dans d'autres domaines, tels que l'agriculture et l'alimentation, le transport aérien international, les technologies de capture et de stockage du CO₂ et les technologies d'émission négative.

Sur le plan législatif, la Suisse peut s'appuyer sur des bases solides qui lui permettent d'assumer ses responsabilités en matière de politique climatique. Elle dispose depuis 2000, avec la loi sur le CO₂, d'une législation nationale sur le climat. Le Parlement a achevé l'examen de la révision totale de la loi sur le CO₂ lors de la session d'automne 2020, fixant ainsi des objectifs et des mesures jusqu'en 2030. Toutefois, la nouvelle loi sur le CO₂, constitue le point de départ pour que la Suisse puisse atteindre son objectif climatique d'ici 2050, aura un impact au-delà de 2030 (cf. 6.1). La présente stratégie explique la manière dont les émissions de GES peuvent évoluer jusqu'en 2050 et définit l'objectif à long terme. Elle réduit ainsi le risque de mauvais investissements dans des installations susceptibles de continuer

⁵ Selon la définition de l'Office fédéral de la statistique, le secteur environnemental regroupe « les activités qui produisent des biens ou des services destinés soit à protéger l'environnement de la pollution et de toutes autres dégradations, soit à gérer les ressources naturelles de façon à éviter leur épuisement ». Pour d'autres particularités, voir <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/espace-environnement/comptabilite-environnementale/biens-services-environnementaux.html>.

à générer de grandes quantités de GES pendant des décennies. Elle crée une sécurité de planification et fournit des lignes directrices d'action dans tous les secteurs concernés. Une utilisation cohérente des cycles de renouvellement dès à présent afin de remplacer les infrastructures, les installations, les véhicules et les systèmes de chauffage par des alternatives générant moins de CO₂ conférerait à la Suisse un avantage à moyen et à long terme.

3 Évolution du climat et des émissions en Suisse jusqu'à présent

3.1 Évolution du climat en Suisse

Les observations systématiques à long terme montrent que la Suisse est touchée plus que la moyenne par les changements climatiques⁶. Entre la période de référence préindustrielle, de 1871 à 1900, et les 30 dernières années (1991 à 2020), la température de l'air près du sol a augmenté d'environ 2 °C⁷, soit nettement plus que la moyenne mondiale qui se situe à 1 °C⁸. Depuis les années 1980, le réchauffement est particulièrement prononcé en Suisse. Certaines années, comme 2019, 2018 et 2015, ont même connu une hausse supérieure à 2,5 °C par rapport à la période de référence préindustrielle. Neuf des dix années les plus chaudes enregistrées depuis le début des mesures se situent au 20^e siècle (voir Figure). Les conséquences de ce réchauffement sont déjà visibles et perceptibles aujourd'hui : les vagues de chaleur se produisent à des intervalles de plus en plus courts et à plus grande échelle que par le passé et les fortes précipitations sont plus fréquentes et plus intenses. Le recul des glaciers alpins, dont le volume a diminué de quelque 60 % depuis le milieu du 19^e siècle, est clairement visible. Le nombre de jours de neige par année a également diminué : à une altitude de 2000 m, il est aujourd'hui inférieur de 20 % par rapport à 1970 et, à 800 m, il neige deux fois moins qu'auparavant. En revanche, la période de végétation dure aujourd'hui en moyenne deux à quatre semaines de plus qu'il y a 50 ans⁹. Par ailleurs, la pression exercée sur la biodiversité s'accroît avec les changements climatiques et les milieux naturels traditionnels sont menacés. Les modifications du climat impactent également la santé. Les étés caniculaires de 2003, 2015 et 2019 ont entraîné une mortalité fortement accrue¹⁰.

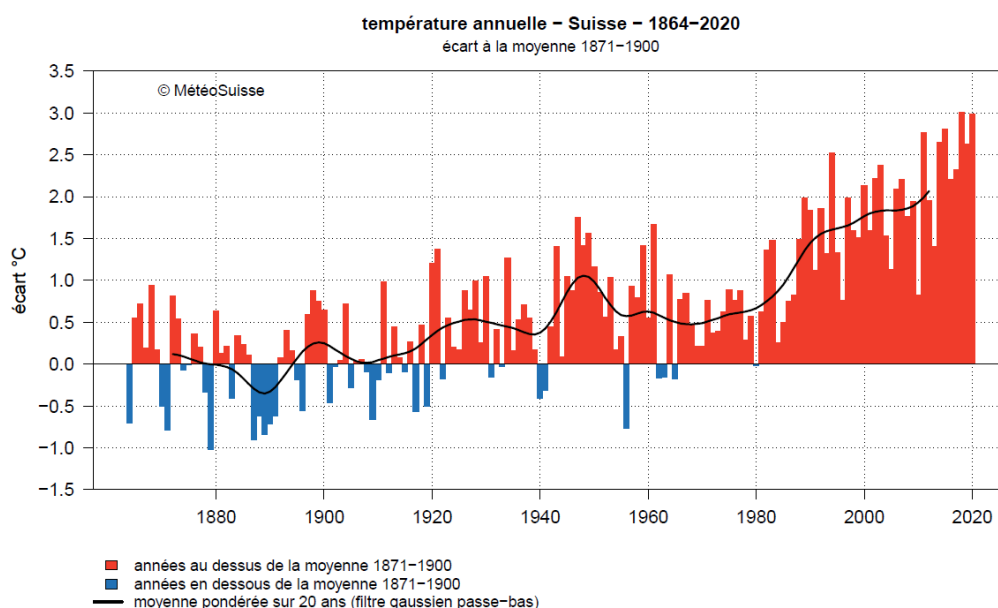


Figure 2 : Écarts de la température annuelle moyenne en Suisse par rapport à la moyenne de la période de 1871 à 1900. Source : CH2018 (2018)

⁶ Nationales Klimabeobachtungssystem (GCOS Schweiz): <http://www.gcos.ch/inventory>

⁷ MétéoSuisse (2019)

⁸ Au niveau international, la période allant de 1850 à 1900 (début de la période industrielle) est utilisée comme référence et comparée à une période standard (de 1981 à 2010). Dans cette perspective, la hausse de la température mondiale correspond à 0,6 °C, alors qu'elle est de 1,5 °C en Suisse.

⁹ Cf. <https://www.meteosuisse.admin.ch/home/climat/changement-climatique-suisse.html> pour une vue d'ensemble de l'impact des changements climatiques en Suisse

¹⁰ Ragettli/Röösli (2020).

Les effets des changements climatiques seront encore plus prononcés à l'avenir. Dans les scénarios climatiques pour la Suisse (CH2018) publiés en 2018, MétéoSuisse et l'EPF de Zurich ont montré l'évolution possible du climat en Suisse d'ici au milieu de ce siècle et au-delà¹¹. Selon ces scénarios, sans mesures de protection efficaces du climat prises au plan mondial, les étés seront plus secs et les fortes précipitations plus intenses, les températures moyennes et maximales augmenteront, et les chutes de neige et la couverture neigeuse continueront de diminuer. Une réduction de l'ensemble des émissions de GES au niveau mondial conforme aux objectifs de l'Accord de Paris permettrait d'atténuer sensiblement les changements climatiques et, par conséquent, de réduire également leur impact en Suisse. L'évolution déjà en cours se poursuivrait néanmoins mais l'ampleur des changements serait globalement nettement moins marquée. Partant du niveau actuel, une protection du climat cohérente au plan mondial permettrait d'éviter la moitié des changements climatiques probables d'ici le milieu du siècle, voire les deux tiers de ceux-ci d'ici la fin du siècle. Le Tableau 1 présente les principales conséquences jusqu'au milieu du siècle selon les scénarios climatiques CH2018.

	Sans mesures efficaces de protection du climat au plan mondial (scénario RCP 8.5)	Avec des mesures efficaces de protection du climat au plan mondial (scénario RCP 2.6)
Température annuelle moyenne	+2,0 à 3,3 °C	+0,7 à +1,9 °C
Température estivale	+2,3 à +4,4 °C	+0,9 à +2,5 °C
Température hivernale	+1,8 à +3,3 °C	+0,6 à 1,9 °C
Modification des précipitations estivales	-25 % à +9 %	-16 % à +7 %
Modification des précipitations hivernales	-3 % à +21 %	-1 % à +16 %
Température maximale en été	+2 à +5,7 °C	+1 à +3,2 °C

Tableau 1 – Vue d'ensemble des effets liés au climat jusqu'au milieu du siècle (période de 2045 à 2074) par rapport aux conditions actuelles (période de 1981 à 2010) avec et sans mesures de protection du climat efficaces. Source : CH2018 (2018)

Les chiffres montrent clairement qu'il est dans l'intérêt de la Suisse de se doter d'une protection du climat au plan mondial efficace et conforme aux objectifs de l'Accord de Paris. Les températures continueraient certes d'augmenter, mais bien moins qu'en cas de hausse continue des émissions. Les différences s'accroîtront davantage à plus long terme, vers la fin du siècle. Ainsi, en l'absence de mesures de protection du climat au plan mondial, la température moyenne pourrait s'accroître en été de 4,1 à 7,2 °C en Suisse alors que des mesures efficaces ralentiraient la hausse et la limiteraient à 0,7 à 2,4 °C par rapport à la période de référence.

3.2 Évolution des émissions en Suisse

Selon l'inventaire des émissions de GES (ci-après : inventaire), les émissions totales de GES de la Suisse se sont élevées à 46,4 millions de tonnes d'équivalents CO₂ (éq.-CO₂) en 2018¹², ce qui représente un recul d'environ 14 % par rapport à 1990 (année de référence). Depuis 2005 environ, une tendance à la baisse des émissions se dessine malgré une croissance démographique continue (cf. Figure 3). Au cours des années précédentes, les émissions sont restées relativement stables mis à part quelques fluctuations annuelles. La ligne orange indique l'évolution des émissions de GES par habitant, qui ont considérablement diminué depuis 1990 et se situaient à 5,4 tonnes d'éq.-CO₂ en 2018. Si cette tendance va dans la bonne direction, la Suisse ne remplira toutefois pas son objectif de réduire la totalité de ses émissions de 20 % d'ici 2020 par rapport à 1990. Des mesures supplémentaires doivent être prises afin que la Suisse puisse atteindre son objectif au-delà de 2020.

¹¹ CH2018 (2018)

¹² Inventaire de la Suisse : <https://www.bafu.admin.ch/inventaire-des-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre>, sans le transport aérien et maritime international

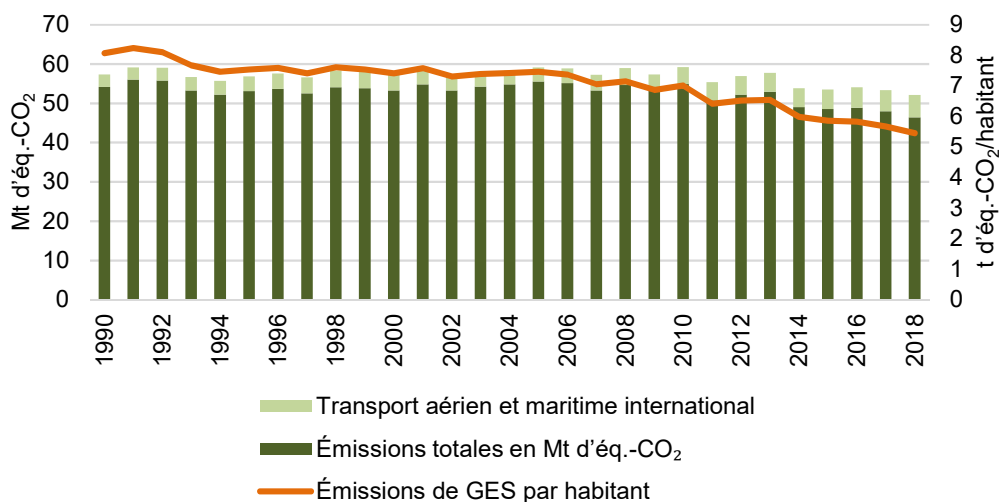


Figure 3 : Émissions totales de GES de la Suisse (axe de gauche) et par habitant (sans le transport aérien et maritime international, axe de droite). Source : inventaire de la Suisse (OFEV 2020)

Si l'on considère également le transport aérien et maritime international, qui n'est pas pris en compte dans les limites actuelles du bilan international et national, les émissions se situaient à 52,1 millions de tonnes d'éq.-CO₂ en 2018, soit environ 9 % de moins qu'en 1990. Ce pourcentage plus faible est imputable à l'augmentation des émissions du transport aérien international.

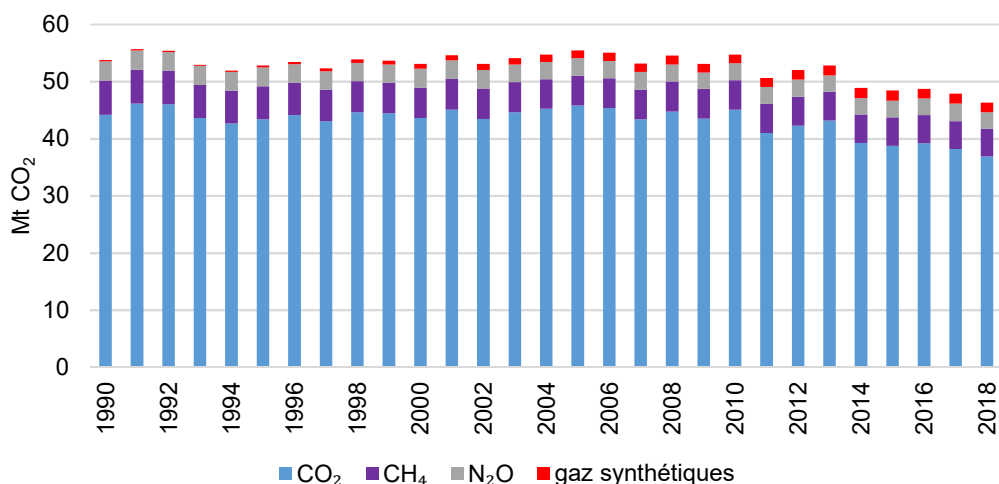


Figure 4 : Émissions de GES de la Suisse par gaz (sans le transport aérien et maritime international). Source : inventaire de la Suisse (OFEV 2020)

La répartition par gaz (figure 4) montre le rôle dominant des émissions de CO₂, qui représentent aujourd'hui environ 80 % de l'ensemble des émissions. Le recul des émissions totales depuis 1990 est dès lors aussi principalement dû à une diminution des émissions de CO₂. Le méthane (CH₄) et le dioxyde d'azote (N₂O), tous les deux majoritairement générés par l'agriculture, correspondent à environ 16 % des émissions totales de GES ; les 4 % restants proviennent des GES synthétiques, parmi lesquels les hydrofluorocarbures (HFC), utilisés notamment comme agents réfrigérants, prédominent.

La répartition par secteur (Figure 5) met clairement en évidence le fait que les émissions ont principalement diminué dans le secteur du bâtiment. Les fluctuations annuelles sont dues aux variations météorologiques et reflètent la dépendance élevée aux systèmes de chauffage à combustibles fossiles. Les émissions de l'industrie, et dans une moindre mesure, celles de l'agriculture, ont également diminué, tandis que celles du secteur des déchets sont restées pratiquement stables¹³. Depuis quelques années, la plus grande part des émissions est imputable au secteur des transports. Bien que les émissions suivent une légère tendance à la baisse depuis une dizaine d'années, elles se situent toujours à

¹³ Dans cette classification, le secteur des déchets comprend principalement les émissions des décharges, des installations de méthanisation et des stations d'épuration des eaux usées., l'incinération des déchets appartenant quant à elle au secteur de l'industrie.

leur niveau de 1990. Celles du transport aérien international affichent une nette tendance à la hausse jusqu'en 2019 ; elles contribueraient aujourd'hui à environ 10 % des émissions totales de la Suisse si elles étaient prises en compte dans le bilan¹⁴. En raison de la pandémie de COVID-19, l'évolution à court terme est encore incertaine.

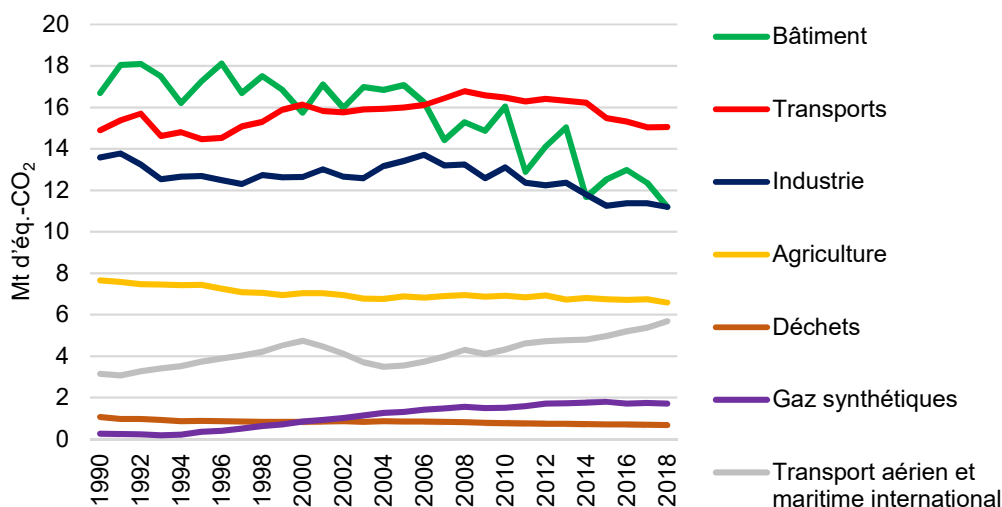


Figure 5 : Émissions de GES de la Suisse par secteur défini conformément à l'ordonnance sur le CO₂ et complétées par les chiffres relatifs au transport aérien et maritime international Source : inventaire de la Suisse (OFEV 2020)

Dans les figures 3 à 5, les émissions générées en Suisse sont représentées conformément aux directives internationales (principe de territorialité ou principe du marché intérieur). Les denrées alimentaires et autres biens importés en Suisse ainsi que les émissions correspondantes générées à l'étranger ne sont pas comptabilisés. La perspective de la consommation (empreinte environnementale) prend quant à elle en compte l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement et fait une distinction entre les émissions intérieures et celles produites à l'étranger. La Figure 6 montre que, lorsque la part générée à l'étranger est prise en compte, les émissions de GES représentent plus du double de celles obtenues en appliquant le principe de territorialité. La part produite à l'étranger a clairement augmenté au fil des ans, compensant presque entièrement la réduction des émissions obtenue en Suisse¹⁵.

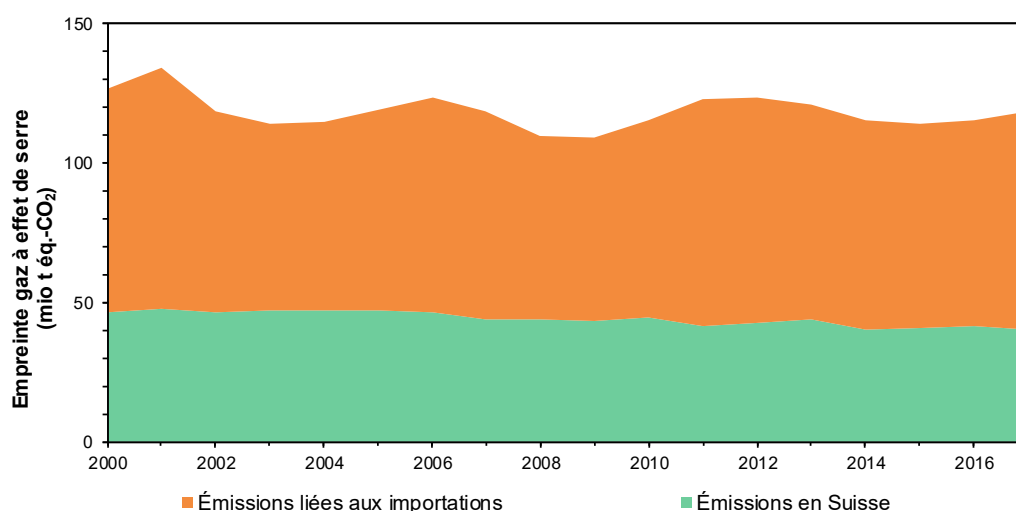


Figure 6 : Évolution de l'empreinte GES basée sur la demande finale suisse pour la période de 2000 à 2017, répartie entre les émissions intérieures et celles liées aux importations (les émissions découlant des biens et des services exportés ne sont pas prises en compte). Source : Comptes des émissions dans l'air, OFS (2020)

¹⁴ Les émissions du transport maritime international ne représentent que quelque 20 000 tonnes d'éq.-CO₂ et sont donc peu significatives.

¹⁵ Comptes des émissions dans l'air, OFS (2020)

La Figure 6 illustre l'importance des émissions que la Suisse génère à l'étranger. Une politique climatique globale devrait en tenir compte. Les mesures prises au niveau national afin de préserver les ressources indigènes, par exemple par le biais de modes de consommation durables, de processus de production économes en ressources, de chaînes d'approvisionnement durables et d'approches d'économie circulaire, peuvent également contribuer de manière significative à la réduction de la pollution environnementale à l'étranger. Ces mesures permettent à la Suisse de réduire son empreinte écologique à l'étranger d'ici 2050, ce qui correspond à la volonté du Parlement¹⁶.

4 Objectif à long terme 2050

Conformément aux bases scientifiques et se fondant sur l'Accord de Paris sur le climat ainsi que sur le « niveau d'ambition le plus élevé possible »¹⁷ qu'il préconise, et compte tenu de ses exigences économiques et sociales spécifiques, la Suisse s'est fixé l'objectif à long terme suivant¹⁸.

La Suisse doit parvenir à un bilan de GES équilibré (zéro net) d'ici 2050.

L'objectif 2050 de la Suisse concernant les GES (objectif zéro net) ...

- ... implique un équilibre entre les sources d'émissions et les puits de carbone et comprend tous les GES réglementés au niveau international (et pas uniquement le CO₂) ;
- ... englobe tous les secteurs de l'inventaire : Énergie, Processus industriels et solvants, Agriculture, Utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie (LULUCF), Déchets et Autres) ;
- ... inclut les émissions générées à l'intérieur des frontières de la Suisse (principe de territorialité ou principe du marché intérieur) ;
- ... comprend en outre les émissions imputables à la Suisse liées au transport aérien international et le transport maritime international ;
- ... ne définit pas de parts pour les réductions d'émissions à réaliser en Suisse et à l'étranger ;
- ... constitue un objectif intermédiaire, des développements étant encore possibles après 2050.

4.1 Catégorisation et portée

L'objectif de zéro net implique qu'un équilibre doit être atteint au plus tard en 2050 entre les sources d'émissions de GES et les puits de carbone. L'objectif englobe tous les GES réglementés au niveau international. Outre le CO₂, il prend également en compte le méthane (CH₄) et le protoxyde d'azote (N₂O) ainsi que certains GES synthétiques. Cet aspect est particulièrement important étant donné qu'il est à l'heure actuelle assez difficile, voire impossible, d'éviter complètement les émissions de méthane et de protoxyde d'azote générées notamment dans l'agriculture.

L'objectif couvre tous les secteurs définis dans l'inventaire : Énergie (1), Processus industriels et utilisation des produits (2), Agriculture (3), Utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie (LULUCF) (4), Déchets (5) et Autres (6)¹⁹. Dans son contre-projet à l'initiative pour les glaciers » (cf. 6.3), le Conseil fédéral a en outre proposé que les émissions du transport aérien international et du transport maritime international²⁰ soient à l'avenir incluses dans l'objectif, dans la mesure où cela est scientifiquement et techniquement possible et que les données de l'inventaire le permettent. Ces émissions ne sont pas comprises dans l'objectif de réduction actuel de la Suisse.

Le « zéro net » a été fixé comme objectif car la Suisse ne sera pas en mesure de réduire ses émissions à zéro dans tous les domaines d'ici 2050. Au vu des technologies actuelles, la libération de GES lors de la production alimentaire agricole ainsi que lors de certains processus industriels, tels que la production de ciment ou la valorisation thermique des déchets, ne pourra pas être évitée. Tant que l'on ne

¹⁶ À cette fin, le Parlement a ajouté, dans la loi sur le CO₂, une disposition prévoyant que les réductions d'émissions réalisées à l'étranger non prises en compte dans l'objectif de réduction et qui contribuent à la réduction des émissions doivent correspondre autant que possible aux émissions dont la Suisse est responsable à l'étranger (art. 3, al. 3, de la loi sur le CO₂).

¹⁷ « Niveau d'ambition le plus élevé possible » selon l'Accord de Paris (article 4, paragraphe 3)

¹⁸ Communiqué de presse du Conseil fédéral du 28.8.2019, consultable sous <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/the-men/klima/mitteilungen.msg-id-76206.html>

¹⁹ Les chiffres entre parenthèses correspondent à la catégorie définie dans l'inventaire selon les directives de la CCNUCC.

²⁰ Selon l'inventaire, les émissions de GES du transport aérien international s'élevaient à 5,7 millions de tonnes d'éq.-CO₂ en 2018. Ces émissions sont déterminées sur la base de la quantité de carburant d'aviation vendue en Suisse pour des vols internationaux. Ce chiffre n'inclut pas l'impact climatique indirect du transport aérien, par exemple de par son influence sur la formation des nuages (cf. 8.48.4).

disposera d'aucune alternative ou qu'elles ne pourront pas être réduites d'une autre manière, ces émissions techniquement inévitables devront être compensées à l'aide de puits de carbone techniques et naturels ou par des mesures de réduction des émissions mises en œuvre à l'étranger.

En d'autres termes, un objectif de zéro net pour toutes les émissions de GES correspond à la neutralité en matière de gaz à effet de serre (neutralité GES). Conformément aux règles internationales de comptabilisation, cet objectif se réfère aux émissions intérieures de GES, c'est-à-dire que le principe de territorialité ou du marché intérieur²¹ s'applique. Les émissions générées à l'étranger par la Suisse ne sont pas incluses dans les limites du bilan des émissions considérées pour définir l'objectif de zéro net de la Suisse. Toutefois, les objectifs climatiques de l'Accord de Paris ne pourront être atteints que si ces émissions sont également réduites. Elles devraient, par conséquent, être couvertes par les objectifs de réduction des pays concernés.

Pour atteindre l'objectif de zéro net, les émissions intérieures de GES devront être réduites de manière rapide, globale et substantielle. Les bâtiments et la circulation routière ne devront plus, ou quasiment plus, générer d'émissions fossiles. Dans les secteurs de l'industrie et des déchets, les émissions de GES devront aussi être réduites dans la mesure où cela est techniquement possible. Les rejets de GES synthétiques, utilisés par exemple dans les systèmes de refroidissement, devront également être réduits au minimum. L'agriculture devra exploiter autant que possible son potentiel, notamment en matière de gestion des engrais de ferme et des sols ainsi que d'élevage, afin de limiter ses émissions de méthane et de protoxyde d'azote. Des potentiels supplémentaires résident dans le développement de produits alimentaires à moindre intensité de GES, domaine dans lequel les entreprises suisses jouent un rôle de premier plan. Les potentiels de réduction des émissions existant dans le secteur du transport aérien international devront également être exploités.

L'objectif de zéro net implique le recours à des technologies CCS ou, dans certains cas, de captage et d'utilisation du CO₂ (CUC), notamment pour de grandes sources ponctuelles spécifiques à un site, telles que les usines d'incinération des ordures ménagères (UIOM) et les cimenteries. Il nécessite également l'emploi de technologies d'émission négative pour compenser les émissions résiduelles, techniquement difficiles à éviter (cf. 8.9).

Selon les données scientifiques disponibles, la réduction des émissions mondiales de CO₂ à zéro net d'ici au milieu du siècle et la réduction concomitante des autres GES sont les seuls moyens de contenir l'élévation de la température planétaire en dessous de 1,5 °C. L'objectif de zéro net de la Suisse est conforme aux exigences de l'Accord de Paris, selon lesquelles les pays développés doivent réduire leurs émissions à zéro plus rapidement que les pays en développement. Notre pays dispose des capacités nécessaires et de conditions favorables en comparaison internationale pour poursuivre de manière cohérente la transition vers le zéro net. La loi sur le CO₂ totalement révisée est un prérequis impératif pour atteindre cet objectif.

La Suisse estime qu'une politique climatique coordonnée au niveau international et répondant aux objectifs de l'Accord de Paris est indispensable. Étant déjà fortement touchée par les effets des changements climatiques, elle a tout intérêt à ce que la communauté internationale joue le jeu et, en particulier, à ce que les grands émetteurs fixent aussi des objectifs de réduction ambitieux et les mettent en œuvre. C'est, en effet, la seule façon de garantir que les technologies nécessaires soient développées, produites et appliquées à l'échelle requise. La Suisse dépend de ce progrès technologique mondial et de son application pour atteindre ses objectifs. Par ailleurs, elle ne peut plaider de manière crédible en faveur de conditions-cadres solides et d'une réduction des émissions au niveau international que si elle met elle-même en œuvre les mesures nécessaires. Les mesures prises au niveau national et les efforts déployés au plan international doivent donc aller de pair.

4.2 Parts des réductions à réaliser en Suisse et à l'étranger

La présente stratégie ne détermine pas les parts des réductions d'émissions devant être réalisées en Suisse et à l'étranger d'ici 2050. Pour 2030, le Parlement a fixé un rapport situé entre trois quarts au minimum et un quart au maximum dans la loi sur le CO₂ totalement révisée (cf. 6.1). Le principe du « niveau d'ambition le plus élevé possible » auquel l'Accord de Paris sur le climat enjoint les Parties

²¹ Le principe du marché intérieur (ou principe de la quantité vendue) s'applique aux carburants. Les émissions sont imputées au pays dans lequel les véhicules font le plein.

signifie que les émissions intérieures de GES doivent être réduites autant que possible. La prise en compte de mesures mises en œuvre à l'étranger permet, pendant une période de transition, d'accroître la flexibilité et de gagner du temps afin de pouvoir utiliser les cycles d'investissement réguliers pour le renouvellement des infrastructures. Si les mesures de réduction prises à l'étranger restent en principe possibles à plus long terme, leur potentiel devrait toutefois diminuer : en vertu de l'Accord de Paris, tous les pays devront réduire continuellement leurs émissions de GES en vue d'atteindre le zéro net. Ils devraient donc être moins enclins à céder à d'autres pays des possibilités de réduction imputables obtenues à bas coût alors que les investissements nécessaires à une réduction des émissions résiduelles augmenteront. Les prix des réductions obtenues à l'étranger devraient connaître une hausse importante à long terme. À court et moyen termes, les réductions d'émissions réalisées à l'étranger peuvent néanmoins constituer un soutien pour les pays partenaires et notamment aussi favoriser le transfert de connaissances et de technologies. Les efforts de réduction déployés à l'étranger doivent dans tous les cas être soumis aux mêmes exigences qualitatives et respecter les mêmes standards environnementaux et sociaux que ceux déployés en Suisse.

Les changements climatiques sont un phénomène mondial qui ne s'arrête pas aux frontières nationales. Si l'on considère la responsabilité de la Suisse en la matière dans une perspective transfrontalière, il ressort qu'environ deux tiers de l'empreinte GES de la Suisse sont générés à l'étranger (cf. 3.2)²². En tant que pays technologiquement avancé et innovant, la Suisse peut contribuer à la mise en place et à la diffusion de technologies et de procédés à faible émission, en particulier dans les pays en développement. Aussi, dans cette optique, un engagement à l'étranger reste important. La Suisse plaide en faveur de règles internationales contraignantes et efficaces pour l'imputation des réductions obtenues à l'étranger (article 6 de l'Accord de Paris) et envisage déjà une coopération bilatérale avec différents pays. À cette fin, le Conseil fédéral a signé, le 14 octobre 2020, un accord avec le Pérou²³, le premier de ce type dans le monde, ainsi qu'un accord avec le Ghana le 18 novembre 2020²⁴.

Les technologies d'émission négative peuvent en principe être utilisées tant en Suisse qu'à l'étranger. Une participation à des projets de ce type à l'étranger peut se révéler judicieuse à condition que les mêmes exigences soient appliquées en termes d'acceptation sociale et de compatibilité environnementale qu'en Suisse. Les conditions-cadres relatives à l'imputation des émissions devront être réglementées au plan international. Toutefois, eu égard aux incertitudes concernant les potentiels, les coûts et les risques liés à ces technologies, il est impératif que, pour atteindre l'objectif de zéro net, une réduction substantielle des émissions soit réalisée en Suisse.

5 Principes de la stratégie climatique à long terme

La présente stratégie définit la manière dont l'objectif de zéro net peut être atteint d'ici 2050. S'appuyant sur les avancées obtenues dans le cadre de la révision totale de la loi sur le CO₂, elle présente l'évolution des émissions, les objectifs et les défis découlant de ces derniers au-delà de 2030 pour les différents secteurs. Ces éléments servent de base à la définition des conditions-cadres juridiques futures.

La présente stratégie se heurte à une difficulté fondamentale : alors que l'objectif mondial est clairement défini du point de vue scientifique et fixé de manière contraignante dans l'Accord de Paris, des incertitudes considérables demeurent quant à sa mise en œuvre. Ainsi, il est difficile de prévoir l'évolution des technologies. Les effets à plus long terme des différents instruments sur l'économie et la société ne peuvent être prévus que de manière approximative. Le socle de connaissances devra donc être amélioré dans les années à venir dans tous ces domaines. Toutefois, malgré ces incertitudes, les jalons vers un avenir à faible émission de GES doivent être posés dès à présent.

En même temps, il faut préserver la plus grande marge de manœuvre possible pour la conception et l'action, en laissant de la place au développement de nouvelles façons de penser et d'agir dans les

²² Selon l'Office fédéral de la statistique, les deux tiers de l'empreinte GES totale de la Suisse sont générés à l'étranger ; cf. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiken/raum-umwelt/umweltgesamtrechnung/luftemissionen.html>. L'OFEV utilise une méthode légèrement différente pour effectuer son estimation mais arrive à un rapport similaire entre les émissions générées en Suisse et à l'étranger.

²³ Communiqué de presse du Conseil fédéral du 20.10.2020, consultable sous <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/climat/communiqués.msg-id-80791.html>.

²⁴ Communiqué de presse du Conseil fédéral du 23.11.2020, consultable sous <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/klima/mitteilungen.msg-id-81266.html>

domaines sociétal, économique et technologique. Les possibilités, les structures et les besoins pourraient, en effet, changer au cours des 30 prochaines années, notamment en raison des nouvelles formes de travail, d'habitation et de mobilité.

La présente stratégie marque le début de ce processus. Elle décrit la vision du Conseil fédéral concernant l'orientation à long terme de la politique climatique de la Suisse et énonce, dans un premier temps, dix principes stratégiques transversaux déterminants, du point de vue actuel, pour atteindre l'objectif de zéro net. Ces principes visent à guider la politique climatique, mais aussi d'autres domaines politiques connexes, et constituent les premières étapes vers le zéro net, tout en conservant la plus grande liberté possible pour la conception et l'action.

Principe 1

La Suisse saisit les opportunités offertes par une transition cohérente vers le zéro net

Une orientation cohérente sur l'objectif de zéro net représente une grande opportunité pour la Suisse en tant que place d'innovation et de recherche. Cette opportunité doit être saisie. La Suisse peut ainsi se profiler en tant que leader dans le développement de technologies, de solutions et de processus nouveaux à faible émission, et renforcer ainsi sa compétitivité tant dans les secteurs de l'économie réelle que dans le secteur financier, ce qui profite non seulement à la protection du climat mais aussi à l'industrie d'exportation. L'objectif fixé, à savoir une réduction des émissions à zéro net d'ici 2050, envoie un signal clair sur l'orientation de ces capacités d'innovation. Elle encourage en outre les acteurs suisses de la recherche et de l'innovation à contribuer à la réalisation de cet objectif. Outre le développement de nouvelles technologies visant à limiter les émissions, la recherche peut soutenir la transition vers le zéro net, notamment grâce aux connaissances acquises dans le cadre de projets interdisciplinaires et transdisciplinaires.

Principe 2

La Suisse assume sa responsabilité en matière de politique climatique

La Suisse dépend de l'engagement d'autres pays pour définir sa politique climatique. Toutefois, elle ne peut exiger cet engagement de la part des autres États de manière crédible que si elle déploie elle-même les efforts nécessaires. Elle se fonde donc sur le principe des responsabilités communes mais différenciées et des capacités différentes (cf. 2.2) et poursuit de manière cohérente la voie vers l'objectif de zéro net d'ici 2050 qu'elle s'est fixé. Elle apporte ainsi sa contribution aux efforts mondiaux visant à limiter le réchauffement de la Planète. Elle poursuit également avec la même cohérence les deux autres objectifs de l'Accord de Paris, à savoir améliorer la capacité d'adaptation à un climat modifié et rendre les flux financiers compatibles avec le climat. La Suisse s'engage en outre à réduire les subventions directes et indirectes aux agents énergétiques fossiles.

Principe 3

La réduction des émissions intérieures est privilégiée

La Suisse souhaite réaliser, d'ici 2030, une partie de sa prestation de réduction à l'étranger. À plus long terme, cette part devrait diminuer de manière continue. Le Conseil fédéral n'a pas fixé de part à réaliser en Suisse et à l'étranger pour atteindre l'objectif de zéro net. Toutefois, pour pouvoir atteindre cet objectif, il est impératif de réduire les émissions intérieures. Les émissions évitables devront être éliminées aussi complètement que possible d'ici 2050, ce qui implique que les combustibles et les carburants fossiles ne seront utilisés que dans des cas exceptionnels clairement définis. Les émissions résiduelles seront compensées par des technologies d'émission négative. Ces dernières permettent d'arriver à une réduction complète des émissions. Cependant, leur potentiel étant limité, les technologies d'émission négative devraient être réservées aux émissions techniquement difficiles à éviter. Parallèlement, la Suisse veillera à ne pas transférer d'émissions à l'étranger (fuites de carbone). Dans la mesure où cela est compatible avec les obligations internationales de la Suisse en matière de commerce, aucune électricité produite à partir d'agents énergétiques fossiles ne devra être utilisée dans des applications à base d'électricité.

Principe 4

Les émissions sont réduites tout au long des chaînes de valeur ajoutée

Les biens et les services importés en Suisse génèrent des émissions de GES ailleurs dans le monde. Les conditions-cadres devront donc être définies de manière à ce que, tout au long des chaînes de

valeur ajoutée, la production et la demande des biens et des services aient un impact environnemental global aussi faible que possible et génèrent aussi peu d'émissions de GES que possible.

Dans le cadre de leurs compétences et de leurs possibilités, la Confédération, les cantons et les communes veillent à la préservation des ressources naturelles et renforcent les approches d'économie circulaire, contribuant ainsi également à réduire la pollution environnementale à l'étranger. Si les matériaux sont utilisés sur une plus longue durée, employés dans des quantités moindres, réutilisés ou remplacés par des matériaux de substitution générant peu d'émissions, les émissions continueront de baisser tout au long des chaînes de valeur ajoutée.

Principe 5

Tous les agents énergétiques sont utilisés de manière parcimonieuse et en tenant compte des possibilités d'application optimales

Un autre élément clé pour atteindre l'objectif visé, outre la suppression aussi complète que possible des combustibles et carburants fossiles et le développement rapide des énergies renouvelables, est une utilisation parcimonieuse de tous les agents énergétiques. Cette démarche implique que tout le potentiel disponible pour améliorer l'efficacité énergétique et diminuer la consommation énergétique soit exploité dans tous les secteurs. Par ailleurs, l'utilisation des agents énergétiques disponibles devra être aussi ciblée que possible. Ces agents devront donc être utilisés de manière transversale là où ils s'y prêtent le mieux. Les agents énergétiques disponibles en quantités limitées ou qui ne peuvent être produits qu'à un coût élevé (p. ex. les agents énergétiques synthétiques) ne devraient être utilisés que lorsqu'il est difficile de trouver des alternatives ou qu'il n'existe aucune autre solution.

Principe 6

Dans tous les domaines liés au climat, la Confédération et les cantons axent leurs activités de planification sur l'objectif de zéro net

Une condition essentielle pour atteindre les objectifs climatiques à long terme est d'éviter les mauvais investissements : les bâtiments et les infrastructures ont une longue durée de vie et seront utilisés pendant de très nombreuses années. S'ils sont construits et entretenus avec des matériaux de construction à forte intensité d'émission et exploités en ayant recours à des agents énergétiques fossiles, ou s'ils favorisent l'utilisation de ces derniers, ils généreront des émissions sur une longue période. La planification de la Confédération et des cantons doit donc être prudente et axée sur les objectifs climatiques, en particulier la planification territoriale et des transports, le développement du milieu bâti ainsi que la planification énergétique. De plus, la compatibilité des nouvelles prescriptions légales et des projets d'investissement avec l'objectif de zéro net devra être examinée et la protection du climat devra être intégrée dans tous les domaines politiques et stratégies pertinents.

Principe 7

La transition vers le zéro net s'effectue de manière socialement acceptable

La Confédération veille, avec l'appui des partenaires sociaux, des cantons et des communes, à ce que la transition vers l'objectif de zéro net soit socialement acceptable. Les charges financières supplémentaires pour les ménages à faible revenu ou certaines régions seront évitées ou compensées par des mécanismes appropriés. Les infrastructures seront planifiées de manière à faciliter cette transition pour la population.

Principe 8

La transition vers le zéro net s'effectue de manière économiquement supportable

La Confédération veille à ce que la transition vers l'objectif de zéro net s'effectue de manière économiquement supportable et le plus efficacement possible en termes de coûts, tout en respectant le plus possible le principe du pollueur-payeur et en contribuant à l'internalisation des coûts externes. Elle fixe des conditions-cadres claires qui permettent d'utiliser les cycles d'investissement et de renouvellement de manière cohérente, d'éviter les mauvais investissements et de remplacer autant que possible les agents énergétiques fossiles. Elle veille également à ce que les entreprises et les secteurs actifs sur le marché international ne soient pas désavantagés par rapport à leurs concurrents.

Principe 9

La transition vers le zéro net s'accompagne d'une amélioration de la qualité de l'environnement

Des défis majeurs doivent être relevés dans d'autres domaines environnementaux que le climat. La réalisation de l'objectif de zéro net devrait donc aller de pair avec une meilleure préservation des autres ressources environnementales. De nombreuses synergies existent, notamment dans les domaines de la qualité de l'air et de la biodiversité. Dans le même temps, des pesées des intérêts devront être faites. En effet, la protection du climat ne doit pas se faire au détriment des autres domaines environnementaux ; elle doit être réalisée en accord avec ces derniers et soutenir des mesures permettant d'obtenir des améliorations.

Principe 10

La stratégie climatique à long terme est basée sur le principe de l'ouverture à la technologie

Aujourd'hui, l'évolution technologique, économique et sociale à long terme est difficile à prédire, étant entachée d'une grande incertitude. Le champ de conception et d'action des politiques doit donc rester aussi ouvert que possible. La présente stratégie suit une approche ouverte à la technologie et fondée sur une large connaissance de cette dernière. Outre la numérisation, la science des matériaux et l'ingénierie, les nouvelles méthodes de culture dans le domaine de l'agriculture, les nouveautés opérationnelles et organisationnelles ou les innovations sociales et culturelles peuvent néanmoins jouer un rôle tout aussi important. S'agissant des technologies d'émission négative, la stratégie tient compte du fait que les possibilités de stockage du CO₂ sont limitées et que les procédés appropriés ne sont pas encore disponibles à l'échelle nécessaire. Ces technologies ne devraient donc être utilisées qu'à condition qu'au plus tard en 2050, plus aucun GES issu d'agents énergétiques fossiles susceptible d'être évité par des mesures techniques ne soit émis.

6 Législation suisse sur le climat

La loi sur le CO₂ et l'ordonnance sur le CO₂ y afférente constituent les bases juridiques de la politique climatique de la Suisse. Elles définissent les objectifs, les instruments ainsi que les compétences en ce qui concerne la mise en œuvre et l'exécution. Par ailleurs, la loi sur le CO₂ transpose dans le droit national les engagements internationaux en matière de politique climatique (Protocole de Kyoto et Accord de Paris). Par ailleurs, des mesures prises dans d'autres politiques sectorielles et législations (environnement, énergie, agriculture, économie forestière et industrie du bois) contribuent également à la réduction des émissions, de même que les mesures volontaires.

6.1 Révision totale de la loi sur le CO₂

À l'automne 2020, une révision totale de l'actuelle loi sur le CO₂ a été adoptée. Sous réserve du référendum, cette révision doit entrer en vigueur en 2022, en même temps que les dispositions d'exécution y afférentes. La loi contribue aux objectifs de l'Accord de Paris : elle vise notamment à contenir la hausse de la température mondiale nettement en dessous de 2 °C, voire à 1,5 °C, à accroître la capacité d'adaptation et à rendre les flux financiers compatibles avec le climat. L'article relatif au but énonce par ailleurs explicitement l'objectif d'un bilan climatique équilibré²⁵.

La révision de la loi vise à ce que les émissions de GES de la Suisse soient réduites d'ici 2030 de moitié au moins par rapport à 1990, les trois quarts au moins de la réduction devant être obtenus en Suisse, et un quart tout au plus à l'étranger. La loi prévoit en outre que des réductions d'émission supplémentaires non comptabilisées dans l'objectif de réduction devront être réalisées à l'étranger dans une mesure permettant de contrebalancer la quantité d'émissions générées par des biens et des services importés ailleurs dans le monde. La Suisse fait donc des efforts supplémentaires pour limiter le réchauffement de la Planète à 1,5 °C.

La révision de la loi s'appuie sur une combinaison de mesures éprouvées dans les secteurs du bâtiment, des transports et de l'industrie et, dorénavant aussi pour le domaine de l'aviation. Diverses mesures s'inscrivent déjà dans une perspective à plus long terme. Elles permettront donc non seulement à la Suisse de réduire de moitié ses émissions d'ici 2030, mais auront également un impact à plus long

²⁵ Loi fédérale du 25 septembre 2020 sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre (loi sur le CO₂), FF 2020 7607

terme dans la perspective de l'objectif zéro net de 2050. La révision totale de la loi sur le CO₂ prévoit les mesures présentées ci-après.

- Un fonds pour le climat sera constitué. Parmi les mesures financées par ce fonds figurent notamment celles qui visent à réduire les émissions de CO₂ des bâtiments, l'encouragement des technologies et d'autres mesures de réduction des émissions de GES. Ces dernières comprennent l'encouragement de mesures innovantes et directes de réduction des effets climatiques du transport aérien, et de la promotion du transport transfrontalier de passagers qui soit respectueux du climat (p. ex. les trains de nuit) ainsi que de mesures cantonales et municipales. L'actuel fonds de technologie, qui permet de cautionner des prêts aux entreprises novatrices, sera transféré dans le fonds pour le climat. Cette garantie permet aux banques de mettre à disposition davantage de capitaux de tiers pour la diffusion et la commercialisation de nouvelles technologies. Cependant, le fonds pour le climat peut également soutenir les phases antérieures du processus d'innovation et promouvoir, par exemple, des projets pilotes et de démonstration ainsi que des projets phares. Le développement de technologies respectueuses du climat est l'élément clé de la transition vers le zéro net. Le fonds pour le climat sera alimenté par un tiers des recettes de la taxe sur le CO₂ prélevée sur les combustibles fossiles (au maximum 450 millions de francs) ainsi que par un peu moins de la moitié du produit des taxes sur l'aviation. Il financera également des mesures visant à prévenir les dommages causés par les changements climatiques. La moitié du produit des prestations de remplacement versées par les importateurs de véhicules qui dépasseront la valeur cible spécifique fixée pour leurs émissions de CO₂, d'autres produits de prestations de remplacement ainsi que le produit de la vente aux enchères des droits d'émission seront disponibles à cette fin.
- Conçue comme une taxe d'incitation, la taxe sur le CO₂ prélevée sur les combustibles fossiles incite à une utilisation parcimonieuse des combustibles fossiles et au passage à des agents énergétiques à faible émission ou exempts de CO₂. Le fait que les deux tiers du produit de celle-ci sont redistribués à la population et aux entreprises continue de la rendre socialement acceptable. Une étude sur l'effet de la taxe sur le CO₂ réalisée sur mandat de l'OFEV montre qu'elle a permis de réduire sensiblement les émissions depuis son introduction²⁶. Elle devra donc être maintenue selon le mécanisme actuel. Le montant de la taxe, qui s'élève actuellement à 96 francs par tonne de CO₂, pourra augmenter jusqu'à 210 francs par tonne de CO₂ tout au plus d'ici 2030 en fonction de l'évolution des émissions issues des combustibles. Il n'a pas été nécessaire de la relever jusqu'au montant maximum de 120 francs par tonne de CO₂ prévu par la législation en vigueur. Si les émissions baissent suffisamment, le taux maximal ne sera pas appliqué à l'avenir non plus. La taxe sur le CO₂ contribue à la décarbonation de l'approvisionnement en chaleur en rendant le remplacement des systèmes de chauffage fossiles par des alternatives exemptes d'émissions plus attrayantes. Ce remplacement progressif et, à long terme, aussi complet que possible est une condition essentielle pour atteindre l'objectif de zéro net.
- Le Programme Bâtiments sera poursuivi sans limite dans le temps et sera désormais financé à partir du fonds pour le climat. Il soutient, par le biais de contributions globales accordées aux cantons, les rénovations énergétiques, le recours aux énergies renouvelables, les installations techniques des bâtiments et les nouvelles constructions de remplacement. Le Programme Bâtiments profite par exemple aux propriétaires fonciers qui souhaitent mieux isoler leur bâtiment. En complément à ce programme, la Confédération peut dorénavant soutenir directement le remplacement de chauffages fossiles ou assurer des investissements dans la modernisation des bâtiments pour rendre ceux-ci compatibles avec le climat. En vue de promouvoir la mobilité électrique, des contributions sont prévues pour la construction de bornes de recharge à proximité d'immeubles d'habitation et de bâtiments à plusieurs logements ainsi que de bâtiments multipartites. Afin d'accélérer le déploiement des réseaux de chauffage à distance, des investissements peuvent être réalisés dans la construction et le développement de réseaux thermiques et d'installations de production de chaleur. Le fonds pour le climat peut également verser une contribution destinée aux communes pour l'élaboration de planifications énergétiques et soutenir des installations de production de gaz renouvelable. Le Programme Bâtiments et les mesures supplémentaires contribuent ainsi, d'une part, à abaisser davantage la consommation d'énergie des bâtiments afin qu'elle se rapproche du minimum techniquement possible et économiquement supportable. D'autre part, ils soutiennent le recours

²⁶ Ecoplan (2017)

aux énergies renouvelables dans le domaine du chauffage et le développement des systèmes de chauffage de proximité et à distance reliés au réseau pour remplacer les solutions décentralisées inefficaces.

- Les mesures énergétiques dans le domaine du bâtiment relèvent avant tout de la compétence des cantons. En vertu de la loi sur le CO₂ totalement révisée, ces derniers devront veiller à ce que les émissions de CO₂ du parc immobilier soient réduites de moitié en moyenne en 2026 et en 2027 par rapport à 1990, en premier lieu par le biais de réglementations cantonales en matière de construction basées sur le modèle de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC). Le MoPEC et ses développements ultérieurs créent également des incitations afin que les bâtiments existants qui ne satisfont plus aux exigences futures soient remplacés par de nouveaux bâtiments répondant aux normes actuelles, offrant ainsi des possibilités de densification des constructions, de modernisation du parc immobilier et d'approvisionnement en énergie exempté de CO₂.
- La révision totale de la loi sur le CO₂ fixe désormais des valeurs limites contraignantes qui s'appliqueront aux bâtiments dans toute la Suisse à partir de 2023. Elle fait une distinction entre bâtiments existants et nouveaux bâtiments. À partir de 2023, les nouveaux bâtiments devront être construits de manière à ce qu'ils n'émettent plus de CO₂. En revanche, les bâtiments existants peuvent continuer de générer des émissions de CO₂. La loi tient ainsi compte du fait que cette transition est plus facile pour les nouveaux bâtiments. Elle prévoit toutefois des valeurs limite applicables en cas d'installation de nouveaux chauffages dans des bâtiments existants. Ainsi, à partir de 2023, les bâtiments existants dont le chauffage a été remplacé ne pourront pas générer plus de 20 kg d'émissions de CO₂ par mètre carré de surface de référence énergétique par an. Cette valeur limite sera réduite de 5 kg de CO₂ par mètre carré et par an tous les cinq ans, pour être ramenée à zéro en 2043. Les valeurs limites jettent donc les bases d'un parc immobilier neutre en CO₂ à long terme. Dans les cantons qui, au moment de l'entrée en vigueur de la loi révisée sur le CO₂, auront déjà mis en œuvre la partie F du module de base du MoPEC 2014 ou une réglementation plus stricte concernant la part des énergies renouvelables lors du remplacement des installations de chauffage, ces dispositions s'appliqueront à partir de 2026.
- La taxe sur le CO₂ prélevée sur les combustibles fossiles couvre également le secteur de l'industrie. La loi sur le CO₂ prend toutefois en considération la supportabilité économique. En effet, cette taxe est entièrement redistribuée à une grande partie de l'industrie ; en contrepartie, cette dernière est soumise à d'autres instruments :
 - Les entreprises actives dans des secteurs économiques dont la compétitivité serait affectée par la taxe sur le CO₂ peuvent demander à être exemptées de celle-ci. En contrepartie, elles s'engagent auprès de la Confédération à réduire leurs émissions. La loi totalement révisée sur le CO₂ offre cette possibilité à toutes les entreprises. Seules sont requises les mesures dont les coûts peuvent être compensés par les économies réalisées en l'espace de quatre ans, voire de huit ans pour les mesures dans le domaine du bâtiment. Les exploitants d'installations de couplage chaleur-force (CCF) peuvent également être exemptés de la taxe sur le CO₂ prélevée sur les combustibles fossiles qu'ils utilisent pour la production d'électricité à condition qu'ils s'engagent à investir dans des mesures d'efficacité énergétique. La taxe sur le CO₂ et les engagements de réduction contribuent ainsi à garantir que les émissions évitables, en particulier celles provenant de la production de chaleur industrielle, diminuent au fur et à mesure des progrès techniques et de la disponibilité d'agents énergétiques renouvelables. Ces deux instruments créent ainsi les conditions initiales d'une décarbonation progressive du secteur de l'industrie.
 - Les grands émetteurs, notamment les industries du ciment, du verre, de la céramique, du papier ainsi que l'industrie chimique, participent au système d'échange de quotas d'émission (SEQE) et sont également exemptés de la taxe sur le CO₂. Le SEQE est un marché dans lequel des droits d'émission sont échangés. Un tel droit autorise l'émission d'une tonne de CO₂. La quantité totale de droits d'émission est limitée. Les participants au SEQE se voient attribuer gratuitement une certaine quantité de droits d'émission. Ces droits peuvent être achetés ou vendus dans le cadre du SEQE, ce qui incite les grands émetteurs à prendre des mesures afin de réduire leurs émissions de GES. En Suisse, plus de 50 instal-

lations y sont intégrées au total. Le SEQE de la Suisse est couplé à celui de l'Union européenne (UE) depuis 2020, permettant ainsi aux entreprises suisses d'accéder au marché européen des droits d'émission. De plus, comme dans l'UE, les vols au sein de l'Europe sont couverts par le SEQE. Les droits d'émission disponibles sont réduits de 2,2 % par an. Par son principe même, cet instrument est donc conçu pour atteindre à long terme l'objectif de zéro net. Le recours aux technologies CCS et NET, peut être pris en compte dans le SEQE en tant que mesure de réduction des émissions.

- Si de nouvelles centrales thermiques à combustibles fossiles devaient être construites en Suisse, elles seraient soumises au SEQE. Toutefois, en accord avec la réglementation de l'UE, elles ne se verraient pas attribuer gratuitement des droits d'émission mais devraient les acheter aux enchères ou sur le marché secondaire. À la différence de l'UE, le prix minimum dont elles devraient s'acquitter pour le CO₂ devrait correspondre aux coûts externes.
- Les UIOM sont actuellement exclues du SEQE. En contrepartie, elles ont conclu un accord sectoriel encore valable jusqu'à fin 2021, dans lequel elles s'engagent à réduire indirectement leurs émissions en augmentant leur production d'électricité et de chaleur et en récupérant davantage de métaux dans les scories. Si nouvel accord sectoriel devait être négocié pour la période suivante à partir de 2022, les UIOM continueraient d'être exclues du SEQE. Dans la perspective d'une exploitation neutre sur le plan climatique, le secteur concentre déjà ses efforts sur les technologies CCS et NET et poursuit la mise en œuvre des premiers projets concrets.
- Lorsque des installations qui génèrent de grandes quantités d'émissions de GES sont construites ou agrandies, l'exploitant veille désormais à une exploitation qui soit le plus respectueuse du climat possible. Toutes les mesures techniquement et opérationnellement possibles pour réduire les émissions doivent être prises en considération dans le cadre de l'étude de l'impact sur l'environnement. Cela constitue un frein à la construction d'installations générant de grandes quantités d'émission et de nouvelles infrastructures ayant potentiellement une longue durée de vie et dont l'exploitation requiert des agents énergétiques fossiles.
- S'agissant des voitures de tourisme neuves, un objectif d'émission de 130 g de CO₂ en moyenne par kilomètre s'applique depuis 2013 par analogie à la réglementation en vigueur dans l'UE. Depuis 2020, une valeur cible de 95 g de CO₂ en moyenne par kilomètre sera appliquée. Les voitures de livraison et les tracteurs à sellette légers seront soumis pour la première fois aux prescriptions relatives aux émissions (valeur cible de 147 g de CO₂ en moyenne par km ; valeurs cibles conformes au nouveau cycle européen de conduite, NCEC). Avec la révision totale de la loi sur le CO₂, les valeurs cibles pour les voitures de tourisme et les véhicules utilitaires légers diminueront encore, en accord avec l'UE, de 15 % à partir de 2025, ainsi que de 37,5 % pour les voitures de tourisme et de 31 % pour les véhicules utilitaires légers à partir de 2030. Des prescriptions relatives aux émissions des véhicules utilitaires lourds s'appliqueront en outre à partir de 2025, ceci toujours en accord avec la réglementation de l'UE. Les importateurs de véhicules qui ne respecteront pas les valeurs cibles devront verser une prestation de remplacement. Les prescriptions d'émission incitent les importateurs à importer des véhicules plus efficaces et à augmenter la part de véhicules hybrides ou électriques. Les valeurs limites d'émission, dont l'évolution au-delà de 2030 est déjà définie, constituent un instrument important pour rendre le secteur des transports exempt de gaz à effet de serre. Pour respecter les prescriptions en matière de CO₂, la part des systèmes de propulsion à faible émission devra s'accroître. L'efficacité de ce mécanisme est néanmoins déjà visible : les nouvelles immatriculations de voitures électriques (à batterie et hybrides rechargeables) ont atteint un nouveau record en Suisse en 2019 avec une part de 5,6 %. Cette tendance se poursuit en 2020 : au cours des dix premiers mois de l'année, la part des véhicules électriques était déjà de 12,1 % ; l'objectif de 10 % que l'association de branche Auto-Suisse s'est fixé pour 2020 est donc déjà dépassé.
- Les producteurs et les importateurs de carburants fossiles sont tenus de compenser une partie des émissions de CO₂ issues des transports. En 2020, la part à compenser s'élevait à 10 %. Avec la législation actuelle, les importateurs de carburants peuvent répercuter le coût des mesures de compensation sur les consommateurs, la majoration ne devant toutefois pas dépasser 5 centimes par litre de carburant. Avec la révision totale de la loi sur le CO₂, la part de la compensation pourra être fixée dans une fourchette de 15 à 90 % après consultation de la branche. Les émissions de CO₂

issues des transports seront ainsi largement contrebalancées par des mesures de compensation. Il sera désormais également possible de prendre en compte des prestations de compensation réalisées à l'étranger, la réduction minimale obtenue en Suisse devant néanmoins être de 15 % dans un premier temps, puis de 20 % à partir de 2025. Ces exigences impliqueront des investissements accrus dans des mesures de protection du climat. Si les coûts liés à l'obligation de compenser sont répercutés sur les consommateurs, la loi sur le CO₂ totalement révisée prévoit de limiter la majoration à 10 centimes par litre jusqu'en 2024, puis, à partir de 2025, à 12 centimes par litre. L'obligation de compenser s'appliquera également à environ 4 % des carburants d'aviation achetés en Suisse et utilisés pour les vols nationaux et internationaux qui sont soumis à l'impôt sur les huiles minérales.

- Les biocarburants peuvent remplacer l'essence et le diesel, diminuant ainsi les émissions de CO₂ liées aux transports. Ils feront l'objet encore jusqu'à fin 2023 d'un allègement de l'impôt sur les huiles minérales, à condition de respecter certaines normes écologiques et sociales. Ensuite, leur utilisation sera soutenue par les importateurs de carburants soumis à l'obligation de compenser les émissions de CO₂. Grâce à cette obligation, la part des biocarburants a connu une forte hausse au cours des dernières années. La loi sur le CO₂ totalement révisée permet dorénavant aux importateurs de véhicules de prendre en compte les carburants synthétiques dans le calcul des émissions de CO₂ de leur flotte de véhicules neufs.
- S'agissant des transports publics, les fausses incitations à la conversion des bus diesel en bus émettant moins de GES seront éliminées par la suppression progressive du remboursement partiel de l'impôt sur les huiles minérales s'appliquant aux entreprises de transport concessionnaires : tout d'abord dès 2026 pour les transports locaux, puis, à partir de 2030, également pour les transports régionaux de passagers, pour autant que les conditions topographiques permettent la mise en place d'alternatives respectueuses du climat. Les recettes supplémentaires provenant de l'impôt sur les huiles minérales seront destinées à l'encouragement de technologies de propulsion renouvelables neutres en termes de CO₂.
- Dans le secteur du transport aérien, deux nouvelles taxes d'incitation sont prévues, dont la moitié au moins des recettes sera redistribuée à la population et à l'économie. En fonction de la conception de ces taxes, jusqu'à 90 % de la population profitera de cette redistribution²⁷. Une taxe sur les billets d'avion, dont le montant différencié en fonction de la distance parcourue et de la classe se situera dans une fourchette de 30 à 120 francs, sera introduite sur les vols réguliers et les vols charter. Une taxe de 500 à 3000 francs sera prélevée sur les vols d'affaires et privés. Les éléments déterminant le montant de la taxe seront la distance parcourue et la masse au décollage ainsi que la compétitivité des aéroports. Les compagnies aériennes qui obtiennent des réductions d'émissions substantielles pourront bénéficier d'un taux plus bas pour ces deux taxes, ce qui les incitera notamment à avoir davantage recours à des carburants renouvelables. Les mesures innovantes visant à réduire l'impact du transport aérien sur le climat pourront également être soutenues par le fonds pour le climat, auquel sera versé moins de la moitié du produit des taxes sur l'aviation.
- S'agissant des flux financiers, la loi sur le CO₂ totalement révisée veille à une plus grande transparence en ce qui concerne la surveillance. La Banque nationale suisse et l'Autorité fédérale de surveillance des marchés financiers devront régulièrement faire rapport sur les risques liés au climat.

Si elles sont mises en œuvre de manière cohérente, les mesures adoptées permettront de réduire les émissions de GES en Suisse de près de 38 % d'ici 2030 par rapport à 1990. Comme le montre la présente stratégie à long terme au chapitre 9, une réduction des émissions d'environ 88 % par rapport à 1990 peut être obtenue en Suisse d'ici 2050. La loi sur le CO₂ totalement révisée, qui doit entrer en vigueur en 2022, placera la Suisse sur cette trajectoire de réduction.

6.2 Mesures supplémentaires prises dans le cadre d'autres politiques sectorielles

Parallèlement à la loi sur le CO₂, d'autres actes législatifs et politiques sectorielles contribuent également à la réduction des émissions de GES.

S'agissant du secteur de l'agriculture, qui générerait 14,2 % des émissions de GES en Suisse en 2018, le Conseil fédéral a adopté, le 12 février 2020, son message relatif à l'évolution future de la politique

²⁷ Forschungsstelle Sotomo (2020)

agricole à partir de 2022²⁸ et posé ainsi les jalons en vue de réduire les émissions de méthane et de protoxyde d'azote. Des trajectoires de réduction concrètes et des objectifs intermédiaires seront en outre fixés dans les dispositions d'exécution de la révision totale de la loi sur le CO₂. Dans le message y afférent, le Conseil fédéral a proposé qu'en 2030, l'agriculture contribue à la réduction des émissions intérieures à hauteur de 20 à 25 % par rapport à 1990. Cet objectif découle de la Stratégie Climat pour l'agriculture, dans le cadre de laquelle l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG) a examiné, en 2011, le potentiel de réduction des émissions dans les secteurs de l'agriculture et de l'alimentation²⁹. Selon cette stratégie, les émissions de l'agriculture pourraient être réduites d'un tiers par rapport à 1990 d'ici 2050 et une réduction des émissions jusqu'aux deux tiers pourrait être obtenue si le potentiel des secteurs agricole et alimentaire est pleinement exploité.

Outre les mesures techniques et les incitations financières proposées par le Conseil fédéral dans son message relatif à la politique agricole 2022+, la production et la consommation de denrées alimentaires occupent une place de plus en plus prépondérante. Actuellement, le Conseil fédéral met l'accent sur l'information et la responsabilité personnelle ainsi que sur l'amélioration des conditions-cadres. La prévention du gaspillage alimentaire (*food waste*) est étroitement liée à cette question. Le Conseil fédéral élabore actuellement un plan d'action en réponse à un postulat³⁰.

La stratégie énergétique 2050, qui vise à restructurer l'approvisionnement énergétique, contribue de manière importante à la réalisation des objectifs de la politique climatique. Un développement notable des énergies renouvelables, telles que la force hydraulique, le photovoltaïque, la biomasse, la géothermie ou l'énergie éolienne, est prévu dans le secteur de l'électricité. Dans celui du chauffage également, outre les mesures d'efficacité énergétique, les énergies renouvelables indigènes devront progressivement remplacer les agents énergétiques fossiles. Afin de renforcer le développement des énergies renouvelables et se basant sur les résultats d'une consultation relative à une modification de la loi sur l'énergie, le Conseil fédéral souhaite prolonger en partie les contributions d'encouragement jusqu'en 2035 et les aménager de manière à favoriser la compétitivité. Par ailleurs, il souhaite que les valeurs indicatives d'au moins 54,4 TWh pour 2035 inscrites dans la loi pour la production d'électricité d'origine hydraulique et issue d'autres énergies renouvelables deviennent des objectifs contraignants et que des valeurs cibles soient également définies pour 2050. En ouvrant le marché de l'électricité pour l'ensemble des consommateurs, le Conseil fédéral entend en outre mieux intégrer les énergies renouvelables dans le marché et renforcer la production décentralisée d'électricité, permettant ainsi de proposer des services innovants, par exemple des solutions de quartier ou de mobilité électrique.

Afin d'accélérer l'électrification des transports, la Confédération, les cantons et les communes, ainsi que divers représentants de la branche ont signé, le 18 décembre 2018, une feuille de route commune visant à promouvoir la mobilité électrique, l'objectif étant d'augmenter à 15% d'ici 2022 la part des véhicules électriques dans les nouvelles immatriculations de voitures de tourisme. Les véhicules électriques bénéficient, par ailleurs, de divers avantages : ils sont exemptés de l'impôt sur les véhicules automobiles, ne sont pas soumis à l'impôt sur les huiles minérales et, dans certains cantons, le barème de l'impôt cantonal sur les véhicules à moteur leur est favorable. Pour améliorer les infrastructures, la Confédération soutient l'extension du réseau de stations de recharge. Le 28 juin 2017, le Conseil fédéral a adopté le rapport « Mise en place d'un réseau de stations de recharge rapide sur les routes nationales », qui montre comment faire progresser la mise en place d'un tel réseau.

Parallèlement aux systèmes de propulsion qui seront développés à l'avenir, l'évitement du trafic ou le transfert modal joueront également un rôle important dans la décarbonation des transports, qui implique une coordination entre l'urbanisme et les transports. Un aménagement du territoire coordonné avec les infrastructures des transports publics et une mise en réseau intelligente de tous les systèmes individuels permettront de promouvoir davantage une mobilité générant moins d'émissions de CO₂, ce qui contribuera aussi à augmenter le plus possible l'efficacité du système global de transport, conformément à l'objectif que le DETEC s'est fixé pour 2040³¹. De par l'acceptation par le peuple du contre-projet à l'« initiative vélo », le 23 septembre 2018, le Conseil fédéral a reçu mandat de fixer les principes applicables aux réseaux de voies cyclables. La planification, la construction et l'entretien de ces dernières

²⁸ 20.022 Message relatif à l'évolution future de la Politique agricole à partir de 2022 (PA22+), FF 2020 3851

²⁹ OFAG (2011)

³⁰ 18.3829 Postulat Chevalley. Plan d'action contre le gaspillage alimentaire

³¹ DETEC (2017)

restent de la compétence des cantons, la Confédération pouvant apporter son soutien par des mesures subsidiaires.

Par ailleurs, diverses autres stratégies de la Confédération sont étroitement liées au climat et soutiennent les objectifs de la politique climatique. La Stratégie pour le développement durable 2030 (SDD 2030), que le Conseil fédéral élabore actuellement, fixe les priorités à moyen et long termes en matière de développement durable. Elle définit également la contribution de la Suisse aux objectifs de développement durable (ODD) de l'Agenda mondial pour le développement durable. Dans ce contexte, la politique climatique constitue l'une des priorités. La SDD 2030 a identifié le thème « climat, énergie et biodiversité » comme l'un des trois thèmes préférentiels et rappelle les objectifs de la politique climatique pour 2030 et 2050. Un autre thème préférentiel défini est « consommation et production durables » ; ce thème souligne notamment la nécessité d'une transition vers un système alimentaire durable³².

La coopération internationale (CI) s'engage notamment en faveur de la réduction des émissions dans les chaînes valeur ajoutée à l'étranger. Ces réductions ne sont toutefois pas prises en compte pour l'objectif climatique de la Suisse. La nouvelle loi sur le CO₂ prévoit néanmoins que la Suisse contribue à réduire les émissions à l'étranger dans une mesure correspondant à ce qu'elle émet. D'après la Stratégie de coopération internationale 2021–2024, les ressources dont dispose la CI sont progressivement augmentées jusqu'à fin 2024 : elles passent de 300 millions de francs par année (2017-2020) à environ 400 millions de francs par année. Afin de mobiliser davantage le secteur privé pour qu'il investisse dans des projets de protection du climat dans les pays en développement, la Suisse encouragera des partenariats (notamment multilatéraux) visant à mobiliser des fonds privés. En plus des programmes spécifiques, le thème du climat est également pris en considération dans la plupart des programmes de CI³³.

La politique forestière 2020, la nouvelle politique de croissance 2016-2019, la stratégie de politique extérieure 2020-2023 et la stratégie Suisse numérique sont également déterminantes. Par ailleurs, le Conseil fédéral a pris connaissance en juin 2020 du rapport intitulé « Mesures de la Confédération pour préserver les ressources et assurer l'avenir de la Suisse » et proposera, sur cette base, des mesures visant à renforcer la préservation des ressources et l'économie circulaire³⁴.

6.3 Initiative populaire « Pour un climat sain (initiative pour les glaciers) »

L'initiative populaire « Pour un climat sain (initiative pour les glaciers) » déposée fin novembre 2019, souhaite inscrire les objectifs de l'Accord de Paris dans la Constitution. Elle demande que la Suisse réduise ses émissions de GES à zéro net d'ici à 2050. Selon l'initiative, plus aucun combustible ni carburant fossile ne devra être mis sur le marché à partir de 2050 ; des exceptions seraient néanmoins admises au cas où aucune alternative technique ne serait disponible. Les émissions résiduelles devraient être compensées par des puits de GES sûrs situés en Suisse. Cette disposition s'appliquerait également à l'impact climatique du transport aérien international. L'initiative demande en outre qu'une trajectoire de réduction ainsi que des objectifs intermédiaires qui garantissent au moins une réduction linéaire des émissions de GES d'ici 2050 soient définis dans la loi.

Le Conseil fédéral a décidé d'opposer un contre-projet direct à l'initiative³⁵. Il soutient les exigences fondamentales de celle-ci, à savoir l'inscription de l'objectif de zéro net dans la Constitution et l'abandon des énergies fossiles. Toutefois, contrairement à l'initiative, il ne souhaite pas interdire les énergies fossiles. Leur utilisation devrait continuer à être autorisée dans la mesure où cela est nécessaire pour des raisons de sécurité nationale, de protection de la population ou de supportabilité économique. Ce contre-projet permettrait également des exceptions lorsque les agents énergétiques de substitution sont trop coûteux et entravent la compétitivité, ce qui pourrait notamment être le cas pour le transport aérien. Le Conseil fédéral est d'avis que les émissions de ce secteur devraient également être incluses dans l'objectif de zéro net, comme le demande l'initiative, mais seulement dans la mesure où cela s'avère scientifiquement et techniquement compatible avec les données de l'inventaire.

³² Au moment de l'adoption de la présente stratégie, la SDD 2030 était toujours en consultation ; cf. <https://www.are.admin.ch/sdd>.

³³ Au moment de l'adoption de la présente stratégie, la Stratégie de coopération internationale 2021–2024 était toujours en cours d'élaboration ; cf. <https://www.eda.admin.ch/CI2021-2024>.

³⁴ OFEV (2020)

³⁵ Conseil fédéral (2020)

Pour compenser les émissions résiduelles au moyen de puits de GES sûrs, le Conseil fédéral ne souhaite pas, à la différence de l'initiative, se limiter aux puits de carbone situés en Suisse ; il veut aussi autoriser la réalisation de prestations à l'étranger. Une telle flexibilité serait appropriée au vu du potentiel limité des puits situés sur le territoire suisse.

7 Réductions d'émissions d'ici 2050 selon les perspectives énergétiques 2050+

Ce chapitre, ainsi que les suivants consacrés aux différents secteurs, montrent l'évolution possible des émissions de GES en Suisse pour atteindre l'objectif de zéro net. Les trajectoires d'émission se fondent dans une large mesure sur les perspectives énergétiques de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN). Elles sont complétées par des estimations pour les domaines non couverts par celles-ci en particulier les émissions de méthane et de protoxyde d'azote issues de différents secteurs définis dans l'inventaire : Agriculture (secteur 3), Déchets (secteur 5), Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (LULUCF ou secteur 4) et Autres (secteur 6).

7.1 Bases des perspectives énergétiques 2050+

Les perspectives énergétiques visent à estimer l'évolution à long terme de la demande et de l'approvisionnement en énergie en Suisse sur la base d'hypothèses et de scénarios différents. La dernière version datant de 2012 (« Perspectives énergétiques 2050 ») a servi de base pour examiner et redéfinir la politique énergétique suisse après l'accident de Fukushima. La Stratégie énergétique 2050 et la nouvelle loi sur l'énergie entrée en vigueur au 1^{er} janvier 2018 sont les fruits de cette réflexion. L'orientation probable de la politique énergétique à plus long terme se reflète dans le scénario « Nouvelle politique énergétique » qui prévoyait, en tant qu'objectif stratégique global, de ramener les émissions de CO₂ liées à l'énergie à environ 1,5 tonne par habitant et par an d'ici à 2050, c'est-à-dire qu'environ 15 millions de tonnes de CO₂ seraient encore émises en 2050 si la population devait passer à 10 millions d'habitants.

Les perspectives énergétiques 2050 ont été fondamentalement révisées, entre autres dans l'optique de la présente stratégie. Les données-cadres ont été mises à jour et les objectifs fixés en fonction des nouvelles exigences de la politique climatique. Par ailleurs, l'horizon temporel des perspectives a été prolongé de dix ans, soit jusqu'en 2060 (« Perspectives énergétiques 2050+ », ci-après « PE2050+ »)³⁶. On dispose donc pour la première fois, grâce aux PE2050+ et à ses scénarios, d'une base de modélisation complète qui représente l'ensemble des objectifs de la politique énergétique et climatique, illustre leurs implications et décrit les développements technologiques et les mesures possibles pour les atteindre. La priorité est axée sur les mesures à prendre en Suisse.

7.2 Scénarios des PE2050+

Les scénarios des PE2050+ se fondent sur un ensemble d'hypothèses et ne prétendent pas constituer des prévisions au sens strict. Ils montrent les trajectoires d'émission possibles pour les différents secteurs et comprennent deux scénarios de base. Le **scénario « Zéro net » (ZÉRO base)** décrit une évolution possible du système énergétique suisse et des émissions qui en découlent pour atteindre l'objectif de zéro net en 2050. Il part des tendances en matière de progrès technologiques observées aujourd'hui, les extrapole vers l'avenir et présente les développements technologiques nécessaires pour ramener les émissions à zéro net. Le scénario ZÉRO base pose comme hypothèses que l'efficacité énergétique atteindra un niveau élevé aussi rapidement que possible, que les potentiels de biomasse pouvant être utilisés de manière durable seront exploités et que le système énergétique se caractérisera par une électrification nettement accrue, découlant notamment de l'importance croissante de la mobilité électrique et des pompes à chaleur électriques. Les combustibles et les carburants synthétiques ainsi que l'hydrogène (agents énergétiques à base d'électricité, *power-to-gas*/liquide/H₂) joueraient un rôle moindre mais apporteraient une contribution importante dans certains domaines. Ces hypothèses constituent le fondement de la variante dite de base du scénario ZÉRO base, qui est considérée ci-après.³⁷

³⁶ Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan (2020)

³⁷ Les mesures mises en œuvre dans les modèles ont été sélectionnées en tenant compte des limites de potentiel existantes (aux plans spatial et temporel) et des possibilités techniques. Autres critères : efficacité des coûts, acceptation, sécurité de l'approvisionnement et solidité par rapport à l'atteinte des objectifs. D'avantage d'informations figurent dans Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan (2020).

D'autres trajectoires de réduction étant également envisageables selon l'évolution technologique, les PE2050+ comportent trois autres variantes du scénario ZÉRO base axées sur des technologies différentes et des mesures en Suisse³⁸. Toutes ces variantes ont en commun la compatibilité avec l'objectif de zéro net, à savoir que les émissions de GES liées à l'énergie seront réduites autant que possible du point de technique. D'une manière générale, des émissions résiduelles ne subsisteront que dans un nombre restreint de secteurs industriels (p. ex. les émissions dites géogènes issues de la production de ciment), dans la valorisation des déchets, l'agriculture et l'utilisation de GES synthétiques ; elles devront être compensées par le biais de technologies CCS ou NET.

Le **scénario « Poursuite de la politique énergétique actuelle » (PEA)** sert de base de comparaison. Il reflète la poursuite dans le temps, sans durcissement supplémentaire, des mesures et des instruments de la politique énergétique et climatique entrés en vigueur jusqu'à fin 2018 ainsi que des conditions actuelles du marché. Il maintient, à l'avenir aussi, les tendances actuelles ou prévisibles concernant les progrès en matière d'efficacité des installations, des équipements et systèmes techniques, des véhicules et des appareils. Les mesures définies dans la révision totale de la loi sur le CO₂, qui s'est achevée en 2020 et était encore examinée par le Parlement au moment de l'élaboration des scénarios, ne sont pas incluses dans ceux-ci. Une comparaison de ce scénario avec le scénario ZÉRO base permet de déterminer, d'une part, les actions supplémentaires nécessaires pour atteindre l'objectif visé d'ici à 2050 sur la base des hypothèses retenues et, d'autre part, les investissements supplémentaires nécessaires ainsi que l'augmentation ou la baisse des coûts. L'intégration des mesures de la loi sur le CO₂ totalement révisée dans le scénario PEA aurait pour effet une réduction plus importante des émissions dans ce dernier et, par conséquent, une diminution de l'écart par rapport au scénario ZÉRO base, tant en termes d'émissions que d'investissements supplémentaires nécessaires.

7.3 Données-cadres et évolution des conditions-cadres sur lesquelles se fondent les PE2050+

L'évolution économique et démographique constitue le cadre des prévisions à long terme. Cette évolution des conditions-cadres peut être estimée sur la base de prévisions de la Confédération ou d'études nationales et internationales.

- La **population** de la Suisse progressera en moyenne de 0,9 % par an d'ici 2030 et de 0,4 % par an d'ici 2050. Elle comptera donc environ 10,3 millions de résidents permanents en 2050³⁹.
- La **performance économique**, mesurée en termes de produit intérieur brut (PIB), progressera en moyenne de 1,3 % par an d'ici 2030, puis de 0,9 % par an d'ici 2050. Le PIB augmentera donc d'ici 2050 d'environ 38 % par rapport à aujourd'hui⁴⁰.
- Les hypothèses concernant les **prix de l'énergie** sont basées sur les Perspectives énergétiques mondiales 2018 (WEO, *World Energy Outlook*) de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) et diffèrent selon le scénario. Dans le scénario PEA, les prix des agents énergétiques fossiles augmenteront jusqu'en 2060. Dans le scénario ZÉRO base, en revanche, ils diminueront en raison de la baisse de la demande⁴¹.
- À l'international, les **prix du CO₂** dans le système européen d'échange de quotas d'émission devraient également varier sur le long terme. Selon le scénario ZÉRO base, une hausse relativement forte par rapport à aujourd'hui s'avèrera nécessaire, alors que selon le scénario PEA, l'augmentation sera modérée⁴².
- L'évolution des **degrés-jours de chauffage et de refroidissement** suit les scénarios climatiques suisses CH2018 (cf. chapitre 6). Dans le scénario PEA, l'évolution suit le scénario d'émission RCP4.5, selon lequel la température annuelle moyenne augmentera en Suisse d'environ 1,8 °C

³⁸ La variante A se fonde sur l'hypothèse d'une très large électrification du système énergétique global. La variante B laisse une plus grande place au biogaz et aux gaz synthétiques (p. ex. l'hydrogène) parallèlement à l'électricité. La variante C accorde plus d'importance aux réseaux de chaleur et aux biocombustibles et biocarburants ou aux combustibles et carburants synthétiques liquides. Les sections suivantes présentent les résultats pour la variante de base du scénario ZÉRO base, avec l'exigence qu'en 2050, dans le bilan annuel, la demande d'électricité puisse être couverte par la production propre (variante « bilan annuel équilibré », durée de vie d'une centrale nucléaire : 50 ans).

³⁹ OFS (2015), scénario de référence A-00-2015

⁴⁰ SECO (2018)

⁴¹ IEA (2018)

⁴² IEA (2018)

d'ici 2060 par rapport à la période de référence de 1984 à 2002. Les degrés-jours de chauffage diminueront d'environ 14 % d'ici 2050, tandis que les degrés-jours de refroidissement accuseront une hausse significative. Le scénario ZÉRO base s'appuie sur le scénario d'émission RCP2.6, selon lequel la température annuelle moyenne augmentera de 0,8 °C d'ici 2060. Par rapport à la période de référence de 1984 à 2002, les degrés-jours de chauffage diminueront de 11 % d'ici 2050 et les degrés-jours de refroidissement n'augmenteront que légèrement.

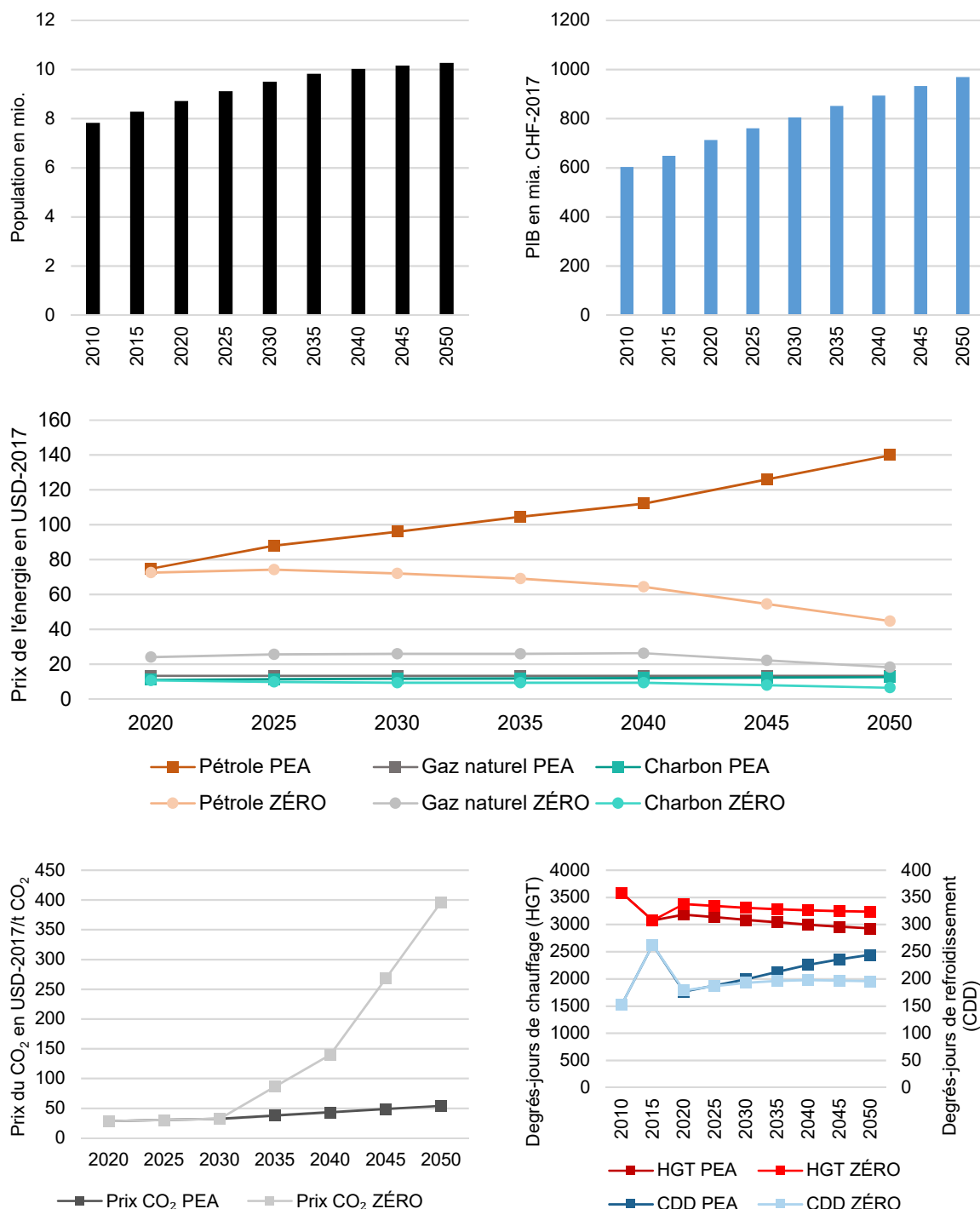


Figure 7 : Évolution de la population, du PIB, des prix de l'énergie (en dollars/baril ou en dollars/MWh), du prix du CO₂ et des degrés-jours de chauffage et de refroidissement selon les PE2050+. Source : Prognos/TEP Energie/Infras (2020) ; certaines données n'ont pas été publiées.

L'évolution des conditions-cadres figurant dans les scénarios, en particulier les prix de l'énergie au plan international, doit refléter un « monde » intrinsèquement cohérent, ce qui implique entre autres que la Suisse mène une politique énergétique et climatique coordonnée au niveau international et ne fasse pas cavalier seul afin d'éviter des incitations à transférer des émissions à l'étranger. Aussi, dans le

scénario ZÉRO base, on admet que les principaux partenaires commerciaux de la Suisse, notamment l'UE, se fixent des objectifs tout aussi ambitieux. En termes de politique climatique, cela implique que toutes les Parties poursuivent les objectifs de l'Accord de Paris avec la même cohérence que la Suisse et mettent en œuvre des mesures appropriées. Cette démarche présuppose des progrès technologiques au plan international qui seront également profitables à la Suisse.

7.4 Évolution de l'approvisionnement en électricité selon les PE2050+

Les PE2050+ montrent la manière dont évoluera l'approvisionnement en électricité dans le contexte de l'objectif de zéro net (scénario ZÉRO base). Outre cet objectif, la deuxième condition essentielle est de garantir à l'avenir un approvisionnement en électricité sûr en tout temps. L'évolution à plus long terme de la demande d'électricité est influencée par deux effets opposés. D'une part, les progrès techniques et les mesures prises induisent des améliorations notables de l'efficacité, ce qui réduit la demande d'électricité. D'autre part, des développements tels que la pénétration des véhicules électriques et des pompes à chaleur, la production d'agents énergétiques à base d'électricité comme l'hydrogène et le recours aux technologies CCS, notamment, ont pour effet une augmentation de la demande d'électricité.

Dans le scénario ZÉRO base, la consommation totale brute d'électricité (y compris la consommation des pompes de stockage et les pertes sur le réseau) progresse pour atteindre environ 84 TWh d'ici 2050, ce qui correspond à une augmentation d'environ 30 % par rapport à la situation actuelle. Les PE2050+ indiquent la manière dont la Suisse pourra couvrir cette demande en moyenne annuelle d'ici 2050 par sa production propre. À plus long terme, l'approvisionnement en électricité de la Suisse sera assuré par des centrales hydroélectriques et d'autres énergies renouvelables (principalement le photovoltaïque), dont la production augmentera de manière continue. Dans la phase de transition, des importations d'électricité seront nécessaires dans le bilan annuel. Un rattachement au système électrique européen par le biais d'importations et d'exportations reste essentiel en tout temps afin de couvrir les besoins en électricité en toute saison et à toute heure. La Figure 8 montre l'évolution de la production d'électricité en fonction des technologies selon le scénario ZÉRO base des PE2050+.

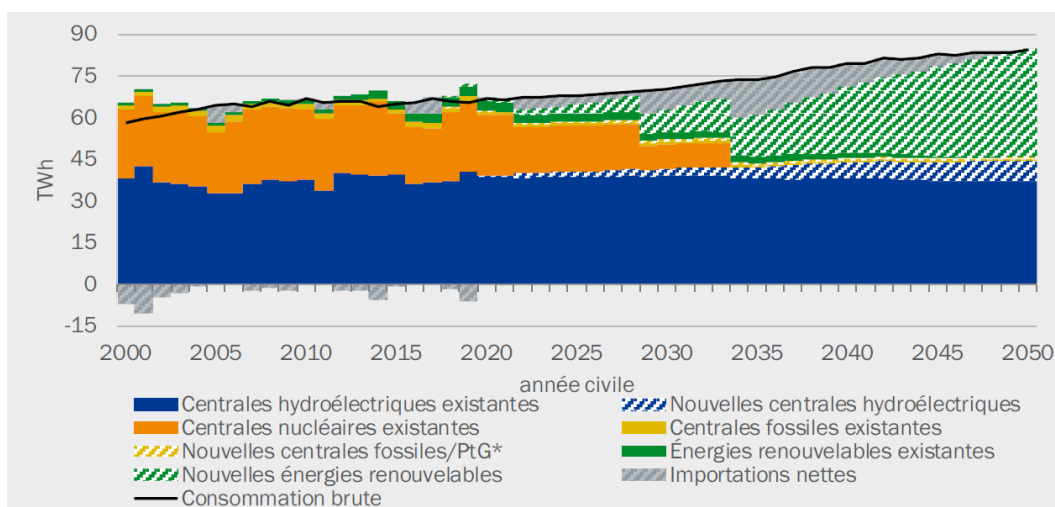


Figure 8 : Évolution de la production d'électricité en fonction des technologies dans le scénario ZÉRO base des PE2050+ (variante stratégique « bilan annuel équilibré en 2050 », durée de vie d'une centrale nucléaire : 50 ans). Source : Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan (2020)

La production importante d'électricité renouvelable obtenue notamment par le biais du photovoltaïque pourra être injectée dans le système électrique pour autant que les réseaux nationaux disposent de la capacité nécessaire. Le degré élevé de flexibilité attendu du système électrique suisse sera utile à cet égard : les centrales hydroélectriques existantes et nouvelles, de même qu'une plus grande flexibilité de la consommation d'électricité, permettront d'y contribuer dans une large mesure à l'avenir.

8 Objectifs stratégiques et défis dans les différents secteurs

8.1 Secteur du bâtiment

En vue de réduire à zéro ses émissions nettes de GES, la Suisse définit comme suit l'objectif à atteindre d'ici 2050 dans le secteur du bâtiment :

Objectif 2050 : le parc de bâtiments n'émet plus de GES à partir de 2050.

Le secteur du bâtiment englobe les émissions des ménages privés (catégorie 1A4b de l'inventaire) et celles du secteur des services (catégorie 1A4a). En 2018, le total des émissions de GES s'est établi à 11,2 millions de tonnes d'éq.-CO₂, soit une réduction de 34 % par rapport aux émissions de 1990. En 2015, le secteur du bâtiment avait déjà atteint l'objectif intermédiaire fixé dans l'ordonnance sur le CO₂, à savoir une réduction de 22 % par rapport à 1990. En vertu de la révision totale de la loi sur le CO₂, les cantons doivent veiller à ce que les émissions des bâtiments soient inférieures de 50 % à leur niveau de 1990 d'ici 2026-2027. Ces efforts ainsi que les mesures prévues par la loi sur le CO₂ totalement révisée ont la capacité d'entraîner d'ici 2030 une diminution des émissions de l'ordre de 65 % par rapport à 1990.

Les variations annuelles observables dans les données historiques sont imputables aux conditions météorologiques : comme les bâtiments sont encore chauffés en grande partie à l'aide d'agents énergétiques fossiles, les émissions augmentent quand les hivers sont froids et diminuent quand les hivers sont chauds.

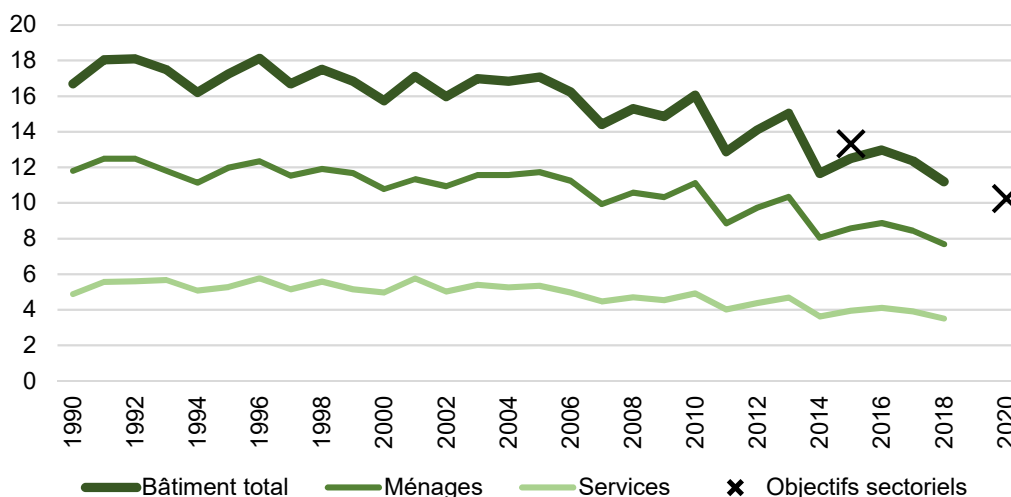


Figure 9 : Évolution des émissions du secteur du bâtiment, en millions de tonnes d'éq.-CO₂. Source : inventaire de la Suisse, OFEV 2020

La Figure 10 illustre l'évolution possible des émissions générées par les ménages et par le secteur des services, conformément aux perspectives énergétiques 2050+. Ils montrent que les émissions des ménages peuvent être réduites à zéro d'ici 2050 et que le secteur des services conservera probablement un très faible niveau d'émissions résiduelles générées par d'anciennes infrastructures. Pour pouvoir infléchir les deux courbes en direction du zéro net, il faudra toutefois redoubler d'efforts, comme en témoigne la comparaison avec le scénario PEA.

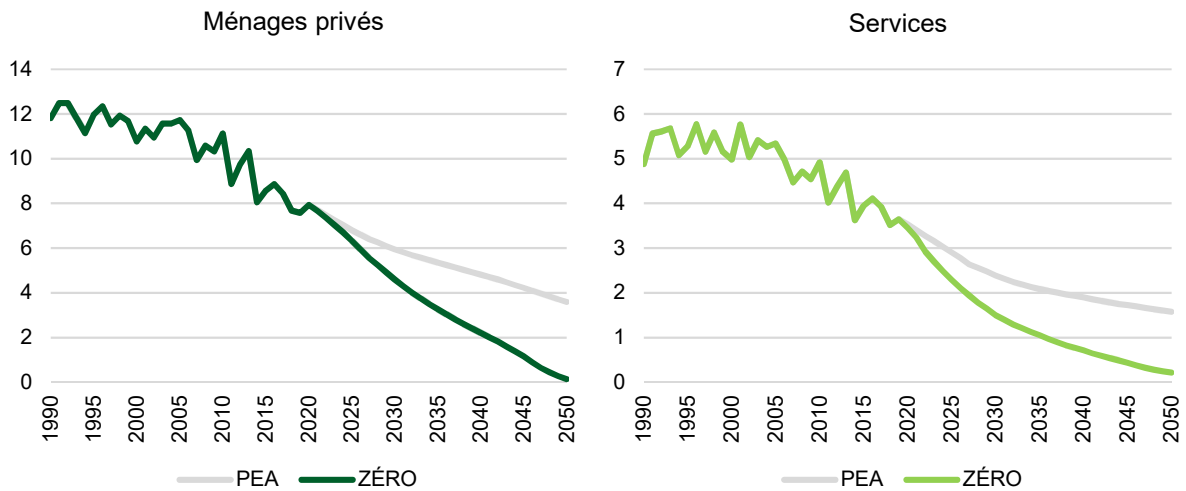


Figure 10 : Évolution des émissions générées par les ménages (à gauche) et par le secteur des services (à droite) en millions de tonnes d'éq.-CO₂, d'après les scénarios PEA et ZÉRO base. Source : Prognos / TEP Energy / Infrac/Ecoplan 2020.

Considérant que l'approvisionnement en chaleur restera encore longtemps le plus gros poste énergétique des foyers suisses, les PE2050+ présentent la décarbonation de la fourniture de chaleur comme le premier levier permettant de réduire les émissions des ménages. Aujourd'hui, les principaux agents énergétiques de l'approvisionnement en chaleur sont l'huile de chauffage et le gaz naturel : d'ici 2050, ces agents énergétiques fossiles doivent être remplacés par des solutions alternatives exemptes d'émissions. La figure 11 montre l'évolution de la consommation énergétique des ménages selon le scénario ZÉRO base des PE2050+.

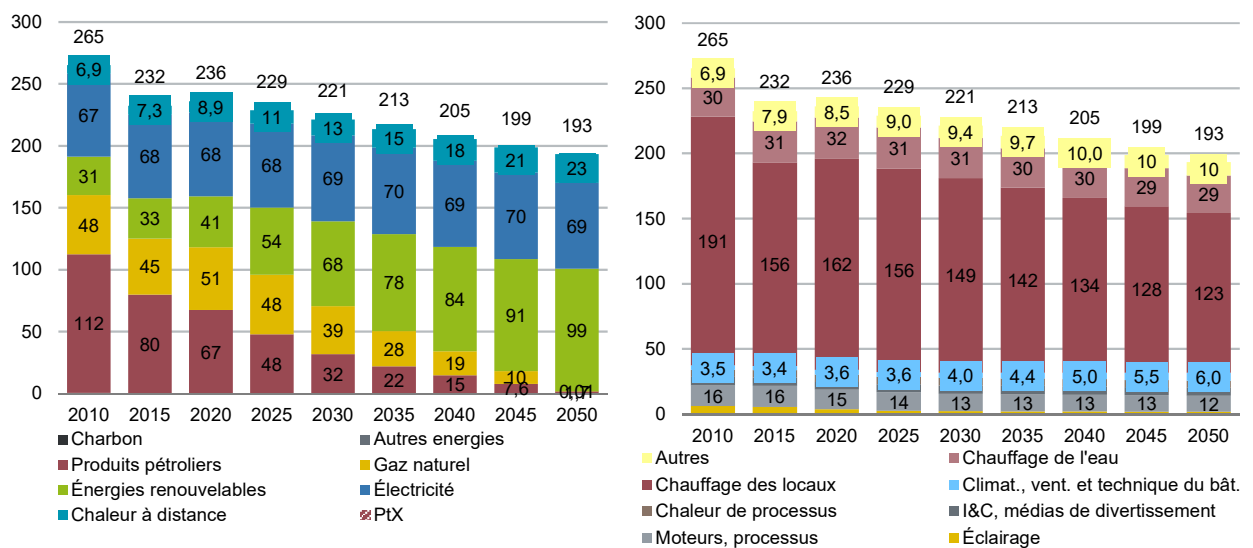


Figure 11 : Évolution de la consommation finale d'énergie par les ménages en fonction de l'agent énergétique (à gauche) et de l'application (à droite) en pétajoules, d'après le scénario ZÉRO base. Source : Prognos/TEP Energy/Infrac/Ecoplan 2020 ; données détaillées non publiées.

Dans ce scénario, les ménages cessent presque entièrement de consommer des agents énergétiques fossiles d'ici 2050 et font la part belle aux énergies renouvelables et à la chaleur à distance. En 2050, les énergies renouvelables, la chaleur à distance et l'électricité couvrent la quasi-totalité des besoins énergétiques des ménages, ce malgré l'augmentation concomitante des surfaces d'habitation chauffées (liée à la croissance démographique). Ce scénario suppose de rendre les futurs assainissements et les nouvelles constructions nettement plus efficaces qu'aujourd'hui (deuxième levier d'action). Selon les PE2050+, le besoin calorifique par m² des maisons individuelles et des immeubles d'habitation nouvellement construits devrait ainsi être réduit d'environ 35 % entre 2020 et 2050. Les gains d'efficacité requis dans le domaine des assainissements sont du même ordre de grandeur. Le graphique de droite (figure

11) montre qu'à long terme l'approvisionnement en chaleur conserve une place prépondérante par rapport aux autres applications, mais qu'il enregistre un recul en chiffres absolus par rapport à aujourd'hui. Entre 2020 et 2050, les besoins énergétiques augmentent principalement dans le domaine « climatisation, ventilation et technique du bâtiment » en raison de la demande croissante de surfaces d'habitation climatisées. Par rapport au domaine « chauffage des locaux », ce domaine continue toutefois de représenter une part minimale des besoins énergétiques des bâtiments d'habitation, et ces besoins sont couverts en majeure partie par la consommation d'électricité.

Afin que les agents énergétiques fossiles puissent être remplacés rapidement et intégralement, l'activité d'assainissement devrait se développer de manière significative ces prochaines années et l'assainissement énergétique des éléments de construction (fenêtres, façades, toitures et sols) doit atteindre des fréquences plus élevées. Dans le scénario ZÉRO base, les taux d'assainissement qui s'appliquent au parc des bâtiments anciens sont ainsi supérieurs de 30 à 50 % à ceux du scénario PEA. Dans le cas des maisons individuelles, le taux d'assainissement augmente de 1,4 % par an jusqu'en 2040 pour le parc des bâtiments anciens, contre 1,2 % par an pour le parc dans son ensemble. Dans le cas des immeubles d'habitation, il augmente de 1,6 % par an pour le parc des bâtiments anciens, contre 1,2 % par an pour le parc dans son ensemble. Si les assainissements sont plus fréquents dans le scénario ZÉRO, ils répondent également à un degré d'exigence plus élevé : la consommation des bâtiments entièrement assainis diminue durablement jusqu'à atteindre 50 kWh par m² et par an pour les maisons individuelles (domaine « chauffage des locaux ») et 35 à 40 kWh par m² et par an pour les immeubles d'habitation. Cette diminution est contrée par les restrictions imposées à certains bâtiments en matière d'isolation (p. ex. protection des monuments, restrictions touchant à la construction). À partir de 2040, la consommation des nouvelles constructions atteint 30 à 35 kWh par m² de surface de référence énergétique et par an pour les maisons individuelles et 25 kWh pour les immeubles d'habitation.

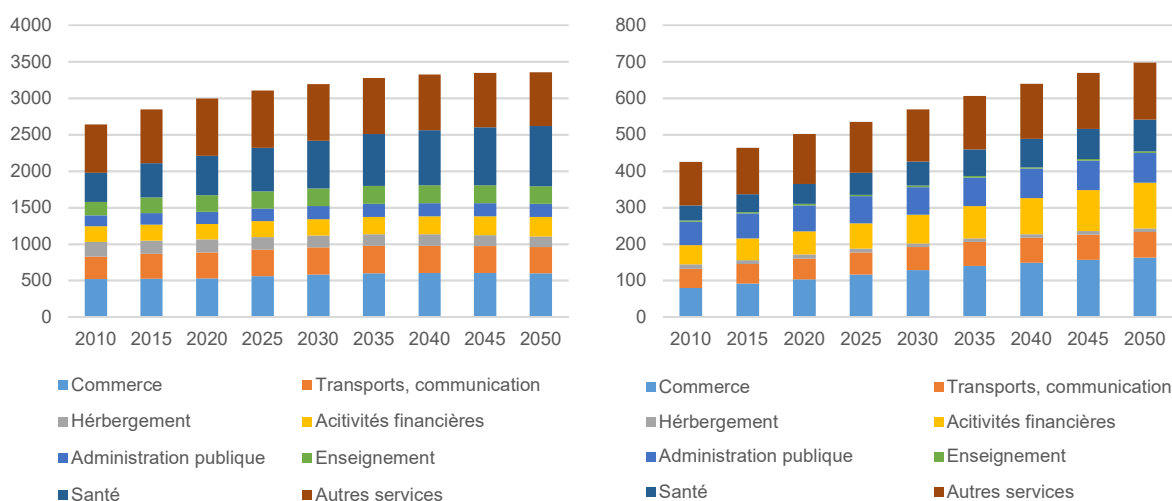


Figure 12 : Évolution par branche des équivalents plein temps (à gauche) et de la valeur ajoutée brute (à droite, en milliards de francs), d'après les PE2050+. Source : Ecoplan, scénarios par branche de 2014 à 2030/2060 (actualisés en 2018) sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie ; adaptations par Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan en 2020 ; données détaillées non publiées.

Dans le secteur des services également, les PE2050+ considèrent que la production de chaleur est la principale application sur laquelle il faut agir pour réduire les émissions. La climatisation et la production de chaleur de processus sont également déterminantes. Les besoins calorifiques et frigorifiques sont liés à l'évolution des équivalents plein temps et de la valeur ajoutée brute dans les différentes branches économiques. D'après les scénarios par branche d'Ecoplan qui estiment l'évolution de ces grandeurs, les équivalents plein temps vont augmenter jusqu'en 2040 puis rester relativement stables jusqu'en 2050 (Figure 12, graphique de gauche) tandis que la valeur ajoutée brute va croître de façon relativement constante jusqu'en 2050 (Figure 12, graphique de droite). Les branches qui gagnent en importance d'ici 2050 sont en particulier le commerce, suivi par les activités de services financiers et les « autres services » (qui comprennent notamment les activités immobilières).

Pour réduire les émissions dans le secteur des services, il est urgent de décarbonater l'approvisionnement en énergie et particulièrement la production de chaleur (premier levier d'action). Les agents énergétiques fossiles (huile de chauffage et gaz naturel) encore largement utilisés aujourd'hui doivent être

remplacés par des solutions alternatives à plus faible émission ou exemptes d'émissions. Pour les ménages comme pour les services, les pompes à chaleur et les réseaux de chauffage ont ici un rôle crucial à jouer. Le recours accru aux systèmes de chauffage utilisant la biomasse (y c. le biométhane) et aux systèmes de chaleur à distance permet d'abandonner presque entièrement les agents énergétiques fossiles d'ici 2050 (Figure 13, graphique de gauche).

Le second levier d'action est l'amélioration de l'efficacité énergétique. Les potentiels existants doivent être exploités autant que possible. Cette solution est susceptible de générer des économies considérables dans les domaines d'application qui influencent l'évolution des émissions de GES (chaleur de processus, chauffage, eau chaude). Le graphique de droite (Figure 13) illustre l'évolution de la consommation énergétique en fonction de l'application et montre les gains d'efficacité visés, principalement dans le domaine du chauffage des locaux.

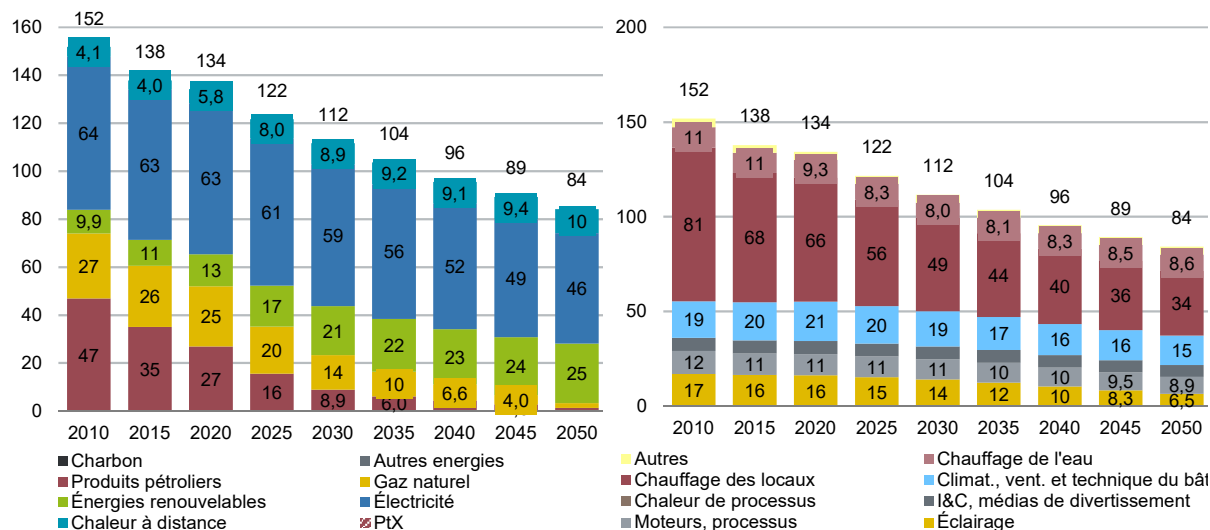


Figure 13 : Évolution de la consommation énergétique du secteur des services en fonction de l'agent énergétique (à gauche) et de l'application (à droite) en pétajoules, d'après le scénario ZÉRO base. Source : Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan 2020 ; données détaillées non publiées.

Le secteur du bâtiment se caractérise par des cycles d'investissement d'une durée moyenne à longue, si bien qu'aujourd'hui encore un grand nombre de chauffages au mazout ou au gaz sont remplacés par de nouveaux systèmes à combustibles fossiles. Il est donc nécessaire de modifier rapidement les manières de penser. Si la faiblesse actuelle des taux d'intérêt et les mécanismes incitatifs de la Confédération et des cantons (Programme Bâtiments, déductions fiscales, taxe sur le CO₂ prélevée sur les combustibles fossiles) sont susceptibles d'encourager les assainissements énergétiques partiels ou complets, y compris dans le cas des grands bâtiments de services, une étude menée dans le cadre du programme de recherche de la ville de Zurich montre pourtant que plus de la moitié des personnes ayant opté pour un système à combustible fossile n'ont même pas songé à la possibilité de passer à une énergie non fossile⁴³. Cela signifie que les émissions du secteur du bâtiment ne peuvent diminuer dans les proportions nécessaires que s'il existe des conditions-cadres ou des exigences poussant dans cette direction.

Au niveau institutionnel, la clé de la réussite réside dans la répartition des tâches entre la Confédération et les cantons. Comme les cantons disposent de très vastes compétences dans le secteur du bâtiment, la réduction des émissions conformément aux objectifs fixés relève de leur responsabilité. En vertu de la loi révisée sur le CO₂, le travail des cantons dans ce domaine sera encouragé et soutenu par la Confédération de manière ciblée (fixation de valeurs limites de CO₂ pour le remplacement des installations de chauffage à combustibles fossiles, octroi de contributions globales pour des programmes cantonaux d'encouragement, programmes fédéraux complémentaires, taxe sur le CO₂). Il conviendra de suivre attentivement les effets de ces nouvelles mesures afin de pouvoir élaborer, s'il le faut, d'autres dispositions ou mesures permettant d'atteindre les objectifs fixés à long terme.

Il existe encore des obstacles structurels à l'utilisation des agents énergétiques renouvelables et à l'assainissement énergétique des enveloppes des bâtiments (p. ex. grande diversité dans les rapports de

⁴³ Lehmann/Meyer/Kaiser/Ott (2017)

propriété, dilemmes entre loueurs et locataires, procédures complexes d'autorisation de construire, exigences élevées en matière de solvabilité). Pour surmonter ces obstacles, une solution basique ne suffit pas : il faut une solution mixte qui, en vue de relever au mieux les différents défis qui se posent, combine plusieurs approches adaptées aux groupes cibles concernés.

8.2 Secteur de l'industrie

En vue de réduire à zéro ses émissions nettes de GES, la Suisse définit comme suit l'objectif à atteindre d'ici 2050 dans le secteur de l'industrie :

Objectif 2050 : les émissions de GES du secteur de l'industrie sont inférieures d'au moins 90 % à leur niveau de 1990 à partir de 2050.

Selon l'inventaire, le secteur de l'industrie englobe les émissions générées par la conversion d'énergie (catégorie 1A1, y compris l'incinération des ordures ménagères), l'industrie (1A2), l'évaporation (1B) et les processus industriels (2, hors gaz synthétiques). En 2018, le total de ces émissions s'est établi à 11,2 millions de tonnes d'éq.-CO₂, soit une réduction d'environ 18 % par rapport aux émissions de 1990. En 2015, le secteur de l'industrie avait atteint l'objectif intermédiaire fixé dans l'ordonnance sur le CO₂, à savoir une réduction de 7 % par rapport à 1990. Si l'objectif partiel pour 2020 (réduction de 15 % par rapport à 1990) défini dans le rapport explicatif sur l'ordonnance sur le CO₂ a été atteint dès 2017, sa réalisation en 2020 est encore incertaine en raison d'émissions supplémentaires de protoxyde d'azote issues de l'industrie chimique qui ont été découvertes en 2018. D'ici 2030, les mesures prévues par la loi sur le CO₂ totalement révisée ont la capacité d'entraîner une diminution des émissions de l'ordre de 35 % par rapport à 1990.

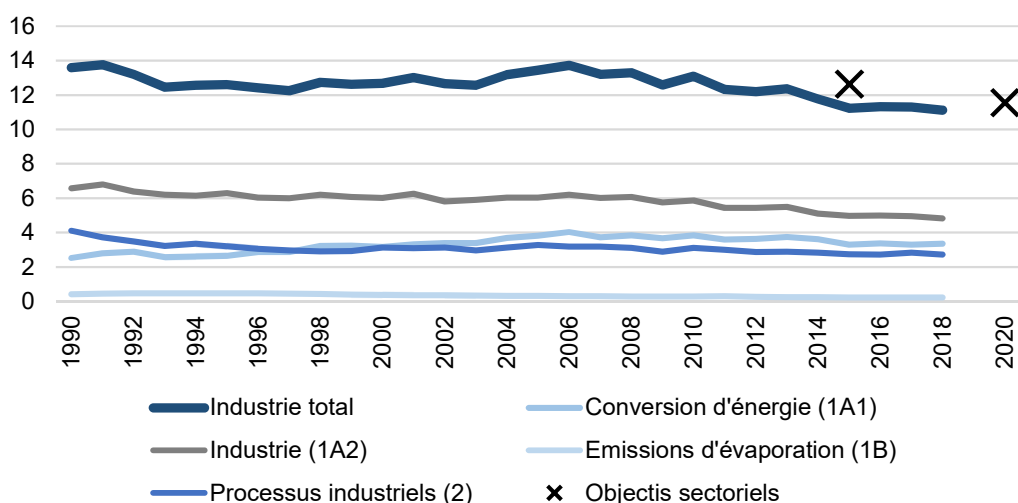


Figure 14 : Évolution des émissions du secteur de l'industrie, en millions de tonnes d'éq.-CO₂. Source : inventaire de la Suisse, OFEV 2020

La figure 14 montre l'évolution des émissions du secteur de l'industrie depuis 1990, répartie par catégorie. À elle seule, la catégorie 1A2 « Industrie » représente aujourd'hui près de la moitié des émissions. Si la part de la conversion d'énergie (1A1), qui s'établit autour de 30 %, a augmenté depuis 1990, c'est essentiellement en raison de la hausse des émissions provenant de l'incinération des déchets. Quant aux émissions des processus industriels (2), leur part a baissé depuis 1990 pour atteindre aujourd'hui quelque 20 %. Enfin, la catégorie des émissions d'évaporation (1B) enregistre un niveau très faible par rapport aux autres catégories. Au total, les émissions du secteur de l'industrie ont diminué de manière visible depuis 1990.

Les scénarios par branche d'Ecoplan servent de base pour apprécier l'évolution des émissions dans le secteur de l'industrie⁴⁴. Sont prises en compte l'évolution de l'emploi et l'évolution de la valeur ajoutée brute. De manière générale, les scénarios prévoient un léger recul de l'emploi d'ici 2050, sauf dans le secteur du bâtiment et dans la branche de l'industrie chimique et pharmaceutique. Ils tablent par ailleurs

⁴⁴ Le secteur de l'industrie pris en compte dans les PE2050+ ne correspond pas entièrement à la définition donnée dans l'ordonnance sur le CO₂. Le domaine de la conversion d'énergie, qui comprend notamment les UIOM, est toujours traité à part dans les PE2050+.

sur une augmentation de la valeur ajoutée dans le secteur de l'industrie, due principalement à une hausse conséquente dans la branche chimique et pharmaceutique.

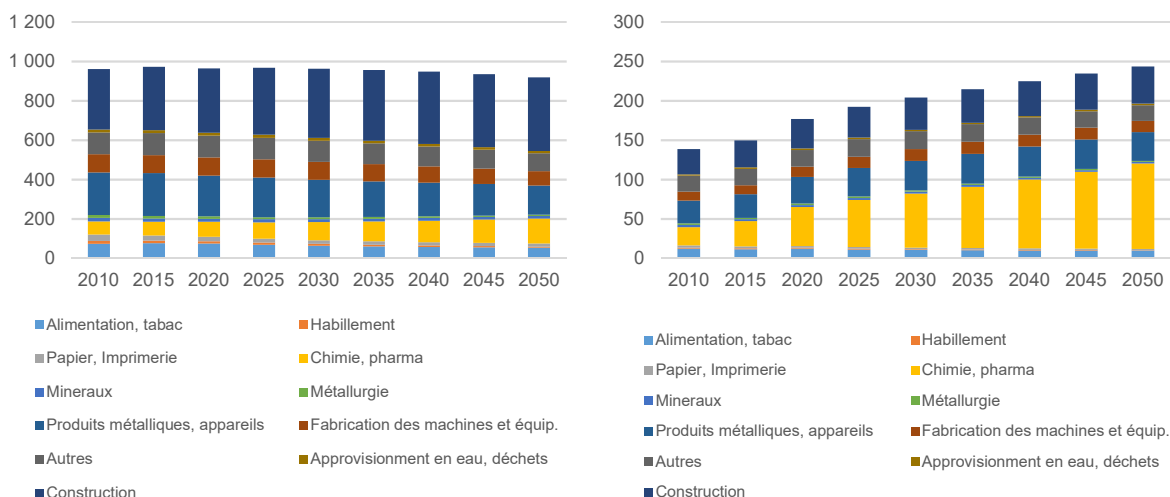


Figure 15 : Évolution par branche des équivalents plein temps (à gauche) et de la valeur ajoutée brute (à droite, en milliards de francs) dans le secteur de l'industrie (hors conversion d'énergie) d'après les PE2050+. Source : Ecoplan, scénarios par branche de 2014 à 2030/2060 (actualisés en 2018) sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie ; adaptations par Prognos/TEP Energy/Infras en 2020 ; données détaillées non publiées.

La figure 16 montre l'évolution possible des émissions de GES dans le secteur de l'industrie d'ici 2050, par comparaison entre les scénarios PEA et ZÉRO base (à gauche) et en fonction des différentes catégories de l'inventaire (à droite). En 2050, le secteur de l'industrie émettra encore près de 6 millions de tonnes d'éq.-CO₂ (émissions inévitables) liées principalement à la production du ciment (catégorie 2), à l'incinération des ordures ménagères (1A1) et à l'industrie chimique et pharmaceutique (1A2). Pour leur part, les émissions liées à la combustion seront presque entièrement évitées d'ici 2050.

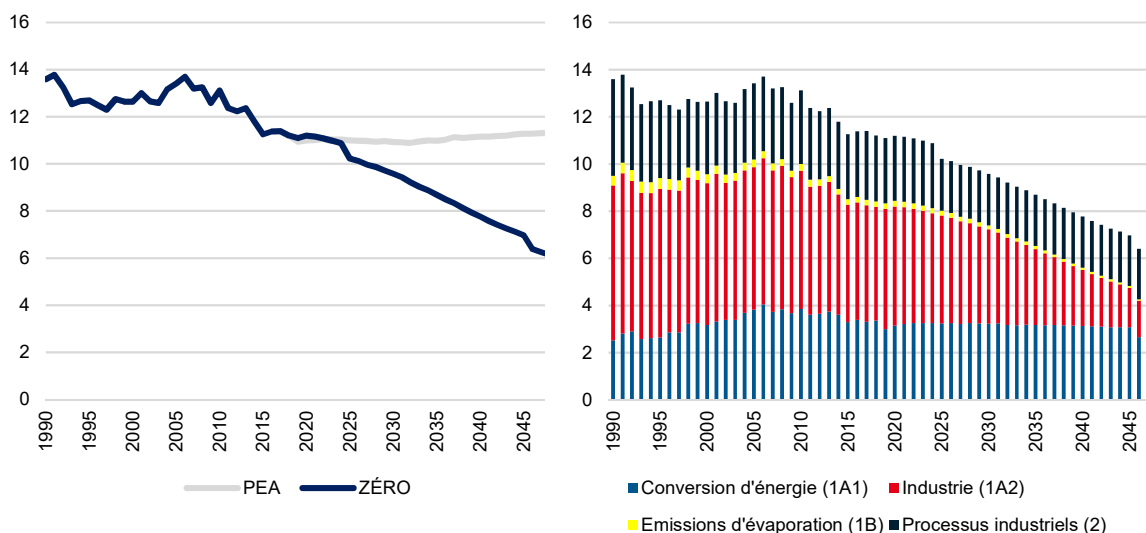


Figure 16 : Évolution des émissions de GES dans le secteur de l'industrie dans son ensemble (à gauche) et par catégorie (à droite, pour le scénario ZÉRO base uniquement) en millions de tonnes d'éq.-CO₂, d'après les PE2050+ (sans le CCS et les NET). Source : Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan 2020.

D'après les PE2050+, l'industrie du ciment produira en 2050 près de 2,4 millions de tonnes de CO₂. Ces émissions ne peuvent pas être évitées en améliorant l'efficacité des procédés ou en remplaçant les combustibles fossiles car il s'agit pour l'essentiel d'émissions géogènes qui surviennent pendant le processus de fabrication du ciment, en l'occurrence pendant la combustion du matériau brut (calcaire). Pour éviter ces émissions, il faudra nécessairement recourir à des technologies CCS. Moyennant un taux de captage de 90 %, ces technologies pourront diminuer le volume des émissions résiduelles jusqu'à un niveau très bas.

Dans le domaine de l'incinération des ordures ménagères, le contexte est comparable. Grâce au recyclage systématique des matières valorisables, à l'intensification des collectes sélectives et à la numérisation, il est possible, d'ici 2050, de contenir les émissions au même niveau qu'aujourd'hui en dépit de la croissance démographique et économique. En 2050, les UIOM produiront encore près de 4 millions de tonnes de CO₂, dont environ 1,5 million de tonnes d'émissions biogènes. Comme ces usines sont des sources ponctuelles pouvant être équipées de dispositifs de captage et stockage du CO₂, il est possible d'éviter presque entièrement leurs émissions grâce à l'utilisation généralisée de technologies CCS et, mieux encore, de produire des émissions négatives à partir des émissions biogènes.

D'autres branches produiront des émissions résiduelles en 2050, en particulier l'industrie chimique et pharmaceutique. Dans ces branches, la taille des sources ponctuelles est toutefois insuffisante pour utiliser les technologies CCS, si bien que les émissions résiduelles devront plutôt être compensées en recourant aux technologies d'émission négative (NET). D'après les hypothèses retenues et sans tenir compte des contributions des technologies CCS et NET, les PE2050+ considèrent que les émissions du secteur de l'industrie dans son ensemble peuvent être réduites d'ici 2050 d'environ 60 % par rapport à 1990. Si on soustrait de ce volume les contributions possibles des technologies CCS (cf. 8.9) le secteur produira encore 1,2 million de tonnes d'éq.-CO₂ en 2050.

Comme dans le secteur du bâtiment, les PE2050+ tablent sur un accroissement de l'efficacité énergétique, sur le remplacement des combustibles fossiles par des énergies renouvelables et sur le renforcement de l'électrification pour réduire les émissions du secteur de l'industrie. D'une part, toutes les branches doivent exploiter et réaliser au mieux les potentiels d'efficacité offerts par les technologies de production de chaleur (brûleurs, fours, générateurs de vapeurs, etc.) et les technologies transversales à base d'électricité (pompes, presses, moulins, etc.). De plus, les processus industriels devraient être optimisés de sorte qu'ils soient les plus efficaces possible. D'autre part, le secteur de l'industrie doit remplacer les agents énergétiques fossiles aussi complètement que possible. D'après les PE2050+, il est possible d'utiliser davantage la biomasse pour produire de la chaleur de processus à température moyenne et de remplacer le gaz naturel par des gaz renouvelables pour produire de la chaleur de processus à température élevée. Dans l'industrie alimentaire, l'industrie du papier et l'industrie chimique, l'électrification de la production de chaleur offre également des potentiels (modérés). Par ailleurs, il est possible de chauffer les bâtiments en remplaçant les énergies fossiles par des pompes à chaleur et des systèmes de chaleur à distance.

La figure 17 montre l'évolution de la consommation énergétique du secteur de l'industrie (hors conversion d'énergie) en fonction de l'agent énergétique (à gauche) et de l'application (à droite). On constate que la consommation d'agents énergétiques fossiles diminue fortement, tandis que les énergies renouvelables jouent un rôle croissant. Il apparaît également que la production de chaleur de processus conserve durablement sa prédominance sur les autres applications.

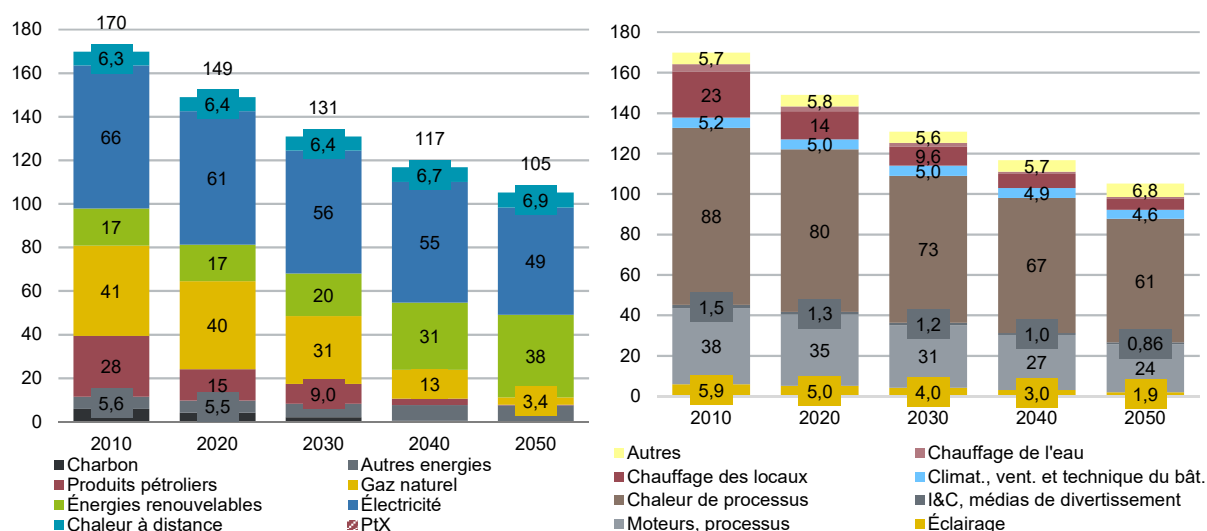


Figure 17 : Évolution de la consommation finale d'énergie par le secteur de l'industrie (hors conversion d'énergie) en fonction de l'agent énergétique (à gauche) et de l'application (à droite) en pétajoules, d'après le scénario ZÉRO base. Source : Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan 2020 ; données détaillées non publiées.

Comme le secteur de l'industrie se caractérise par une grande hétérogénéité, les possibilités et les approches visant à réduire les émissions de GES varient fortement d'une branche à l'autre. Pour mettre le secteur de l'industrie sur la voie de la réussite, il faut donc adapter les incitations en fonction de la situation. Dans leur forme actuelle, les engagements de réduction prévoient uniquement la mise en œuvre des mesures rentables, si bien qu'ils engendrent très peu de réductions supplémentaires. Une orientation cohérente vers l'objectif de zéro net est donc nécessaire à moyen terme. Son instauration le plus tôt possible sera bénéfique au pôle d'innovation que constitue la Suisse et elle offrira des opportunités de croissance à de nombreuses branches. Il faudra alors veiller à ce que les activités fortement émettrices ne soient pas délocalisées à l'étranger.

Le second défi consiste à réduire les émissions qui sont difficilement évitables sur un plan technique, en particulier celles générées par la production du ciment et l'incinération des déchets. Les techniques de captage du CO₂ nécessaires pour relever ce défi n'ont pas encore été éprouvées par la pratique. Elles devront être mises sur le marché d'ici quelques années.

8.3 Secteur des transports

En vue de réduire à zéro ses émissions nettes de GES, la Suisse définit comme suit l'objectif à atteindre d'ici 2050 dans le secteur des transports (sans le transport aérien international) :

Objectif 2050 : à de rares exceptions, le transport national n'émet plus de GES à partir de 2050.

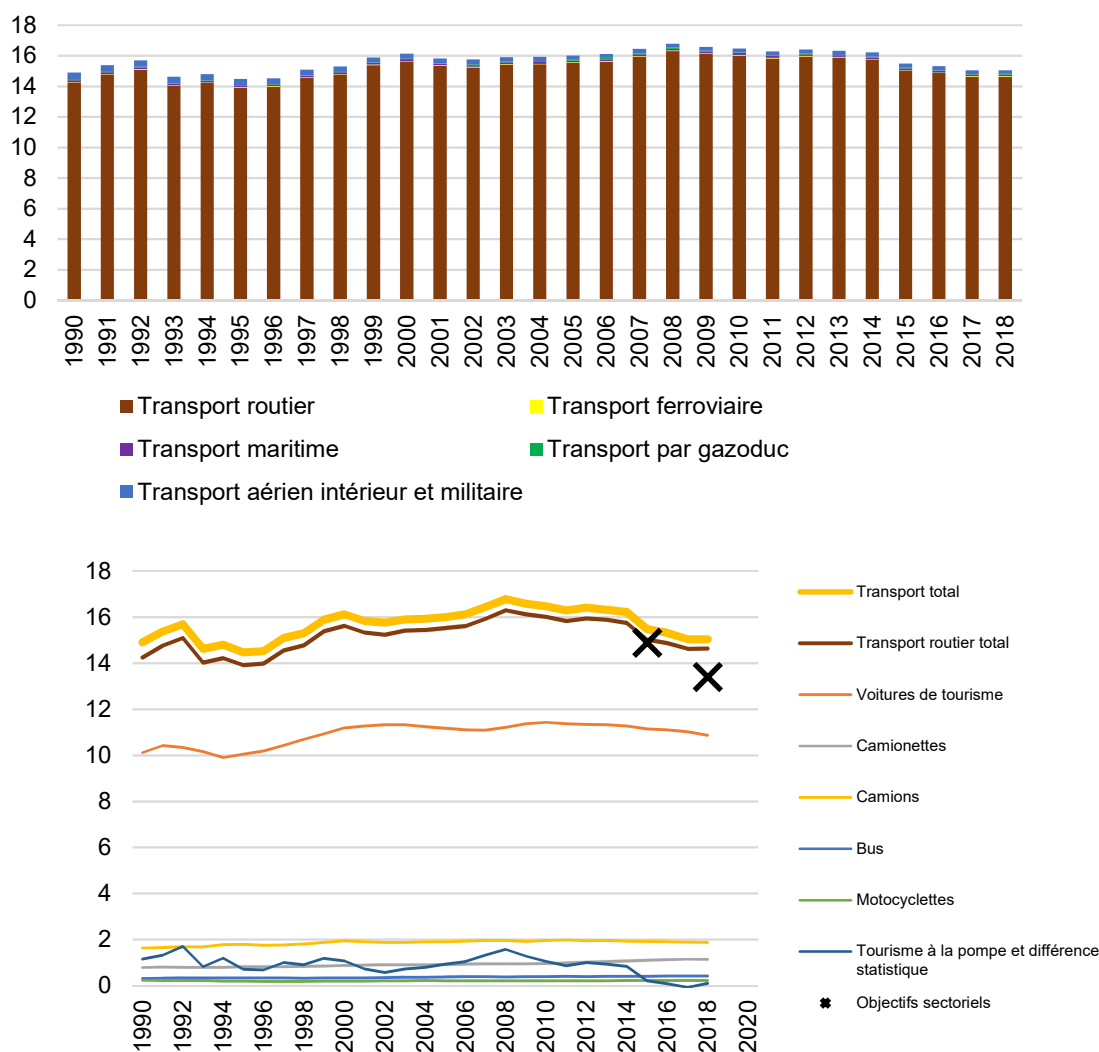


Figure 18 : Évolution des émissions du secteur des transports en millions de tonnes d'éq.-CO₂ (en haut : émissions du secteur des transports dans son ensemble, par catégorie ; en bas : émissions du seul transport routier, par sous-catégorie). Source : inventaire de la Suisse, OFEV 2020

Le secteur des transports englobe les émissions du transport (1A3) et celles du transport militaire (1A5). Dans l'inventaire, le domaine 1A3 est réparti selon les catégories suivantes : transport routier, transport

aérien intérieur (sans militaire), chemin de fer, navigation et transport par gazoduc. En 2018, le total des émissions du secteur des transports s'est établi à 15 millions de tonnes d'éq.-CO₂, soit légèrement au-dessus des émissions de 1990 (14,9 millions). Le transport routier étant responsable de ces émissions à près de 97 %, la présente section lui est entièrement consacrée. Dans l'inventaire, le transport aérien international ne fait pas partie du secteur des transports mais constitue un domaine à part.

En 2015, le secteur des transports a clairement manqué l'objectif intermédiaire fixé dans l'ordonnance sur le CO₂ – à savoir une diminution des émissions jusqu'à leur niveau de 1990 – puisqu'il a atteint 15,48 millions de tonnes d'éq.-CO₂. Selon toutes prévisions, il devrait également manquer l'objectif pour 2020 (réduction de 10 % par rapport à 1990) figurant dans le rapport explicatif sur l'ordonnance sur le CO₂. Cela s'explique entre autres par le fait que l'obligation de compenser à laquelle sont soumis les importateurs de carburants fossiles génère de très faibles réductions d'émissions dans le secteur des transports, la plupart des projets de compensation étant réalisés dans les autres secteurs. D'ici 2030, les mesures prévues par la loi sur le CO₂ totalement révisée permettront d'obtenir une diminution des émissions de l'ordre de 25 % par rapport à 1990.

La figure 19 montre l'évolution technologiquement possible des émissions générées par le secteur des transports (graphique de gauche) et par le transport routier (graphique de droite, en fonction des catégories) par comparaison entre les scénarios PEA et ZÉRO base. D'après les PE2050+, le secteur des transports est capable, d'un point de vue technologique, d'atteindre la neutralité GES d'ici 2050. Par rapport au scénario PEA, cela suppose toutefois des réductions d'émissions nettement plus conséquentes.

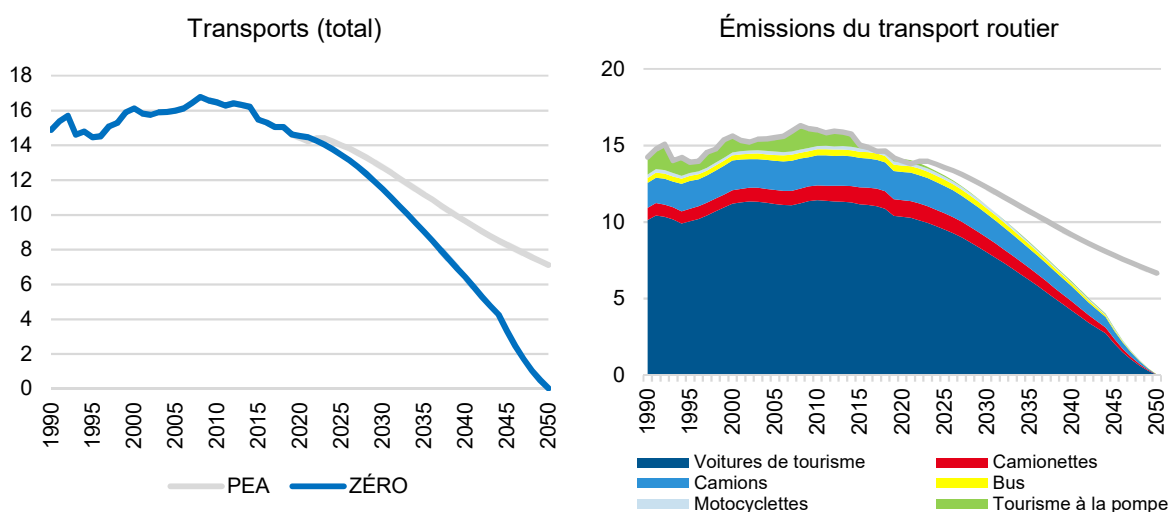


Figure 19 : Évolution des émissions de GES dans le secteur des transports dans son ensemble (à gauche) et dans le transport routier (à droite) en millions de tonnes d'éq.-CO₂, d'après les PE2050+. Source : Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan 2020 ; données détaillées non publiées.

Dans les PE2050+, la prestation kilométrique et la répartition modale route-rail correspondent aux prévisions du scénario de référence des Perspectives de transport 2040⁴⁵. Ils sont identiques pour tous les scénarios des PE2050+, avec une prestation kilométrique en forte augmentation jusqu'en 2060. Les PE2050+ expliquent la réduction des émissions (par rapport au scénario PEA) par un changement dans la composition du parc de véhicules, par une électrification complète, par le recours intégral à des carburants neutres en matière de GES et par une hausse de l'efficacité, ce dans toutes les catégories de véhicules (voitures de tourisme, véhicules utilitaires légers, véhicules utilitaires lourds). Grâce à ces mesures, les émissions par kilomètre parcouru devraient diminuer beaucoup plus vite qu'elles ne l'ont fait jusqu'à présent.

⁴⁵ Office fédéral de l'aménagement territorial (2016)

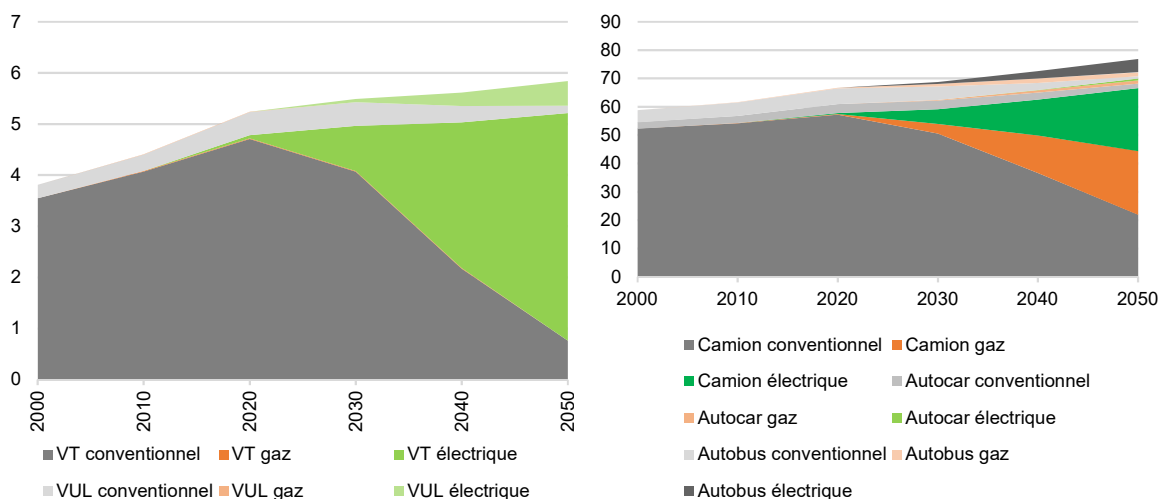


Figure 20 : Évolution jusqu'en 2050 du parc des voitures de tourisme VT et des véhicules utilitaires légers VUL (à gauche, en millions d'unités) et du parc des véhicules utilitaires lourds VUL (à droite, en milliers d'unités) selon le scénario ZÉRO base des PE2050+, par catégories de véhicules. Source : Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan 2020 ; données détaillées non publiées.

Dans les PE2050+, la réduction à long terme des émissions générées par les voitures de tourisme et les véhicules utilitaires légers résulte de l'électrification généralisée des parcs de véhicules : comme le montrent les graphiques de la figure 20, la part des voitures de tourisme équipées d'un moteur à combustion diminue à partir de 2020 et celle des voitures neuves à propulsion électrique augmente rapidement après 2030. Pour de nombreuses utilisations, les PE2050+ estiment qu'il existera dès 2025–2030 une équivalence de coûts entre les véhicules électriques et les véhicules conventionnels. Dépassant 400 km, l'autonomie moyenne d'une voiture de tourisme équipée d'une batterie électrique sera alors suffisante pour l'immense majorité des utilisateurs. Sur le long terme, les véhicules à batterie joueront de loin le rôle le plus important : en 2050, ils représenteront 90 % du parc neuf des voitures de tourisme et des véhicules utilitaires légers ; les 10 % restants seront des véhicules neufs dotés de piles à combustibles, pour des utilisations nécessitant une autonomie plus importante ou un temps de ravitaillement court (sur le graphique, les véhicules dotés de piles à combustibles sont inclus dans les catégories « VT électriques » et « VUL électriques »). Dans tous les scénarios, les propulsions hybrides sont inévitables pendant la phase de transition mais sont remplacées à plus long terme par des véhicules purement électriques. L'énergie de propulsion nécessaire est représentée pour moitié environ par des carburants renouvelables, des biocarburants ou des carburants produits à l'aide d'électricité, utilisés dans des moteurs à combustion. D'après les PE2050+, l'exploitation des voitures de tourisme et des véhicules utilitaires légers équipés d'un moteur à combustion qui seront encore en circulation en 2050 aura globalement un bilan neutre en matière de GES.

D'après les PE2050+, les piles à combustibles équiperont principalement le parc neuf des véhicules utilitaires lourds. Les carburants renouvelables biogènes ou produits à l'aide d'électricité ne trouveront une application dans le transport routier que s'ils ne sont pas utilisés dans d'autres domaines pour lesquels il existera moins de solutions alternatives. Dans le cas des véhicules utilitaires lourds, le biogaz pourrait jouer un rôle important au cours d'une période de transition. Les PE2050+ prévoient également l'utilisation massive de véhicules électriques dans les transports publics urbains. Il faut toutefois s'attendre à ce que le trafic longue distance des poids lourds continue d'utiliser durablement des véhicules à moteur diesel, qui pourront toutefois fonctionner avec des carburants renouvelables (produits à l'aide d'électricité ou biogènes) ; d'après les PE2050+, ils représenteront encore 20 % du parc neuf en 2050.

Selon des modélisations liées aux transports, le trafic voyageurs et le transport de marchandises vont continuer d'augmenter en raison de la croissance économique et démographique attendue. Cette augmentation du nombre de kilomètres parcourus va accroître les besoins en énergie ainsi que la pression sur les infrastructures et sur l'environnement. S'il existe des technologies capables de mettre le secteur des transports sur la voie de la neutralité GES, elles ont encore trop de mal à s'imposer. Des conditions-cadres, claires et largement acceptées, sont donc nécessaires pour accélérer la percée de ces technologies.

La préservation des ressources dans tous les domaines environnementaux (p. ex. extraction de matières premières pour la fabrication des batteries de véhicules électriques et recyclage de celles-ci) et l'efficacité énergétique (s'agissant p. ex. de l'utilisation des carburants synthétiques) sont d'autres défis à relever pour que les transports atteignent la neutralité GES. Souvent, les analyses relatives au secteur des transports considèrent uniquement les effets sur le climat pendant la phase d'exploitation, ce qui est conforme aux règles internationales en vigueur. Sur le long terme, il faut toutefois prendre en considération les répercussions climatiques du cycle de vie complet des véhicules, des chaînes de transport et des infrastructures de mobilité (qui correspondent en substance à des réductions d'émissions dans le secteur de l'industrie). La possibilité d'intégrer les émissions produites sur l'ensemble du cycle de vie dans la réglementation des émissions d'un parc est à l'étude au niveau européen. Une proposition de la Commission européenne quant au recensement de ces émissions devrait être disponible d'ici la fin 2023.

La numérisation peut avoir un impact positif sur la réduction des émissions de GES du secteur des transports. Le travail à domicile et les formes de collaboration numérique peuvent entraîner une diminution des trajets et, partant, de la consommation énergétique. Les prestations de mobilité multimodales permettent de combiner plusieurs moyens de transport efficaces en termes de consommation énergétiques et respectueux du climat. En outre, les émissions de CO₂ générées par le commerce en ligne sont en moyenne moins élevées par commande, à condition que les envois soient groupés de manière efficace. De plus, les trajets en voiture autonome peuvent eux aussi être réduits grâce au covoiturage. Afin que ces potentiels puissent être exploités, des conditions-cadres adéquates doivent être établies.

Enfin, un transfert renforcé du trafic de la route au rail représente également un gros potentiel de réduction. Un transfert du trafic au profit du rail contribue fortement à la diminution des émissions de GES ainsi qu'à un développement territorial respectueux du climat, à condition toutefois que l'électricité (supplémentaire) utilisée soit produite avec des énergies renouvelables et durables. Il s'agit d'utiliser au mieux les innovations technologiques et les avantages du rail, en particulier sa capacité de transport élevée sur une petite surface et sa consommation d'énergie relativement faible lorsque le taux d'occupation est suffisant. Ce constat vaut pour le transport de marchandises notamment. Des changements novateurs sont nécessaires pour que les marchandises soient transportées par le rail de façon concurrentielle et respectueuse du climat.

8.4 Secteur du transport aérien international

En vue de réduire à zéro ses émissions nettes de GES, la Suisse définit comme suit l'objectif à atteindre d'ici 2050 dans le secteur du transport aérien international :

Objectif 2050 : le transport aérien international au départ de la Suisse ne produit si possible plus d'émissions nettes ayant un impact sur le climat à partir de 2050. Cet objectif se concrétise ainsi :

- les émissions de CO₂ d'origine fossile atteignent le niveau de zéro net ;
- les autres effets sur le climat diminuent ou sont compensés par d'autres mesures.

À ce jour, les émissions de GES du transport aérien international au départ de la Suisse (au même titre que celles du transport maritime international) ne sont pas prises en compte dans l'objectif de réduction fixé dans la loi sur le CO₂. Elles sont certes recensées séparément dans l'inventaire, mais elles ne contribuent pas à la réalisation de l'objectif. Si les rejets de GES du transport maritime international sont quasiment insignifiants pour la Suisse, ceux du transport aérien international jouent au contraire un rôle croissant. En 2018, le transport aérien international a émis près de 5,7 millions de tonnes d'éq.-CO₂ (dont 5,6 millions de tonnes de CO₂), ce qui représentait environ 11 % du volume total des émissions de GES de la Suisse et 13 % du volume total de ses émissions de CO₂⁴⁶.

Au vu de l'augmentation jusqu'ici constante du trafic aérien international et de sa responsabilité croissante du point de vue de la politique climatique, 193 États membres de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), dont la Suisse, ont adopté en 2016 un régime de compensation et de réduction

⁴⁶ Pour que le bilan global soit aussi complet que possible, les émissions sont calculées selon le principe de la quantité vendue. Dans le cas du transport aérien international, cela signifie que les émissions d'un vol sont attribuées au pays dans lequel le carburant nécessaire au vol a été acquis. Si l'on appliquait le principe de territorialité au lieu du principe de la quantité vendue (en se fondant sur le microrecensement des transports pour connaître les distances parcourues chaque année), les émissions générées par les résidents suisses atteindraient environ 7,7 millions de tonnes de CO₂.

de carbone pour l'aviation internationale appelé CORSIA⁴⁷, auquel participe également la Suisse. Pour le transport aérien international, le CORSIA vise une croissance neutre en CO₂. Jusqu'en 2026, la participation des États membres aux obligations de compensation se fait sur base volontaire⁴⁸. Pour l'heure, le régime s'applique en l'état jusqu'en 2035 et il sera ensuite reconduit ou remplacé par un nouveau régime en fonction de son efficacité.

Dans son contre-projet direct à l'initiative pour les glaciers, le Conseil fédéral propose d'intégrer les émissions du transport aérien international dans l'objectif de zéro net d'ici 2050, dans la mesure où cela est scientifiquement et techniquement en accord avec les données figurant dans l'inventaire. Pour l'heure, cette prise en compte est possible pour le CO₂, le méthane (CH₄) et le protoxyde d'azote (N₂O). La réduction des émissions de CO₂ constitue donc une priorité dans un avenir proche en raison de leur longue durée de vie dans l'atmosphère. En plus de ces gaz figurant dans l'inventaire, le transport aérien international génère toutefois aussi d'autres émissions ayant un impact sur le climat, notamment de la vapeur d'eau (H₂O), des oxydes d'azote (NO_x), du dioxyde de soufre (SO₂) et de la suie. Parmi ces autres émissions, les traînées de condensation et les nuages ténus qu'elles forment à haute altitude (cirrus) ont un impact climatique d'un niveau au moins semblable à celui du CO₂. Selon les connaissances actuelles, le facteur de multiplication recommandé pour mesurer l'impact climatique total à partir des seules émissions de CO₂ est d'environ 2,5 – tant pour l'impact climatique actuel des émissions passées du transport aérien que pour le budget d'émissions encore disponible qui est compatible avec le seuil de réchauffement planétaire de 1,5 degré⁴⁹. Il s'agit toutefois d'une valeur moyenne globale. En effet, le facteur peut fortement varier d'un vol à l'autre en fonction des conditions météorologiques et de l'altitude et qui comporte donc une grande part d'incertitude. C'est la raison pour laquelle ces émissions ne figurent pas dans l'inventaire actuel. En raison de leur courte durée de vie, ces émissions ont un effet limité dans le temps. Elles devront également diminuer à long terme. La réduction de ces émissions ne doit toutefois pas se faire au détriment de la diminution des émissions fossiles, dont la durée de vie dans l'atmosphère est nettement plus longue.

Le fait que les options techniques permettant de réduire les émissions du transport aérien international soient limitées constitue un autre défi. La branche de l'aviation doit recourir davantage à des carburants renouvelables et durables ainsi qu'à des systèmes de propulsion alternatifs. Les possibilités qui s'offrent à elle sont d'une part les carburants synthétiques issus d'énergies renouvelables et les biocarburants avancés et, d'autre part, les propulsions hybrides, électriques et à l'hydrogène. Mais contrairement à d'autres moyens de transport, les avions nécessitent une telle densité énergétique et sont soumis à de telles exigences techniques qu'il semble impossible, du point de vue actuel, d'utiliser des technologies de propulsion alternatives pour les avions de grande taille et sur les longs courriers, même dans un futur lointain. Par conséquent, l'utilisation de carburants synthétiques neutres en CO₂ devrait être la seule véritable alternative d'ici 2050. Ces potentiels doivent être exploités en même temps que ceux offerts par des mesures organisationnelles telles que l'optimisation des routes aériennes. Les émissions résiduelles doivent être compensées par des émissions négatives.

8.5 Secteur de l'agriculture et de l'alimentation

Dans le système alimentaire, l'agriculture est un maillon de la chaîne de valeur ajoutée qui va de la production à la consommation des denrées alimentaires, en passant par leur transformation et leur distribution. En vue de réduire à zéro ses émissions nettes de GES, la Suisse définit comme suit les objectifs à atteindre d'ici 2050 dans le secteur de l'agriculture et de l'alimentation :

Objectifs 2050 :

Grâce à des conditions-cadres favorables aux systèmes alimentaires durables, l'empreinte GES du secteur de l'alimentation est en conformité avec l'objectif de zéro net et tout nouveau transfert de GES à l'étranger est évité.

⁴⁷ de l'anglais *carbon offsetting and reduction scheme for international aviation*

⁴⁸ À ce jour (état en novembre 2020), 88 pays sont volontaires pour se soumettre à des obligations de compensation à dater du 1^{er} janvier 2021. Ces 88 pays sont responsables d'environ 77 % des émissions de l'aviation civile internationale.

⁴⁹ Neu (2020). La comparaison de l'effet climatique du CO₂, qui a une longue durée de vie dans l'atmosphère, et des autres émissions de courte durée de vie est généralement difficile et entachées d'incertitudes. Le facteur de 2,5 correspond à la meilleure valeur estimée selon les connaissances actuelles.

- Les émissions de GES de la production agricole intérieure sont inférieures d'au moins 40 % à leur niveau de 1990.
- En 2050, l'agriculture suisse contribue à l'approvisionnement alimentaire du pays à hauteur de 50 % au moins.

Les émissions de la production agricole sont réparties dans plusieurs domaines et sous-domaines de l'inventaire. Elles comprennent :

- les émissions de méthane et de protoxyde d'azote issues de la détention d'animaux de rente, ainsi que les émissions de protoxyde d'azote et de CO₂ issues de l'utilisation d'engrais dans les sols agricoles (catégorie 3 de l'inventaire) ;
- les GES émis par la combustion de carburants et de combustibles fossiles dans des serres et des installations de séchage du fourrage, ainsi que les GES émis par les engins et les véhicules agricoles (inclus dans 1A4c) ;
- le bilan carbone des sols minéraux et organiques utilisés à des fins agricoles et de la biomasse cultivée sur ces sols (4B et en partie 4C).

Les GES générés par la production à l'étranger des engrais et des aliments pour animaux importés n'entrent pas dans les limites du système d'élaboration des rapports climatiques nationaux. Conformément aux règles internationales, ils sont attribués au pays d'origine.

En 2018, le total des émissions de GES de l'agriculture s'est établi à 7,3 millions de tonnes d'éq.-CO₂, soit une réduction d'environ 13 % (ou 1,1 million de tonnes) par rapport à leur niveau de 1990. L'évolution des émissions reflète en particulier les variations du cheptel bovin et de l'utilisation des engrais azotés. En stagnation depuis les années 2000, les émissions ont quitté en 2007 la trajectoire descendante définie dans la stratégie Climat pour l'agriculture⁵⁰, qui prévoit d'ici 2050 une réduction linéaire d'un à deux tiers par rapport à 1990. Selon toute probabilité, le secteur de l'agriculture va donc manquer l'objectif minimal pour 2020 indiqué par la trajectoire, à savoir une réduction des émissions à environ 7 millions de tonnes d'éq.-CO₂, ce qui représente un sixième par rapport à 1990.

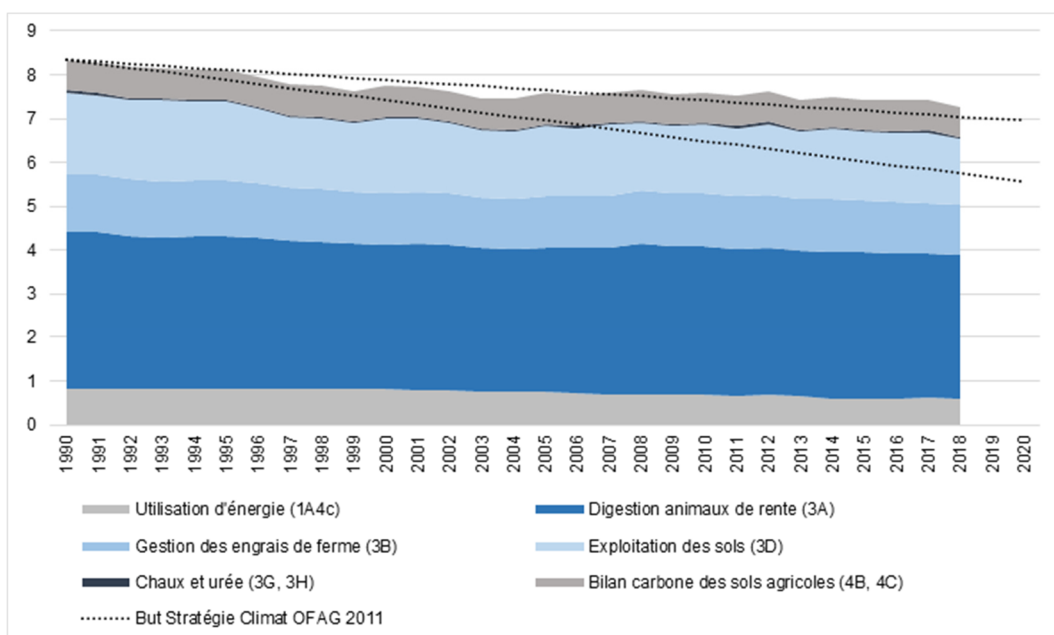


Figure 21 : Évolution des émissions du secteur de l'agriculture en millions de tonnes d'éq.-CO₂, d'après l'inventaire et par sous-domaines, avec en pointillés les trajectoires définies dans la stratégie Climat pour l'agriculture. Source : inventaire de la Suisse, OFEV 2020

La figure 21 montre l'évolution des émissions de l'agriculture depuis 1990, répartie par sous-domaine. Représentant à elles seules près du 45 % du volume global, les émissions de méthane liées au processus de digestion des animaux de rente constituent le sous-domaine le plus important. Viennent ensuite

⁵⁰ OFAG (2011)

les émissions de protoxyde d'azote générées par l'exploitation des sols (20 %) et les émissions de méthane et de protoxyde d'azote liées à l'entreposage des engrais de ferme (16 %).

En Suisse, l'élevage est une activité de grande importance : 70 % des surfaces agricoles sont exploitées comme surfaces herbagères pour nourrir des ruminants et près de 60 % des terres arables sont consacrées à la production d'aliments pour animaux. L'importation en Suisse de fourrages produits à l'étranger correspond à une surface cultivée supplémentaire d'environ 250 000 ha. Enfin, près de la moitié des denrées alimentaires produites en Suisse sont issues de la production animale. La part de la production animale dans les émissions agricoles de GES est de l'ordre de 85 %⁵¹.

L'inventaire recense les émissions que la production agricole génère en Suisse jusqu'à la sortie de la ferme. Les émissions produites en aval pour la transformation, la distribution et la consommation de produits alimentaires sont attribuées au secteur de l'industrie et à celui des services. D'autres émissions sont également générées à l'étranger pour les produits alimentaires que la Suisse importe en grande quantité. Pour obtenir une représentation plus complète des émissions liées à la consommation nationale de produits alimentaires, il faut donc se baser sur l'empreinte GES, qui intègre également les émissions produites en aval et les émissions liées à l'importation. En 2018, l'empreinte des ménages pour le poste de dépenses des produits alimentaires était de l'ordre de 15,6 millions de tonnes d'éq.-CO₂ d'après la comptabilité environnementale de l'Office fédéral de la statistique⁵², soit une valeur d'environ deux tonnes d'éq.-CO₂ par personne. Cette valeur inclut également les déchets alimentaires. La part des émissions liées à l'importation était de 68 %.

La protection douanière, les paiements directs et les exigences liées aux prestations écologiques requises (PER) sont des éléments importants de la politique agricole. Les instruments à incidence climatique actuellement en vigueur ou planifiés dans le secteur de l'agriculture et de l'alimentation sont les suivants :

- le financement de projets de recherche et de vulgarisation peut créer des bases de décision pour la politique agricole et aider les exploitations à mettre en pratique les connaissances scientifiques. Cet instrument a déjà été utilisé par la Confédération pour soutenir divers projets de recherche, notamment la création par l'association AgroCleanTech d'une plateforme de diffusion d'informations et d'échange de connaissances sur l'énergie et sur la protection du climat ;
- le cofinancement de projets dans le cadre du programme Ressources permet d'explorer de nouvelles façons d'améliorer l'utilisation durable des ressources naturelles dans l'agriculture. Deux projets Ressources en rapport avec la protection du climat sont en cours depuis 2016 : le projet d'IP-Suisse vise à élaborer et à mettre en œuvre un système de points basé sur un catalogue de mesures, dont la finalité est d'inciter les exploitants agricoles à s'engager davantage pour la protection du climat ; le projet de l'association AgroCO₂ncept Flaachtal aide les agriculteurs à réaliser les potentiels d'optimisation que recèle leur exploitation individuelle, grâce à un bilan de GES personnalisé et des conseils ciblés ;
- la promotion de la qualité (au sens de l'OQuaDu) permet de soutenir des projets innovants qui influent positivement sur la qualité et la durabilité des produits agricoles suisses. Des possibilités de contribution à la réduction des émissions de GES existent aussi dans le cadre de la promotion des ventes, du programme de protection des eaux, du développement rural, des améliorations structurelles et de la sélection animale et végétale. Par ailleurs, les grandes exploitations souhaitant se faire exempter de la taxe sur le CO₂ prélevée sur les combustibles fossiles peuvent prendre un engagement de réduction vis-à-vis de la Confédération, comme le font déjà des entreprises individuelles de production sous serre et des entreprises de transformation ;
- les producteurs et les importateurs de carburants fossiles ont l'obligation de compenser une partie des émissions de CO₂ liées aux transports en soutenant des projets nationaux de réduction des émissions. À ce jour, plusieurs projets de compensation (installations de méthanisation, utilisation d'un engrais spécifique) ont été enregistrés dans le domaine de l'agriculture.

⁵¹ Bretscher/Ammann/Wüst/Nyfeiler/Felder (2018)

⁵² Office fédéral de la statistique, Comptabilité environnementale, <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiken/raum-umwelt/umweltgesamtrechnung/luftemissionen.html>

D'après le message relatif à la révision totale de la loi sur le CO₂ pour la période postérieure à 2020⁵³, un objectif sectoriel de réduction d'émissions est également prévu pour le secteur de l'agriculture. S'appuyant sur l'objectif fixé dans la stratégie Climat pour l'agriculture, le Conseil fédéral a proposé une réduction de l'ordre de 20 à 25 % en 2030 par rapport aux émissions de 1990). Cette réduction doit être réalisée en priorité par des mesures fixées dans la législation sur l'agriculture. Comme indiqué dans le message relatif à l'évolution future de la Politique agricole à partir de 2022 (PA22+), l'agriculture doit commencer par réduire ses émissions de GES de 10 % par rapport à 2015 pour l'année 2025. Cet objectif intermédiaire correspond à une réduction d'environ 19 % par rapport au niveau de 1990, ce qui est conforme à l'objectif minimal fixé dans la stratégie Climat pour l'agriculture. Il doit être atteint en particulier grâce à des exigences et des incitations supplémentaires dans les domaines des PER, des paiements directs et des améliorations structurelles et par l'intermédiaire de projets pilotes et de réseaux :

- dans le domaine des PER, la limite de tolérance de 10 % et les autres déductions possibles dans le bilan des éléments fertilisants doivent être supprimées. D'autre part, les fournisseurs d'éléments fertilisants (engrais minéraux, aliments pour animaux) doivent être tenus de communiquer les livraisons qu'ils font à des exploitations agricoles ;
- dans les domaines des paiements directs, il est prévu des contributions au système de production pour la limitation de l'apport de protéines brutes dans l'alimentation des ruminants, pour une durée d'utilisation plus longue des vaches, pour la réduction d'ammoniac dans la garde d'animaux, pour une utilisation d'azote plus efficace dans les cultures des champs et les cultures spéciales, pour l'encouragement de la formation d'humus ou de la fertilité des sols et pour le développement de systèmes agroforestiers. Il est également prévu de réduire l'utilisation des énergies fossiles ; le remplacement des machines fonctionnant à ces énergies doit être facilité par des crédits d'investissements (facultatifs), et l'utilisation de machines de substitution doit elle aussi être encouragée (de façon limitée dans le temps) par des contributions aux systèmes de production. Sur la base de stratégies agricoles régionales, des contributions doivent également être versées pour la promotion d'une agriculture adaptée aux conditions locales. Enfin, la Confédération doit avoir la possibilité d'accorder des aides à l'investissement pour les technologies innovantes visant à réduire les effets négatifs sur l'environnement ;
- les projets pilotes et de démonstration qui contribuent à la mise en relation de la recherche, de la formation et de la vulgarisation avec la pratique du secteur agroalimentaire doivent pouvoir être soutenus financièrement. Il en va de même pour les réseaux de compétences et d'innovation pour la sélection végétale et animale, pour la santé des animaux (de rente) et pour le bien-être animal. Par ailleurs, la législation sur la sélection animale doit être adaptée de sorte que les effets sur l'environnement soient pris en compte dans le calcul du soutien de l'État.

En 2050, l'agriculture suisse aura toujours vocation à fournir une part importante des produits alimentaires consommés par la population. Or la production de denrées alimentaires est génératrice d'émissions, dont certaines ne peuvent pas être évitées. D'après les informations scientifiques actuellement disponibles, il est possible de réduire de moitié les émissions de l'agriculture suisse d'ici 2050 (par rapport à 1990) tout en atteignant un taux d'auto-provisionnement plus élevé, à condition que le potentiel que recèle l'économie alimentaire soit lui aussi exploité de manière conséquente. Les émissions liées à l'alimentation pourraient même diminuer de 75 % par rapport à aujourd'hui (passant de 2 à 0,5 tonne d'éq.-CO₂ par personne et par an).

⁵³ Message relatif à la révision totale de la loi sur le CO₂ pour la période postérieure à 2020, FF 2018 229

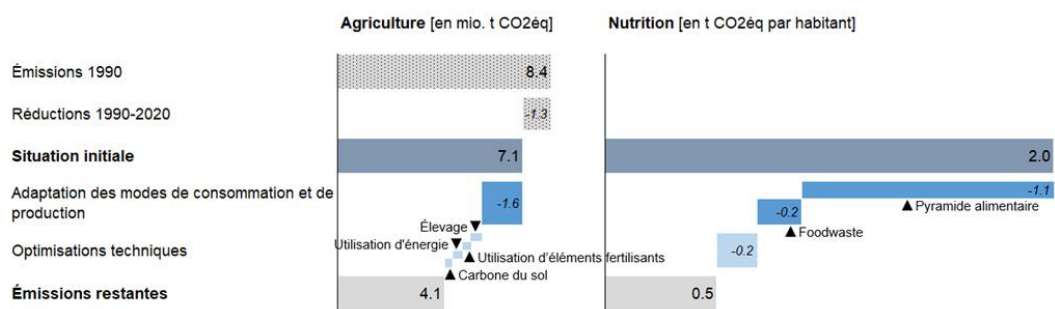


Figure 22 : Émissions de GES et potentiels de réduction d'ici 2050 dans les secteurs de l'agriculture et de l'alimentation, sous l'angle de la production et celui de la consommation (d'après l'inventaire et selon la comptabilité environnementale)

La Figure montre les contributions possibles des différents groupes de mesures en fonction de leurs potentiels de réduction d'ici 2050, du point de vue actuel et dans un scénario idéal. Elle s'appuie sur les émissions de GES de l'agriculture en chiffres absolus (sous l'angle de la production, selon le principe de territorialité et conformément à l'inventaire ; à gauche) et l'empreinte GES de l'alimentation par personne (sous l'angle de la consommation, avec les émissions générées à l'étranger pour des produits importés, mais sans les émissions générées en Suisse pour des produits exportés, conformément à la comptabilité environnementale ; à droite).

Il apparaît que c'est l'adaptation des modes de consommation et de production qui permet de contribuer le plus à réduire les émissions. En créant des conditions-cadres adéquates, il serait possible, en plus de promouvoir la santé de la population, de réduire d'au moins 50 % l'empreinte GES de ce secteur et certains autres impacts environnementaux négatifs. Une réduction totale de 66 % est même possible si les déchets alimentaires des ménages sont entièrement évités⁵⁴.

Du côté de la production, l'utilisation des surfaces se modifie : alors que les surfaces herbagères peuvent pour la plupart continuer à être utilisées pour l'élevage laitier, les terres cultivables sont utilisées pour la production alimentaire lorsque cela est possible et judicieux. Les émissions de GES de l'agriculture suisse peuvent ainsi être réduites de plus d'un cinquième par rapport au niveau actuel⁵⁵.

En complément, les émissions des secteurs agricole et alimentaire peuvent aussi être réduites en optimisant les techniques utilisées. Dans la production agricole, il s'agit d'améliorer l'efficacité de la gestion des troupeaux et de l'affouragement (élevage), de gérer les engrais avec le moins de pertes possible (usage de l'azote), de préserver les réserves de carbone dans les sols marécageux (carbone du sol) et de remplacer entièrement les carburants et les combustibles fossiles par des agents énergétiques renouvelables (utilisation de l'énergie). Ce dernier point concerne aussi les domaines de la transformation et du commerce, situés en aval.

Selon les connaissances actuelles et d'après les hypothèses retenues, la production agricole intérieure continuera d'émettre en 2050 près de 4,1 millions de tonnes d'éq.-CO₂ qui ne pourront pas être évitées et devront donc être compensées par des émissions négatives. Reste à déterminer dans quelle mesure il serait possible de réduire encore les émissions ou de les compenser grâce à l'augmentation durable des réserves de carbone dans les sols agricoles et dans la biomasse (p. ex. production d'humus, charbon végétal, agroforesterie).

Les émissions de GES issues de la production agricole sont principalement liées à des processus biologiques et biophysiques et proviennent de sources diffuses pouvant varier fortement dans l'espace et dans le temps. Comme les exploitations agricoles sont par ailleurs très différentes les unes des autres, il est difficile de concevoir des mesures simples et universelles et d'établir un bilan précis des émissions de GES à l'échelle d'une exploitation individuelle. D'une part, il existe toujours un énorme besoin en matière de recherche et d'analyse de données. D'autre part, les grands émetteurs sont connus depuis longtemps et incontestés. Il y a donc lieu d'intensifier la recherche et la numérisation, mais sans que cela freine ou empêche la réalisation simultanée des potentiels de réduction déjà identifiés de manière certaine.

⁵⁴ Zimmermann/Nemecek/Waldvogel (2017)

⁵⁵ Bretscher/Ammann/Wüst/Nyfeler/Felder (2018)

La coexistence d'une stratégie axée sur la protection du climat et d'une stratégie globale pour le développement durable peut occasionner des conflits d'objectifs. D'un côté, les ruminants nourris principalement à l'herbe jouent un rôle crucial dans le pays d'herbages qu'est la Suisse ; de l'autre, l'empreinte GES de ce mode de production et des produits ainsi obtenus ne doit pas être négligée. Il existe des conflits d'objectifs similaires dans le champ de tension qui oppose le travail du sol et l'emploi d'herbicides. Il convient, lors d'une première étape, de mettre au jour tous les conflits d'objectifs existants, puis de les résoudre dans toute la mesure du possible. Dans ce contexte, il s'agit de chercher des solutions équilibrées.

8.6 Secteur financier

En vue de réduire à zéro ses émissions nettes de GES, la Suisse définit comme suit l'objectif à atteindre d'ici 2050 dans le secteur financier :

Objectif 2050 : en conformité avec l'objectif défini dans l'Accord de Paris, les flux financiers de la Suisse sont orientés d'ici 2050 vers un développement compatible avec un développement à faible émission et résilient aux changements climatiques.

Dans son article 2.1c, l'Accord de Paris prévoit de « rendre les flux financiers compatibles avec un profil d'évolution vers un développement à faible émission de gaz à effet de serre et résilient aux changements climatiques ». Pour les marchés financiers, l'existence d'une économie réelle compatible avec la protection du climat serait théoriquement le moyen le plus efficace d'atteindre l'objectif de zéro net visé, puisque les investissements et les financements seraient alors orientés « automatiquement » vers cet objectif. Constatant toutefois que l'urgence de la situation a augmenté et que la réalité politique rend difficile la mise en œuvre de l'internalisation à l'échelle mondiale, la communauté internationale s'est entendue sur le fait que les marchés financiers doivent également jouer un rôle proactif dans la transition vers une économie mondiale respectueuse du climat. En ratifiant l'Accord de Paris, la Suisse s'est engagée à orienter les flux financiers de manière à ne pas nuire au climat. Cet objectif est d'ailleurs ancré explicitement dans l'article consacré au but de la loi sur le CO₂ totalement révisée. Le secteur financier joue un rôle majeur dans la réalisation des objectifs climatiques et dans les adaptations fondamentales que l'économie mondiale doit opérer rapidement pour atteindre d'ici 2050 l'objectif de zéro net.

Représentant plus de 9 % du PIB, le secteur financier est un secteur important de l'économie suisse. Il comprend notamment les assurances, les institutions de prévoyance et les fondations, qui sont des investisseurs institutionnels possédant ou gérant d'importants actifs (*asset owners*). Les actifs des institutions de prévoyance gérés par la Banque nationale suisse dans le cadre de son mandat de politique économique et monétaire sont du même ordre de grandeur que ceux dont elle dispose. Les intermédiaires qui conseillent les clients institutionnels et privés et gèrent leur fortune (*asset managers*) sont d'autres acteurs importants des marchés financiers ; il s'agit en particulier des banques, des directions de fonds et des maisons de titres. Les sociétés de conseil, les agences de notation de crédit (étrangères) et les bourses sont d'autres acteurs dont les activités peuvent avoir, sur les acteurs précités, une influence pertinente en matière de protection du climat.

Les différents acteurs des marchés financiers sont étroitement liés entre eux ainsi qu'avec les secteurs de l'économie réelle (notamment le bâtiment, l'industrie et les transports), en particulier via le marché hypothécaire et le marché du crédit nationaux et à travers les investissements réalisés dans des sociétés suisses et étrangères. D'une part, les conditions-cadres globales qui régissent l'économie réelle et les signaux qu'elles envoient en matière de prix ont une influence sur les activités des acteurs financiers et sur leurs évaluations de risques. D'autre part, les prestations de conseil, les offres et les conditions que les acteurs financiers proposent aux entreprises et aux ménages créent des incitations avec des répercussions différentes sur le climat. Par leurs décisions d'investissement et de financement, leur dialogue avec les entreprises et leur engagement politique, les acteurs des marchés financiers influencent également les développements liés au climat au sein même de l'économie réelle : plus ils sont conscients de l'impact climatique de leurs activités d'investissement et de financement et plus ils rapportent avec transparence et en détail les décisions et les offres correspondantes, plus les clients, les assurés, les décideurs politiques et les autorités de surveillance peuvent prendre leurs décisions en connaissance de cause.

Jusqu'à présent, les investisseurs se sont toujours intéressés davantage à l'influence que les changements climatiques et leur atténuation pouvaient avoir sur leurs actifs (risques climatiques encourus) qu'à

l'influence qu'ils pouvaient exercer eux-mêmes sur l'atténuation de ces changements. C'est aussi ce que confirme une expertise commandée par l'OFEV, selon laquelle il existe aujourd'hui déjà des acteurs financiers qui, conformément aux exigences légales, prennent en considération les risques matériels, y compris les risques climatiques, et qui sont tenus d'en faire rapport. Mais contrairement à la présentation des analyses de risques, la présentation des informations relatives à l'impact climatique à court et long termes des décisions d'investissement et de financement n'est toujours pas exigée de façon explicite par la législation sur les marchés financiers⁵⁶.

En accordant toujours plus d'attention aux différents risques, les autorités de surveillance et les banques centrales contribuent à sensibiliser les acteurs des marchés financiers à l'importance de la thématique. Pour autant, rien ne permet de supposer que ces acteurs, sur la base de leurs analyses de risques, prennent également des mesures ayant un impact positif sur le climat, c'est-à-dire des mesures qui contribuent à l'atténuation des changements climatiques et à la transition vers une nouvelle ère à faible émission.

Les constatations faites jusqu'à présent montrent que les investissements sur le marché financier suisse soutiennent insuffisamment les objectifs climatiques, ce qui indique que l'économie mondiale n'est pas sur la bonne voie pour remplir les engagements pris dans le cadre de l'Accord de Paris⁵⁷. En d'autres termes, les acteurs du marché financier investissent encore trop massivement dans des entreprises qui planifient ou favorisent l'expansion de la production issue des technologies à fortes émissions de CO₂ (centrales à gaz, industrie pétrolière et gazière, véhicules fonctionnant à l'essence ou au diesel, etc.). Parallèlement, les investissements globaux dans des solutions de substitution à faible émission de CO₂, comme les énergies renouvelables et les véhicules à propulsion alternative, n'ont pas suffisamment augmenté. Le constat est à peu près identique pour les opérations de crédit des acteurs financiers suisses au plan mondial⁵⁸ : sur le marché mondial, l'impact climatique de cette activité est comparable à celui des entreprises cotées en bourse, ce qui n'est pas conforme à l'objectif de l'Accord de Paris.

Les investisseurs institutionnels ont placé de grandes parts de leur fortune sur le marché immobilier suisse. Ils ont la possibilité d'exercer une influence directe sur l'évolution des émissions dans le secteur du bâtiment en faisant réaliser des assainissements énergétiques et remplacer les chauffages à énergie fossile par des chauffages à énergie renouvelable. Des exemples en Suisse et à l'étranger montrent que l'assainissement de biens immobiliers présentant un standard énergétique moyen à faible peut améliorer la rentabilité des placements des investisseurs, moyennant des coûts parfois très faibles⁵⁹. À l'occasion du test de compatibilité climatique 2020, des caisses de pension ont indiqué avoir entrepris le remplacement des chauffages à combustibles fossiles par des sources renouvelables dans 30 % de leurs bâtiments. Au total, 70 % des bâtiments testés sont encore chauffés à l'huile ou au gaz, et jusqu'à 80 % dans le cas des portefeuilles hypothécaires⁶⁰.

Rien n'empêche en principe les conseillers financiers et les gérants de fortune d'interroger systématiquement leurs clients institutionnels et privés sur leurs objectifs climatiques et environnementaux et d'intégrer ces informations dans leurs activités de conseil en placement et de gestion de portefeuille. Pourtant, des enquêtes européennes révèlent que la plupart des gérants de fortune prennent encore rarement en considération les critères et risques climatiques dans leurs conseils ; ils se concentrent plutôt sur des critères financiers⁶¹. Parmi les établissements qui ont participé au test de compatibilité climatique 2020, un tiers a indiqué ne pas tenir compte des objectifs de sa clientèle en matière de protection du climat et de développement durable. Seuls 5 % des participants ont déclaré consulter régulièrement leur clientèle sur le sujet, la plupart ayant précisé que c'était à la demande du client.

Les tendances actuelles en matière d'investissements annoncent un changement. Et les marchés financiers ont la possibilité de soutenir ce changement de manière active. D'après les résultats du test de compatibilité climatique 2020, on distingue déjà des différences significatives entre les diverses classes d'investissement, mais aussi entre les portefeuilles des différents établissements financiers. Par

⁵⁶ Eggen/Stengel (2019)

⁵⁷ 2° Investing Initiative/Wüest Partner (2020)

⁵⁸ Banktrack (2018)

⁵⁹ Voir aussi <https://www.copenhageneconomics.com/publications/publication/do-homes-with-better-energy-efficiency-ratings-have-higher-house-prices-econometric-approach>

⁶⁰ 2° Investing Initiative/Wüest Partner (2020)

⁶¹ European Commission (2016) et 2° Investing Initiative (2017)

ailleurs, de plus en plus d'acteurs sont sensibilisés au fait qu'un soutien actif à la transition vers le zéro net peut offrir des opportunités : deux tiers des participants au test de compatibilité climatique 2020 déclarent ainsi poursuivre une stratégie climatique. Mais avant que ces stratégies portent leurs fruits et que les clients soient suffisamment informés sur les risques climatiques et sur l'impact de leurs propres investissements, des améliorations s'imposent : en effet, plus de la moitié des établissements qui déclarent exclure le charbon de leurs investissements détiennent toutefois encore des actions et des emprunts auprès d'entreprises qui extraient du charbon ou produisent du courant à partir de charbon⁶².

Les instruments de politique climatique actuellement en vigueur ou planifiés dans le secteur financier sont les suivants :

- *Renforcement de la responsabilité individuelle* : pour la période 2021-2030, la loi sur le CO₂ totalement révisée table d'abord sur la responsabilité individuelle du secteur financier. C'est donc au moyen de mesures volontaires que les acteurs de ce secteur doivent orienter les flux financiers de manière à les rendre compatibles avec la protection du climat. La Confédération prépare des bases et des outils, mesure régulièrement les progrès réalisés (le prochain test de compatibilité climatique est prévu en 2022) et, en cas d'effet insuffisant, étudie d'autres possibilités et incitations ;
- *Transparence et échanges* : l'ampleur et la représentativité de la participation aux tests volontaires de 2017 et 2020 témoignent du fait que la question de l'impact climatique fait l'objet d'une attention croissante. Le Conseil fédéral a chargé l'administration d'examiner s'il est nécessaire de prendre des mesures réglementaires en matière de transparence, d'obligations fiduciaires et de prise en compte des risques⁶³. Il a également abordé ces sujets dans son rapport intitulé « Le développement durable dans le secteur financier en Suisse »⁶⁴. En conséquence, le Secrétariat d'État aux questions financières internationales (SFI) – en étroite collaboration avec l'OFEV, le Secrétariat d'État à l'économie (SECO) et le Département fédéral des affaires étrangères (DFAE) – a intensifié les échanges avec la branche ainsi que les activités internationales en rapport avec la thématique ;
- *Développement des approches* : à l'avenir, le Conseil fédéral souhaiterait œuvrer à la conclusion d'accords sectoriels avec les acteurs du marché financier⁶⁵. Par ailleurs, un postulat transmis par le Conseil des États à l'automne 2019 demande que le Conseil fédéral, en s'appuyant sur les résultats des tests de compatibilité climatique, montre comment la Suisse peut rendre ses flux financiers compatibles avec les objectifs sur le climat et qu'il propose à cet effet des mesures appropriées⁶⁶. Dans ses réponses à différentes interventions parlementaires, le Conseil fédéral a déjà souligné le fait qu'il contrôle régulièrement l'impact climatique des efforts librement consentis et qu'il évalue, en s'appuyant sur ces contrôles, s'il convient de prendre des mesures allant plus loin.

En 2018 déjà, l'UE a lancé un vaste plan d'action pour le financement de la croissance durable et adopté différentes réglementations dans ce contexte⁶⁷. Une nouvelle stratégie 2020 doit encore consolider les aspects liés aux risques financiers et aux effets sur l'environnement et mobiliser davantage de fonds privés à destination du Pacte vert pour l'Europe⁶⁸. Étant donné que de nombreux acteurs du marché financier suisse distribuent des produits financiers dans l'UE, la réglementation européenne est particulièrement pertinente pour la Suisse aussi.

Les investissements et les placements financiers, les octrois de crédits et de prêts hypothécaires, les activités de conseil et les offres de produits des acteurs du marché financier suisse doivent soutenir la transition vers une économie nationale et mondiale compatible avec la protection du climat. D'ici 2050, ils doivent contribuer à la réalisation de l'objectif de zéro net des secteurs de l'économie réelle, ainsi qu'à l'adaptation aux changements climatiques. Cela suppose d'éviter à moyen terme de nouveaux

⁶² 2° Investing Initiative/Wüest Partner (2020)

⁶³ Communiqué de presse du Conseil fédéral du 6.12.2019, consultable sous <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themen/klima/mitteilungen.msg-id-76206.html>

⁶⁴ Conseil fédéral (2020)

⁶⁵ Communiqué de presse du Conseil fédéral du 26.6.2019, consultable sous <https://www.admin.ch/gov/fr/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-75599.html>

⁶⁶ Postulat 19.3966 déposé par la Commission de l'environnement, de l'aménagement du territoire et de l'énergie du Conseil des États (CEATE-E) : Compatibilité des flux financiers avec les objectifs sur le climat et renforcement de leur transparence dans le cadre de la mise en œuvre de l'Accord de Paris

⁶⁷ Commission européenne (2018)

⁶⁸ Voir https://ec.europa.eu/info/consultations/finance-2020-sustainable-finance-strategy_en

investissements et financements à destination des agents énergétiques fossiles. Par ailleurs, le marché financier peut jouer un rôle central dans la diffusion des technologies alternatives et des énergies renouvelables et œuvrer à la réduction des émissions dues à ses portefeuilles immobiliers aussi rapidement que possible et conformément à l'objectif visé.

Plus les acteurs des marchés financiers fournissent à leurs clients des informations transparentes, complètes et comparables sur l'impact climatique de leurs produits et de leurs stratégies d'entreprise, plus les clients sont en capacité de faire gérer leur fortune conformément à leurs préférences en matière de développement durable. Pour être capables de communiquer de telles informations de manière proactive et généralisée, les conseillers financiers et les gérants de fortune doivent recevoir dans ce domaine une formation initiale et continue solide et approfondie. En outre, les informations sur les impacts climatiques des flux financiers doivent être développées. L'éco-blanchiment (*greenwashing*), qui consiste à se forger une image respectueuse de l'environnement sans fondement réel, peut être contré grâce à des normes et des indicateurs fiables. Il n'existe à ce jour aucune définition universelle permettant de savoir si un produit financier est ou non compatible avec les objectifs sur le climat. La Confédération propose toutefois régulièrement des tests de compatibilité climatique gratuits, axés sur l'objectif visé et fournissant des résultats comparables. Ces tests sont coordonnés au plan international et constamment étendus⁶⁹. Une participation au test aussi représentative que possible permet d'identifier tant les progrès que les déficits. Ce type de monitoring, au même titre que des exigences minimales, des prescriptions et des normes, peut améliorer la transparence du marché et aider à prévenir l'éco-blanchiment. Dans ce domaine, la Suisse s'aligne sur des normes et des développements internationaux.

La coexistence d'horizons temporels différents constitue un défi pour les investissements compatibles avec la protection du climat. Tandis qu'aujourd'hui les décisions en matière de placement et de surveillance, de même que les systèmes d'incitations, sont axés sur le court terme (horizon de quelques mois à plusieurs années), la prise en compte des risques climatiques et des effets sur le climat s'inscrit sur la durée. Plusieurs autorités de surveillance européennes réfléchissent à la façon d'y remédier et examinent dans quelle mesure les risques climatiques pourraient être mieux couverts par des impôts ou par des exigences en matière de fonds propres et de solvabilité. Une solution consisterait à mettre en place des incitations financières afin de promouvoir des décisions d'investissement et de financement davantage compatibles avec la protection du climat. Par ailleurs, l'économie réelle mondiale a le moyen de faciliter les efforts du marché financier en envoyant des signaux en matière de prix qui respectent le climat (prix du CO₂ internalisant les coûts externes des changements climatiques).

Comme mentionné plus haut, l'UE étudie de plus en plus des approches réglementaires allant au-delà des mesures purement volontaires. Elle souhaite ainsi orienter l'ensemble du marché financier vers l'objectif visé. La Confédération se félicite des initiatives de responsabilité individuelle déjà lancées en vue de conclure des accords sectoriels et en suit régulièrement les avancées. Elle poursuivra en outre les travaux de base déjà entamés, notamment les tests de compatibilité climatique, et observera les effets des nouvelles dispositions de la loi sur le CO₂ totalement révisée relatives au contrôle des risques financiers liés au climat. En fonction des progrès réalisés d'ici 2030⁷⁰, de nouvelles approches nettement plus efficaces seront probablement nécessaires en Suisse aussi, par exemple dans le cadre réglementaire ainsi que dans la formation initiale et continue. Pour cela, il sera possible de s'appuyer sur des résultats d'études relatives à l'efficacité des mesures et sur l'expérience acquise par les représentants des établissements et de la branche qui seront le plus en avance sur la question.

8.7 Secteur des déchets

Le secteur des déchets (catégorie 5 de l'inventaire) comprend d'une part le traitement des déchets sans utilisation énergétique dans les décharges et les stations d'épuration des eaux usées et, d'autre part, la valorisation biologique. La valorisation thermique dans les usines d'incinération des ordures ménagères et des déchets spéciaux, en ce qu'elle constitue une conversion d'énergie, est affectée au secteur de l'industrie (cf. 8.2). Comme le montre le graphique de la Figure , les émissions les plus importantes sont générées par les décharges et par les stations d'épuration des eaux usées. Depuis 1990, les émissions des décharges ont sensiblement diminué (entraînant un net recul pour le secteur dans son ensemble) tandis que celles des stations d'épuration ont légèrement augmenté, notamment en raison de la croissance démographique. Le volume absolu de ces émissions est toutefois entaché d'incertitudes. Un

⁶⁹ Voir <https://www.transitionmonitor.com>

projet de recherche de l'EAWAG semble indiquer que les émissions produites par les stations d'épuration pourraient être plus de trois fois supérieures aux quantités admises jusqu'ici⁷⁰. Les contributions des autres catégories sont quasiment négligeables. En 2018, le total des émissions du secteur des déchets s'est établi à 670 000 tonnes d'éq.-CO₂, soit une réduction d'environ 37 % par rapport aux émissions de 1990.

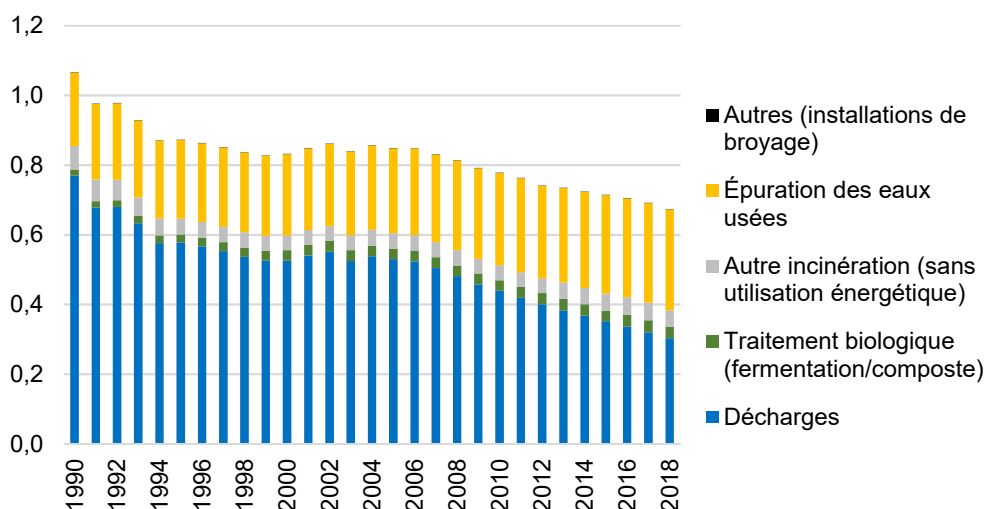


Figure 23 : Évolution des émissions du secteur des déchets de 1990 à 2018, en millions de tonnes d'éq.-CO₂. Source : inventaire de la Suisse, OFEV 2020

Depuis l'interdiction de mise en décharge entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2000, plus aucun déchet combustible n'a été déposé dans les décharges du pays. À partir de modèles adaptés, il est donc relativement facile de déterminer l'évolution des émissions issues des décharges : d'ici 2050, elles diminueront jusqu'à représenter environ 60 000 tonnes d'éq.-CO₂. Les possibilités techniques permettant de réduire ces émissions résiduelles sont limitées et la plupart d'entre elles sont déjà mises en œuvre, en particulier dans le cadre de l'obligation de compenser à laquelle sont soumis les importateurs de carburants fossiles.

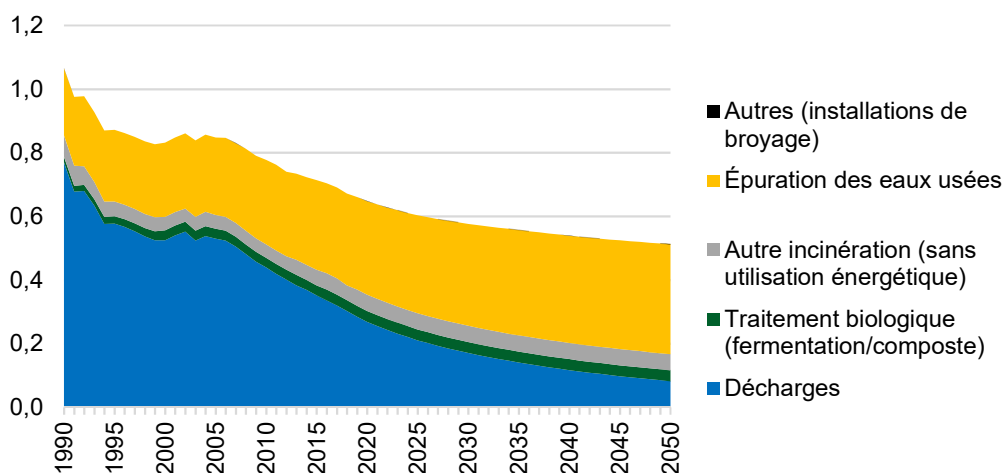


Figure 24 : Évolution possible des émissions du secteur des déchets d'ici 2050, en millions de tonnes d'éq.-CO₂

Dans les prévisions, l'évolution des émissions issues des stations d'épuration est alignée sur l'évolution démographique. Cette hypothèse prudente s'explique par la faible compréhension que nous avons aujourd'hui encore du mode d'action des mesures permettant de réduire les émissions des stations d'épuration (p. ex. réduction des émissions de méthane en recouvrant les piles de boues, réduction des émissions de gaz hilarant issus du nettoyage biologique en éliminant davantage d'azote). Il est en outre possible que les chiffres doivent être corrigés vers le haut en raison des nouvelles connaissances. Sur

⁷⁰ EAWAG (2018)

le long terme, les autres catégories d'émissions devraient conserver à peu près le même niveau qu'aujourd'hui. En 2050, le total des émissions du secteur des déchets devrait encore représenter 500 000 tonnes d'éq.-CO₂.

8.8 Gaz synthétiques

Les émissions liées à l'utilisation des gaz synthétiques (aussi appelés gaz fluorés ou gaz F ; catégorie 2 de l'inventaire sans CO₂, CH₄ et N₂O) comprennent les émissions d'hydrocarbures fluorés (HFC), d'hydrocarbures perfluorés (PFC), d'hexafluorure de soufre (SF₆) et de trifluorure d'azote (NF₃). Les HFC et les PFC sont utilisés principalement en tant que fluides frigorigènes ou sous forme de mousses pour l'isolation thermique. Le SF₆ sert en particulier de gaz isolant dans les postes électriques, tandis que le NF₃ entre dans la fabrication des écrans plats et des cellules solaires.

L'ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques définit les gaz fluorés comme des substances stables dans l'air, dont elle limite l'utilisation aux seuls emplois pour lesquels il n'existe aucune alternative à ce jour. À l'avenir, l'utilisation des gaz fluorés fera l'objet de restrictions supplémentaires. Les HFC font l'objet d'un accord international que les États qui se sont réunis à Kigali en 2016 pour la 28^e réunion des Parties au protocole de Montréal ont conclu (« amendement de Kigali »). Cet accord prévoit une réduction massive et progressive de l'utilisation des HFC. La Suisse met actuellement en œuvre les prescriptions de cet amendement, qu'elle a ratifié en novembre 2018. Elle peut également prévoir des mesures plus sévères si des technologies alternatives le permettent.

Outre les exigences légales, des programmes de compensation contribuent eux aussi à réduire les émissions liées aux fluides frigorigènes. Dans le domaine des applications industrielles et artisanales, ces programmes visent à réduire le nombre d'installations de réfrigération stationnaires qui fonctionnent avec des fluides frigorigènes particulièrement nocifs pour le climat. Selon la situation, cette réduction passe par l'une des trois mesures d'encouragement suivantes : remplacement d'installations à HCFC ou HFC⁷¹ encore opérationnelles par des installations à fluides frigorigènes naturels (« remplacement anticipé ») ; substitution des HFC particulièrement nocifs pour le climat par des fluides frigorigènes synthétiques moins nocifs, dans des installations existantes (« *drop-in* ») ; construction de petites installations de réfrigération artisanales capables de fonctionner avec un fluide frigorigène naturel à la place des HCFC.

S'agissant du SF₆, l'OFEV a conclu des accords sectoriels avec les exploitants d'appareils et d'installations électriques de couplage et avec les exploitants d'accélérateurs de particules, dans lesquels sont définis des objectifs de réduction pour les émissions d'hexafluorure de soufre. Les scénarios prévoient donc que les émissions liées à l'utilisation des gaz F vont baisser sur le long terme : en 2050, elles ne devraient pas dépasser 0,3 million de tonnes d'éq.-CO₂.

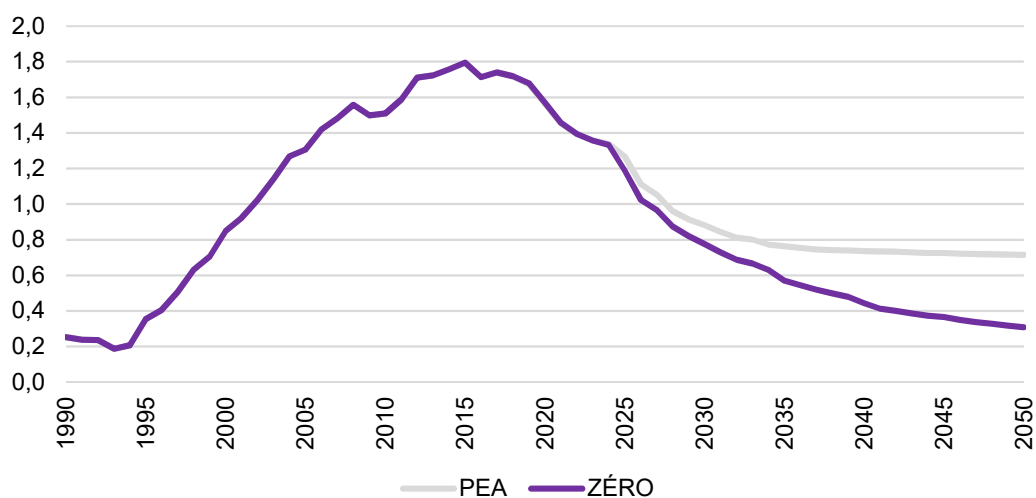


Figure 25 : Évolution possible des émissions liées à l'utilisation des gaz F, en millions de tonnes d'éq.-CO₂

⁷¹ HCFC : chlorofluorocarbures partiellement halogénés ; HFC : hydrocarbures partiellement fluorés

8.9 Technologies d'émission négative

En vue de réduire à zéro ses émissions nettes de GES, la Suisse définit comme suit l'objectif à atteindre d'ici 2050 en matière de technologies d'émission négative (NET) :

Objectif 2050 : les émissions de GES que la Suisse continue de produire après 2050 du fait qu'elles sont difficilement évitables sur un plan technique sont entièrement compensées par le stockage durable et fiable, dans des puits naturels et artificiels, de CO₂ capté dans l'atmosphère (émissions négatives).

Pour atteindre l'objectif de zéro net, il est indispensable de recourir à des NET⁷² capables d'extraire le CO₂ de l'atmosphère grâce à des approches biologiques ou techniques et de le stocker durablement. À partir de 2050, les NET doivent compenser les émissions résiduelles que les mesures d'évitement et de réduction ne permettent pas d'éliminer. Autrement dit, elles doivent retirer de l'atmosphère un volume d'éq.-CO₂ au moins égal à celui des émissions résiduelles. C'est le seul moyen d'atteindre réellement l'objectif de zéro net.

Dans sa réponse du 2 septembre 2020 à un postulat⁷³, le Conseil fédéral s'est exprimé quant au rôle possible des NET dans la politique climatique de la Suisse. S'appuyant sur un rapport de base de la fondation Risiko-Dialog⁷⁴, il insiste sur le fait que les NET ne sauraient se substituer à la réduction prioritaire et complète des émissions de GES. Les secteurs du bâtiment, des transports et de l'industrie disposent aujourd'hui déjà de solutions de substitution exemptes d'émissions. Il convient donc d'exploiter le plus possible les potentiels de réduction des émissions dans ces secteurs afin de supprimer leurs émissions de GES aussi complètement que possible d'ici 2050. Les autres émissions de GES non liées à la demande énergétique, qui sont générées par l'agriculture, le secteur des déchets, la production de ciment et l'utilisation de solvants et de fluides frigorigènes, devraient être réduites dans toute la mesure du possible.

L'emploi des NET vient en complément à la réduction des émissions. Ces technologies sont envisageables exclusivement pour les émissions difficilement évitables, compte tenu du fait que les potentiels de stockage en Suisse sont limités, que le CO₂ capté doit parfois être transporté sur de longues distances, que les coûts actuels sont élevés, que des risques sont possibles, que l'acceptation des NET par la population n'est pas acquise et qu'il subsiste des incertitudes quant aux développements technologiques à venir. Afin que les NET puissent jouer ce rôle à moyen ou long terme, il faut toutefois créer suffisamment tôt les conditions-cadres correspondantes, tant au plan national qu'au plan international, et faire avancer rapidement la recherche, le développement et la mise en application de toutes les approches envisageables.

Le terme générique « NET » désigne globalement toutes les approches ayant pour but d'extraire le CO₂ de l'atmosphère et de le stocker durablement, qu'il s'agisse d'approches naturelles ou techniques. Dans le cas des approches naturelles, le prélèvement du CO₂ présent dans l'air se fait par photosynthèse ; le CO₂ capté est stocké soit directement dans la biomasse, le sol ou les fonds marins, soit indirectement dans le sous-sol géologique via une technologie CCS (*carbon capture and storage*, captage et stockage du CO₂). Les approches techniques, quant à elles, sont basées sur des procédés chimiques. Elles consistent par exemple à filtrer directement le CO₂ présent dans l'air ambiant en vue de son stockage géologique (technologie DACCS, *direct air carbon capture and storage*). Il est également possible d'accélérer le processus naturel d'altération au cours duquel certaines matières minérales fixent chimiquement et durablement le CO₂ qu'elles retirent de l'air. La Figure donne une vue d'ensemble des différentes approches.

⁷² Dans la politique climatique internationale, le terme « CDR » (de l'anglais *carbon dioxide removal*, extraction du dioxyde de carbone) tend à remplacer « NET » (de l'anglais *negative emission technologies*). Les deux termes sont synonymes.

⁷³ Conseil fédéral (2020)

⁷⁴ Fondation Risiko-Dialog (2019)

Émissions négatives: approches possibles

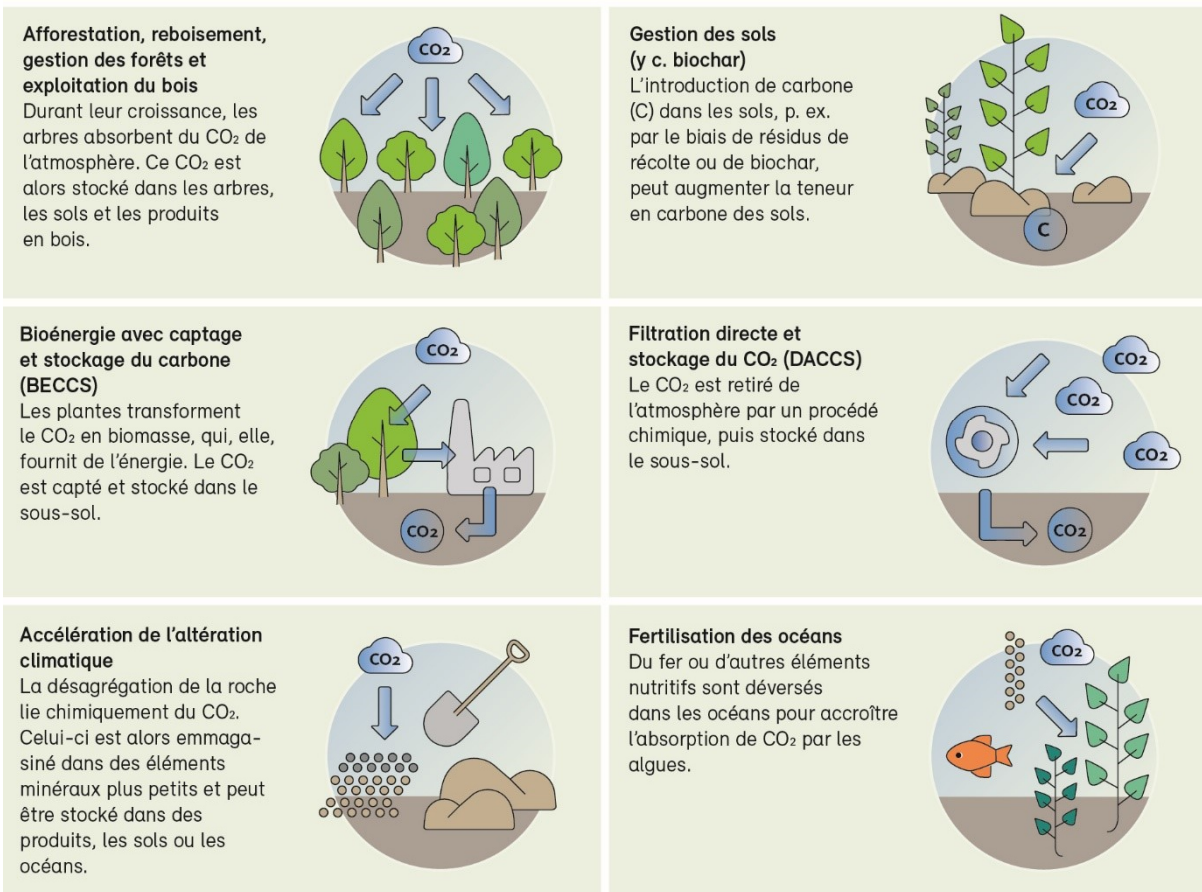


Figure 26 : Approches permettant de produire des émissions négatives. Source : schéma de l'OFEV inspiré du Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change MCC

Quelle que soit la technologie utilisée, la durée du stockage est une condition essentielle : le CO₂ capté doit pouvoir être stocké pendant plusieurs décennies, et idéalement pendant plusieurs siècles. Le sous-sol géologique remplit cette condition en garantissant un stockage fiable au moins pendant plusieurs milliers d'années. Dans le cas des approches naturelles, seule une gestion constante et ciblée peut garantir un stockage durable ; pour autant, on ne peut exclure le risque que le CO₂ stocké – en particulier dans la biomasse – soit de nouveau libéré dans l'air, par exemple à l'occasion d'un vaste incendie de forêt. Les potentiels de certaines approches naturelles peuvent par ailleurs s'épuiser en l'espace de quelques décennies seulement (saturation des puits naturels).

Les potentiels liés à l'utilisation en Suisse des différentes NET, ainsi que les coûts et les risques s'y rapportant, ne sont pas entièrement connus à ce jour et font encore l'objet de travaux de recherche. D'après les premiers résultats, les boisements et les reboisements ne devraient jouer qu'un rôle secondaire étant donné que les surfaces disponibles sont limitées. Grâce à une meilleure gestion, la forêt suisse peut en revanche continuer d'agir comme un puits de carbone. L'utilisation du bois sous forme de produits ligneux à longue durée de vie (p. ex. dans des bâtiments) ou à des fins énergétiques peut par ailleurs contribuer à stocker temporairement le CO₂, mais aussi à remplacer des matériaux de construction (comme le ciment) ou des agents énergétiques à fortes émissions de CO₂. En fonction du procédé employé, la gestion des sols et l'apport de charbon végétal offrent eux aussi des potentiels qui pourraient être exploités durablement. Il en va de même pour l'utilisation de la bioénergie avec captage et stockage du CO₂ (BECCS, *bioenergy with carbon capture and storage*) ; dans cette approche, les UIOM ont un rôle particulier à jouer puisqu'une part conséquente du CO₂ issu de la combustion des déchets (environ 50 % aujourd'hui) est d'origine biogène. Ce qui peut limiter les approches BECCS et DACCS, c'est le potentiel de stockage géologique dont dispose la Suisse ; le sous-sol n'ayant jamais été exploré dans cette optique, seules sont disponibles des estimations sommaires. D'après ces estimations, le sous-sol suisse semble présenter une capacité de stockage minimale de plusieurs décennies, pour autant que de tels puits géologiques puissent être desservis. Selon toute probabilité, la Suisse sera donc dépendante également de l'accès à des puits étrangers.

L'utilisation des NET a des conséquences sur d'autres domaines environnementaux et politiques, comme l'utilisation du sol, l'aménagement du territoire et la consommation d'énergie. Elle doit donc se faire en accord avec ces domaines, en s'appuyant sur des critères de durabilité reconnus et en prenant dûment en considération les trois dimensions environnementale, sociale et économique.

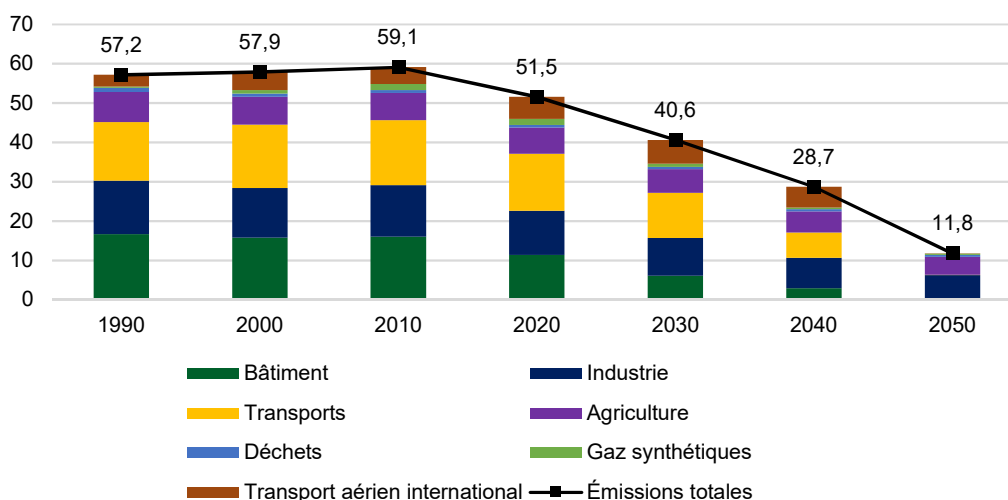


Figure 27 : Évolution des émissions de GES en millions de tonnes d'éq.-CO₂ (y compris le transport aérien international) d'après les PE2050+. Source : graphique élaboré par les auteurs sur la base de Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan 2020.

Les précédentes sections ont montré dans quelle mesure les différents secteurs peuvent réduire leurs émissions de GES d'ici 2050. En dépit de ces efforts, des émissions techniquement difficiles voire impossibles à éviter seront encore générées principalement par les secteurs de l'agriculture et de l'industrie (production de ciment, incinération des ordures ménagères, industrie chimique) et, dans une moindre mesure, par les secteurs des ménages, des services, des transports, des déchets, des gaz synthétiques et autres. La Figure montre l'évolution des émissions de GES d'ici 2050, répartie par secteur. Le total des émissions résiduelles atteindra 11,8 millions de tonnes d'éq.-CO₂ à l'horizon 2050.

Pour éliminer ces émissions résiduelles et produire à long terme des émissions négatives, il est nécessaire de recourir au CCS et aux NET. Les ordres de grandeur concevables sont les suivants :

- les émissions résiduelles provenant de la fabrication du ciment (environ 2,4 millions de tonnes d'éq.-CO₂ en 2050) pourraient être très largement réduites en recourant au CCS⁷⁵. Le CCS pourrait également contribuer à réduire les émissions résiduelles d'autres secteurs industriels, en particulier celles de l'industrie chimique et pharmaceutique ;
- en 2050, l'incinération des ordures ménagères devrait encore émettre près de 4 millions de tonnes d'éq.-CO₂. Là aussi, la technologie CCS a un rôle important à jouer puisqu'elle permet de produire des émissions négatives à partir des déchets incinérés d'origine biogène (dont la part atteint aujourd'hui 50 %). D'ici 2050, la part des déchets d'origine biogène devrait toutefois légèrement baisser car la biomasse va prendre de l'importance dans d'autres applications : d'après les PE2050+, les déchets d'origine biogène représenteront encore 1,5 million de tonnes d'éq.-CO₂ en 2050 (soit 37 %), contre 2,6 millions pour les déchets d'origine fossile. Des capacités adaptées seront nécessaires pour stocker l'ensemble des émissions captées, à savoir 3,6 millions de tonnes d'éq.-CO₂ (dans l'hypothèse d'un taux de captage de 90 %) ;
- les émissions du transport aérien international sont difficiles à prévoir. Les PE2050+ partent du principe qu'il est techniquement et économiquement possible, d'ici 2050, d'opérer une transition complète vers les carburants synthétiques et donc de réduire quasiment à zéro les émissions de CO₂. Mais au vu des potentiels limités et de la rentabilité non garantie des carburants synthétiques, cette prévision semble optimiste selon le point de vue actuel. Si elle devait ne pas se réaliser, les

⁷⁵ Dans l'hypothèse admissible d'un taux de captage de 90 %, la technologie CCS réduirait les émissions de la production de ciment jusqu'à atteindre 0,2 million de tonnes.

émissions résiduelles du transport aérien international augmenteraient d'autant le besoin d'émissions négatives. Tel serait également le cas pour les autres effets sur le climat, si ces derniers étaient intégrés dans l'objectif de zéro net ;

- afin d'atteindre l'objectif de zéro net, il est indispensable de recourir au CCS pour compenser les émissions qui ne peuvent pas être évitées, à savoir près de 7 millions de tonnes d'éq.-CO₂, dont la majeure partie est issue de l'agriculture. À elle seule, la part biogène déchets incinérés pourraient couvrir environ 1,3 million de tonnes d'éq.-CO₂. D'autres potentiels résident dans la gestion des sols, l'exploitation du bois, l'apport de charbon végétal et, éventuellement aussi, dans les technologies DACCS et BECCS et dans l'altération accélérée du ciment. Les estimations doivent toutefois être considérées avec beaucoup de prudence. En Suisse, les potentiels offerts par les technologies DACCS et BECCS sont encore incertains. Les facteurs limitants sont un niveau de dépense énergétique élevé, de possibles conflits d'utilisation avec la biomasse, des coûts encore importants aujourd'hui et des capacités de stockage limitées ;
- il n'est pas certain que les potentiels dont dispose la Suisse seront suffisants pour couvrir entièrement son besoin d'émissions négatives. Il est donc probable que la Suisse doive également recourir à des émissions négatives produites à l'étranger.

Source d'émission	Émissions résiduelles en 2050	Évitement par technologie CCS	Besoin d'émissions négatives
Production de ciment	2,4	2,2	0,2
Incinération des déchets (part d'origine fossile)	2,6	2,3	0,3
Autres secteurs industriels	1,2	0,6	0,6
Agriculture	4,6 (4,1-5,0)		4,6
Gaz synthétiques	0,3		0,3
Déchets (décharges)	0,5		0,5
Transports	0,0		0,0
Bâtiment	0,4		0,4
Autres	0,01		0,01
Total	11,8	5,1	6,8
Émissions négatives UIOM			-1,3
Autres NET (p. ex. charbon végétal, captage des gaz de pyrolyse, BECCS, DACCS, étranger)			-5,5
Objectif 2050			0,0

Tableau 2 : Émissions résiduelles possibles en 2050 et options d'évitement ou de compensation d'après le scénario ZÉRO base des PE2050+ (valeurs en millions de tonnes d'éq.-CO₂). Source : Prognos/TEP Energy/Infra/Ecoplan 2020 ; données détaillées non publiées.

Le Tableau 2 fait le point sur les volumes d'émissions résiduelles en 2050 et sur les options permettant de les éviter ou de les éliminer en recourant aux NET. Des puits géologiques seront nécessaires pour stocker le CO₂ capté directement à la source (usines de ciment, UIOM, etc.) ou directement dans l'atmosphère. Dans les cas où le CO₂ sera issu d'une source biogène ou sera capté directement dans l'atmosphère, son recyclage climatiquement neutre pourra s'avérer utile, en fonction de l'utilisation, pour viser l'objectif de zéro net. À long terme toutefois, seule une extraction durable de l'atmosphère sera compatible avec cet objectif. Les capacités disponibles en Suisse pour le stockage géologique du CO₂ ne sont pas encore toutes identifiées. Une étude de 2010 a estimé leur volume théorique total à 2,7 milliards de tonnes de CO₂⁷⁶, ce qui représente environ 60 fois le volume actuel des émissions annuelles de GES de la Suisse. À partir de 2050, la Suisse pourrait avoir besoin de stocker au moins 5 millions

⁷⁶ Chevalier/Diamond/Leu (2010)

de tonnes de CO₂ par an, et même davantage si elle recourt au CCS pour la fabrication du charbon végétal et/ou au DACCS. Les incertitudes actuelles quant à la taille et la localisation des puits géologiques ne peuvent être réduites que par des stratégies de prospection et d'exploration. L'approvisionnement en chaleur grâce à l'énergie géothermique profiterait lui aussi de ces stratégies. Pour cela, les connaissances du sous-sol géologique doivent impérativement être améliorées⁷⁷.

Si la Suisse devait avoir besoin de faire appel à des capacités étrangères pour stocker du CO₂, il y a de fortes chances que celles-ci soient disponibles. Plusieurs projets concrets de stockage géologique du CO₂ sont déjà en cours dans la mer du Nord. Le transport du CO₂ capté devrait toutefois constituer un défi : il doit être peu coûteux et, dans toute la mesure du possible, ne pas produire d'émissions supplémentaires. Il pourrait se faire par le train ou, de façon nettement plus efficace, via un réseau d'acheminement (si possible européen) relié à des sites de stockage par des pipelines par exemple. Un tel projet supposerait une collaboration à l'échelle de l'Europe entière. Les premières réflexions à ce sujet sont déjà lancées, y compris de la part des acteurs suisses concernés, mais elles sont encore peu concrètes⁷⁸. Par ailleurs, des installations DACCS pourraient être exploitées par la Suisse directement à l'étranger, sur des sites géologiques adaptés. Cette option permettrait d'éliminer les frais de transport et de réserver aux sources ponctuelles indigènes (usines de ciment, UIOM et autres installations de grande taille) les capacités de stockage disponibles en Suisse.

Les capacités de stockage nécessaires aux technologies CCS et NET doivent impérativement être développées dans les prochaines années, puis augmentées progressivement. D'après les PE2050+, les premiers captages de CO₂ dans des UIOM pourraient être possibles dès 2035 (

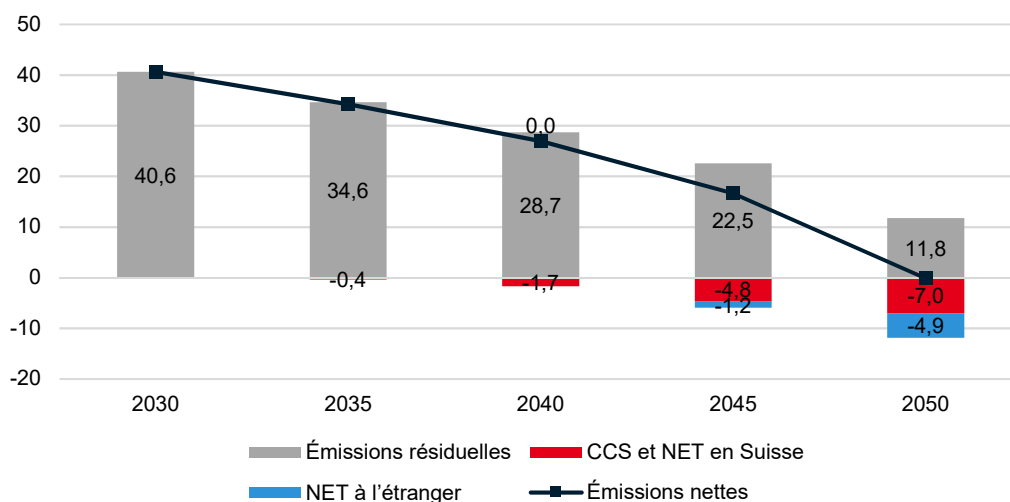


Figure . Les quantités ainsi captées pourraient ensuite augmenter très rapidement à partir de 2040.

⁷⁷ La motion 20.4063 charge le Conseil fédéral de présenter un programme visant à explorer le sous-sol suisse. Le Conseil fédéral propose d'adopter la motion.

⁷⁸ L'Association suisse des exploitants d'installations de traitement des déchets (ASED) a développé un concept nommé « carbon hub », dont l'idée centrale est la création d'un réseau européen de pipelines de CO₂.

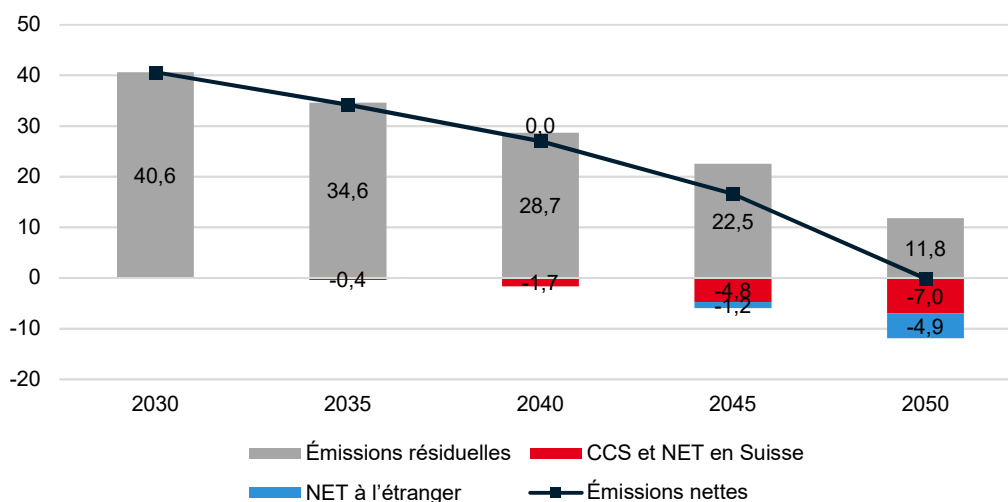


Figure 28 : Évolution des émissions résiduelles et des contributions des technologies NET et CCS en Suisse et à l'étranger (en millions de tonnes d'éq.-CO₂) d'après le scénario ZÉRO base, y compris le transport aérien international. Source : graphique élaboré par les auteurs sur la base de Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan 2020.

9 Évolution des émissions totales de GES jusqu'en 2050

La Suisse souhaite réduire ses émissions de GES à un niveau de zéro net d'ici 2050. Elle dispose du potentiel technique nécessaire pour atteindre cet objectif. Cependant, tous les acteurs seront tenus d'y contribuer rapidement, et ce de manière aussi complète que possible. La condition essentielle pour parvenir à cet objectif est une réduction de toutes les émissions évitables en Suisse en recourant à des procédés de CCS parallèlement aux approches visant à remplacer les agents énergétiques fossiles et à améliorer l'efficacité énergétique. Les émissions résiduelles qui ne peuvent pas être évitées par des mesures techniques devront être compensées par des NET.

La réduction la plus complète possible des émissions de GES évitables, ainsi que le développement et la disponibilité des puits de carbone techniques et naturels nécessaires représentent deux défis différents, qui nécessitent l'implication de différents acteurs et la mise en place d'incitations réglementaires ciblées. Il est donc logique de définir deux valeurs cibles pour l'évolution nécessaire à la réalisation de l'objectif de zéro net : une trajectoire de réduction des émissions de GES et une valeur cible (ou une trajectoire de développement) pour les émissions négatives (incluant éventuellement les contributions du CCS). Ces deux défis doivent être considérés séparément afin de garantir qu'ils se voient accorder l'importance requise et de permettre, par ailleurs, de définir des objectifs concrets pour la réduction à long terme des émissions de GES en Suisse ainsi que pour les prestations de puits de carbone nécessaires.

La loi sur le CO₂ totalement révisée couvre la période allant jusqu'en 2030. Les émissions intérieures de GES devront être abaissées d'ici là d'au moins 37,5 %. Une réduction à environ 11,8 millions de tonnes d'éq.-CO₂ est possible d'ici 2050, sans compter la contribution du CCS.

La Figure présente la trajectoire de réduction qui en résulte. Une réduction annuelle moyenne d'environ un million de tonnes d'éq.-CO₂ est nécessaire pour parvenir à abaisser les émissions de 37,5 % par rapport à 1990. Ensuite, les émissions devraient diminuer à un rythme plus soutenu d'environ 1,2 million de tonnes d'éq.-CO₂. La Figure illustre, par ailleurs, la différence par rapport au scénario PEA. Selon ce dernier, sans efforts supplémentaires, les émissions de GES s'élèveront encore à 30 millions de tonnes d'éq.-CO₂ en 2050.

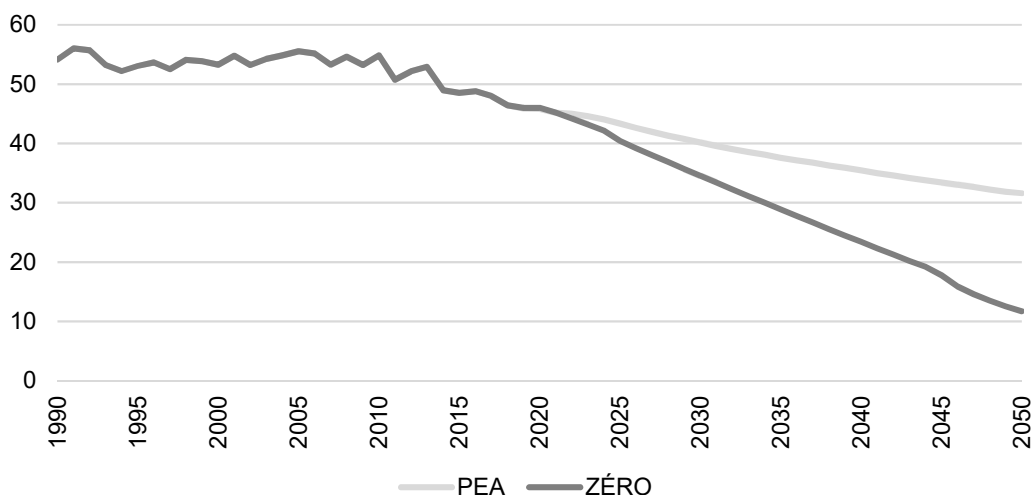


Figure 29 : Trajectoires de réduction des émissions de GES jusqu'en 2050 dans les scénarios PEA et ZÉRO base (en millions de tonnes d'éq.-CO₂) selon les PE2050+, sans le CCS, les NET et le transport aérien international. Source : graphique élaboré par les auteurs sur la base de l'inventaire de l'OFEV et de Prognos/TEP Energy/Infras 2020.

Par rapport à la trajectoire de réduction envisagée jusqu'en 2030, l'ambition devrait donc être revue à la hausse après cette date afin que les émissions diminuent davantage. Si elles sont mises en œuvre de manière cohérente, les mesures prévues jusqu'en 2030 permettront d'amener les émissions sur la trajectoire fixée. Par ailleurs, les capacités nécessaires pour le CCS et les NET devront être mises en place afin de pouvoir compenser les émissions résiduelles à plus long terme⁷⁹.

Le tableau ci-après présente les valeurs obtenues à partir des données ci-dessus pour les années 2040 et 2050. Elles peuvent servir de base pour définir ultérieurement des valeurs cibles contraignantes.

	1990	2018	2040	2050
Émissions de GES sans la contribution du CCS (entre parenthèses : baisse par rapport à 1990)	57,2	51,8 (-10 %)	28,7 (-50 %)	11,8 (-79 %)
Émissions de GES avec la contribution du CCS (entre parenthèses : baisse par rapport à 1990)	57,2	51,8 (-10 %)	27,3 (-52 %)	6,7 (-88 %)

Tableau 3 : Émissions de GES en 2040 et 2050, transport aérien international compris (en millions de tonnes d'éq.-CO₂). Source : scénario ZÉRO base des EP 2050+, Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan 2020 ; données détaillées non publiées.

Les émissions résiduelles en 2050 devront être compensées par le recours au CCS ou aux NET. En 2050, le CCS devrait contribuer à la réduction à raison d'environ 5 millions de tonnes d'éq.-CO₂, ce qui nécessiterait des émissions négatives à hauteur de 6,8 millions de tonnes d'éq.-CO₂. Ces chiffres permettent de déterminer des objectifs pour les NET ou pour les NET plus le CCS.

Le tableau ci-dessous présente les valeurs, ventilées par secteur, pour 2040 et 2050.

	1990	2018	2040	2050
Bâtiment	16,7	11,2 (-33 %)	2,9 (-82 %)	0,4 (-98 %)

⁷⁹ GIEC (2018)

Industrie (sans CCS)	13,6	11,2 (-18 %)	7,8 (-43 %)	5,9 (-57 %)
Transports	14,9	15,0 (+1 %)	6,4 (-57 %)	0,0 (-100 %)
Agriculture	7,7	6,6 (-14 %)	5,4 (-30 %)	4,6 (-40 %)
Déchets	1,1	0,7 (-37 %)	0,5 (-49 %)	0,5 (-52 %)
Gaz à effet de serre synthétiques	0,3	1,7 (+625 %)	0,4 (+80 %)	0,3 (+22 %)
Transport aérien international	3,1	5,3 (+74 %)	5,2 (+71 %)	0,0 (-100 %)
Total (sans CCS ni NET)	57,2	51,8 (-10 %)	28,7 (-49 %)	11,8 (-79 %)
CCS et NET en Suisse			1,7 (<i>dont CCS : 1,3</i>)	7,0 (<i>dont CCS : 5,0</i>)
NET à l'étranger			0,0	4,8
Total (avec CCS et NET)	57,2	51,8 (-10 %)	27,1 (-53 %)	0,0 (-100 %)

Tableau 4 – Émissions de GES par secteur en 2040 et 2050 (en millions d'éq.-CO₂ ou en % par rapport à 1990). Source : scénario ZÉRO base des PE 2050+, Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan 2020 ; données détaillées non publiées.

10 Coûts et avantages de l'objectif de zéro net

Le but d'une réduction des émissions de GES à zéro net d'ici 2050 est d'éviter de dangereuses perturbations du système climatique et d'atténuer ainsi les effets négatifs des changements climatiques qui induisent, outre une hausse générale de la température moyenne, une modification du régime des précipitations, une augmentation des événements extrêmes (orages, tempêtes, périodes de canicule), la fonte des glaciers ou l'élévation du niveau de la mer. Le principal avantage de la politique climatique est donc une diminution de ces impacts et des coûts qu'ils engendrent. Un autre avantage réside dans la réduction de la dépendance aux énergies fossiles, que la Suisse importe en totalité de l'étranger. Rien qu'au cours des dix dernières années, 80 milliards de francs ont été dépensés à l'étranger pour des agents énergétiques fossiles ; ces fonds pourraient être investis en Suisse.

Les avantages doivent être considérés au regard des coûts d'investissement pour la mise en œuvre des mesures de réduction des émissions. Les changements structurels, l'adaptation des prix des marchandises et les mutations de l'emploi et du commerce extérieur auront également un impact sur l'économie et les consommateurs. Enfin, les effets dits secondaires doivent aussi être pris en compte. Il s'agit d'effets qui ne correspondent pas à l'objectif premier de la politique climatique mais sont la conséquence secondaire des mesures prises. On peut citer à titre d'exemples la réduction des rejets de polluants atmosphériques grâce au passage à des agents énergétiques renouvelables et la diminution des nuisances sonores liées au trafic induite par la transition des moteurs à combustion vers l'électrique.

La plupart des mesures visant à réduire les émissions de GES devront être mises en œuvre dans les trois décennies à venir. La plupart des investissements, notamment ceux destinés à la restructuration de l'approvisionnement énergétique, à la rénovation du parc immobilier ou au remplacement des carburants fossiles, devront donc être réalisés durant cette période. En revanche, les avantages ne se feront pleinement sentir qu'à plus long terme. Des études montrent que les coûts d'une hausse non maîtrisée de la température seront encore limités jusqu'au milieu du siècle, mais qu'ils accuseront ensuite une forte hausse vers la fin du siècle (et au-delà). Une réduction des émissions de GES conforme aux recommandations scientifiques se traduira par une baisse notable des coûts à long terme. La réduction des émissions à zéro net s'avère donc payante à plus long terme – un avantage qui dépasse largement les investissements nécessaires.

10.1 Avantages et économies de coûts de l'inaction

Les changements climatiques induisent, entre autres, des dommages accrus aux infrastructures, des coûts de santé plus élevés, une baisse de la productivité agricole et des rendements plus faibles dans les secteurs économiques particulièrement touchés, notamment le tourisme d'hiver. Ces conséquences et d'autres encore sont associées à des coûts dont l'importance dépend de l'évolution future des émissions mondiales de GES et, partant, des températures et d'autres paramètres climatiques. Si les mesures prises pour contrer les changements climatiques sont insuffisantes, voire inexistantes, les effets

et les coûts induits continueront d'augmenter au fil du temps. En cas d'élévation trop importante de la température, le risque d'un dépassement des points de basculement (*tipping points*), qui aurait pour effet de modifier de manière permanente et irréversible le système climatique, n'est pas à exclure. La communauté scientifique estime qu'en cas de hausse de la température mondiale supérieure à 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels, on doit s'attendre à une fonte permanente des calottes glaciaires ou à des perturbations durables des systèmes de mousson. Les coûts induits par le dépassement de ces points de basculement seraient considérables.

L'objectif de la politique climatique est de réduire les émissions de GES dommageables pour le climat et de limiter ainsi les changements climatiques et leurs conséquences. L'avantage réside donc dans l'évitement des coûts engendrés. L'estimation de ces coûts constitue un défi méthodologique. Dans de nombreux domaines, les changements climatiques génèrent des coûts qui ne peuvent pas être déterminés sur la base de prix du marché. Il s'agit notamment des effets sur les écosystèmes, sur la biodiversité ou, d'une manière générale, sur l'intégrité de la nature et des paysages. Ces coûts sont difficiles à exprimer en termes monétaires et ne sont donc pas estimés dans la plupart des études disponibles. Il convient en outre de tenir compte du fait que les avantages pour la Suisse dépendent fortement de l'évolution des émissions mondiales. L'atténuation des changements climatiques nécessite des efforts de la part de tous les pays. En fixant un objectif de zéro net, la Suisse participe aux efforts déployés dans le monde. Elle ne peut toutefois à elle seule empêcher les conséquences des changements climatiques.

La Suisse a fait l'objet de différentes études. Elles se concentrent généralement sur certains domaines partiels, par exemple les effets des changements climatiques sur les infrastructures, les coûts de la santé ou la productivité économique. D'autres travaux examinent les coûts des changements climatiques au niveau macroéconomique⁸⁰. Les études disponibles montrent que les coûts de l'inaction, en d'autres termes les coûts d'un réchauffement mondial non contrôlé, atteindront en 2050 déjà un montant annuel équivalent à 4 % du PIB⁸¹. Si l'on se base sur l'évolution du PIB selon les PE2050+, ces coûts représenteraient 38 milliards de francs. Selon ces estimations, les coûts annuels dans le domaine des infrastructures s'élèveraient à partir de 2050 à 1 milliard de francs environ. Dans le domaine de la santé, ils pourraient atteindre 11 milliards de francs à partir de 2060. Si l'on parvient, grâce aux efforts déployés sur le plan international, à limiter la hausse de la température mondiale conformément aux objectifs de l'Accord de Paris, les coûts seraient nettement inférieurs : ils s'élèveraient en 2050 tout au plus à 1,5 % du PIB par an⁸², soit à environ 14 milliards de francs. L'avantage d'une réduction des émissions de GES à zéro net représenterait donc une économie d'au moins 2,5 % du PIB en 2050, soit environ 20 à 30 milliards de francs. Les chiffres disponibles aujourd'hui sur les coûts des changements climatiques doivent toutefois être considérés comme des estimations prudentes, en premier lieu en raison de l'absence de calculs exhaustifs des coûts prenant en compte tous les impacts sur le climat. Les coûts effectifs des changements climatiques devraient être beaucoup plus importants, d'où l'avantage d'une réduction de l'ensemble des émissions de GES.

Ces résultats sont en accord avec les études adoptant une perspective globale. Le rapport, souvent cité, de l'économiste Nicholas Stern (« Rapport Stern ») affirme que des changements climatiques non maîtrisés au cours des deux prochains siècles entraîneraient une réduction moyenne du PIB mondial de 5 à 20 % par an. En revanche, les coûts d'une stabilisation des émissions à un niveau où le réchauffement planétaire n'excéderait pas 2 °C ne représenteraient qu'environ 1 % du PIB mondial par an⁸³. Les estimations faites par l'OCDE se situent dans un ordre de grandeur similaire : le coût d'une hausse non maîtrisée de la température mondiale s'élèverait à 3,3 % du PIB par an en 2060 et à 10 % du PIB par an vers la fin du siècle⁸⁴. Ces coûts élevés justifient une action rapide et déterminée, qui s'avère également rentable sur le plan économique, comme le relève aussi l'OCDE. Grâce à une stratégie intégrée de croissance et de protection du climat, la performance économique des pays du G20 pourrait être supérieure de 1 % en moyenne jusqu'en 2021 et de 2,8 % jusqu'en 2050 par rapport à ce qu'elle serait si les mesures recommandées n'étaient pas prises. Compte tenu des dommages économiques

⁸⁰ Swiss Economics (2019), Vöhringer et al. (2019), EPFL (2017), Ecoplan (2007)

⁸¹ Kahn et al. (2019). Ces conséquences étant étroitement liées aux hypothèses posées, aux scénarios appliqués et aux effets pris en compte, il se peut qu'elles varient fortement d'une étude à l'autre.

⁸² Kahn et al. (2019)

⁸³ N. Stern (2006)

⁸⁴ OCDE (2016)

évités grâce aux mesures de protection du climat, la performance économique pourrait être augmentée de près de 5 % d'ici 2050⁸⁵.

10.2 Investissements nécessaires, coûts d'exploitation et de maintenance et coûts d'énergie économisés

La restructuration du système énergétique requiert des investissements dans les installations et les infrastructures ainsi que dans des mesures visant à réduire les émissions et à accroître l'efficacité énergétique des bâtiments, des transports et de l'industrie. À cela s'ajoutent les coûts d'exploitation et de maintenance de ces installations. Parallèlement, l'abandon des combustibles et des carburants fossiles et l'augmentation de l'efficacité énergétique permettent de réaliser des économies au niveau des coûts de l'énergie.

Des investissements dans le système énergétique à hauteur de 1400 milliards de francs seront nécessaires même sans objectif de réduction des émissions à zéro net d'ici 2050. La réalisation de cet objectif nécessitera des investissements supplémentaires de 109 milliards de francs au total, soit une augmentation de 8 %, auxquels s'ajouteront des coûts d'exploitation supplémentaires d'environ 14 milliards de francs. Dans le même temps, l'objectif de zéro net permettra de réaliser des économies d'environ 50 milliards de francs sur les coûts liés à l'importation d'agents énergétiques fossiles⁸⁶. Les coûts supplémentaires cumulés pour les années 2020 à 2050 s'élèvent ainsi à environ 73 milliards de francs.

La Figure présente l'évolution des investissements (valeurs annualisées)⁸⁷ et des coûts d'exploitation et de maintenance, ainsi que les économies en matière de coûts de l'énergie réalisées grâce à la suppression des importations d'agents énergétiques fossiles, selon les PE2050+. Elle montre les coûts supplémentaires par rapport au scénario PEA, selon lequel la réduction des émissions de GES obtenue ne serait que d'environ 43 % jusqu'en 2050. Les investissements annualisés augmentent au fil du temps et s'élèvent à près de 8 milliards de francs en 2050. Au-delà, lorsque la restructuration du système énergétique sera en grande partie achevée, les investissements diminueront à nouveau. Les économies liées aux coûts de l'énergie augmenteront jusqu'en 2040, puis diminueront à nouveau jusqu'en 2050, ceci principalement en raison des importations de biogaz et de carburants produits à l'aide d'électricité qui, selon les PE2050+, augmenteront après 2040. Au total, les coûts supplémentaires s'élèveront en 2050 à environ 8,7 milliards de francs. Selon les PE2050+, les investissements supplémentaires se monteront à 3,5 milliards de francs par an sur la période de 2020 à 2050, auxquels s'ajouteront des frais d'exploitation annuels supplémentaires d'environ 0,5 milliard de francs. En revanche, des économies d'environ 1,6 milliard de francs par an pourront être réalisées sur les coûts de l'énergie. Les besoins supplémentaires s'élèveront donc au final à près de 2,4 milliards de francs par an. Ces investissements et, partant, la création de valeur qui en découle, seront en grande partie réalisés en Suisse, alors qu'aujourd'hui, 8 milliards de francs partent encore chaque année à l'étranger pour l'importation d'énergies fossiles.

⁸⁵ OCDE (2017)

⁸⁶ Dans le transport aérien international, le passage des carburants fossiles aux carburants synthétiques permettrait de réaliser des économies supplémentaires de 14 milliards de francs (y c. les éventuels coûts liés à l'importation de carburants synthétiques).

⁸⁷ Les investissements nécessaires sont généralement répartis sur plusieurs années, raison pour laquelle ils sont présentés sous forme annualisée, c'est-à-dire en tranches annuelles.

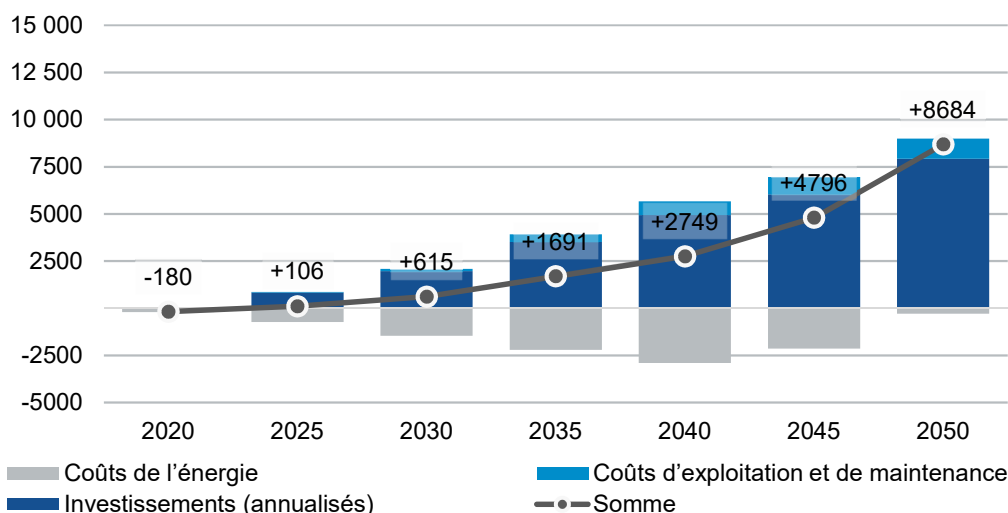


Figure 30 : Évolution des coûts annualisés des investissements, des coûts d'exploitation et de maintenance et des coûts de l'énergie économisés dans le scénario ZÉRO base selon les PE2050+ (en millions de francs, différence par rapport au scénario PEA, sans le transport aérien international). Source : Prognos/TEP Energy/Infras 2020

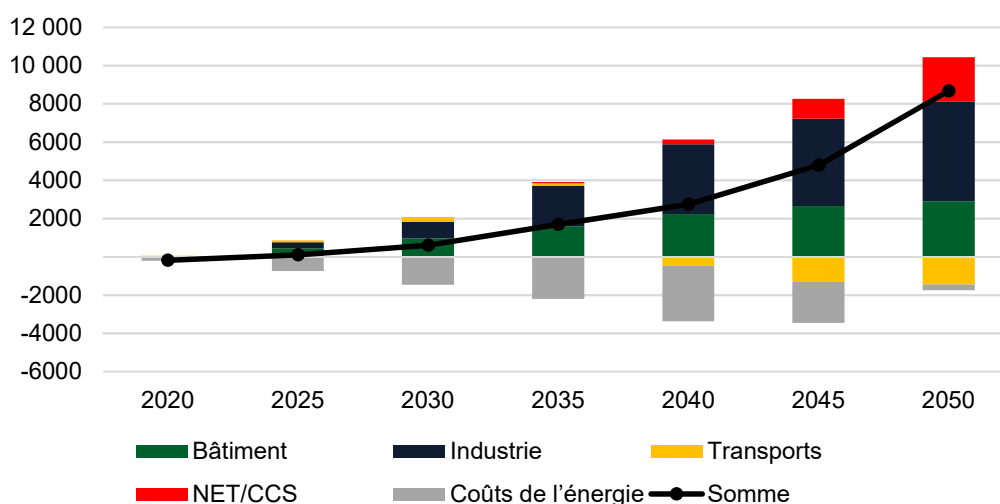


Figure 31 : Évolution des coûts par secteur (investissements + coûts d'exploitation ; coûts de l'énergie économisés, valeurs agrégées) dans le scénario ZÉRO base selon les PE2050+ (en millions de francs, différence par rapport au scénario PEA, sans le transport aérien international) ; industrie, y compris l'électricité, la chaleur à distance et d'autres changements. Source : Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan 2020 ; données détaillées non publiées.

La Figure montre l'évolution des coûts par secteur. Dans le bâtiment, les investissements annualisés nécessaires augmenteront jusque vers 2050; ils s'élèveront à environ 2,9 milliards de francs en 2050, frais d'exploitation compris. L'évolution sera similaire dans le secteur de l'industrie, où le niveau des investissements est le plus élevé, notamment en raison de la restructuration nécessaire de l'approvisionnement en électricité ; il atteindra environ 5,2 milliards de francs (valeur annualisée, coûts d'exploitation compris) en 2050. Dans le secteur des transports, les coûts directs seront à long terme plus faibles que dans le scénario PEA, les coûts d'infrastructure et de maintenance étant inférieurs (principalement du fait du prix de plus en plus abordable des véhicules électriques) ; en 2050, la différence correspondra à environ 1,4 milliard de francs. En revanche, des investissements supplémentaires seront nécessaires pour le recours au CCS et aux NET ; ces investissements devront principalement être faits après 2040 et s'élèveront à environ 2,2 milliards de francs en 2050. Les coûts de l'énergie seront approximativement au niveau du scénario PEA en 2050 de par l'importation de carburants à base d'électricité.

10.3 Conclusion

D'un point de vue scientifique, il n'existe pas d'alternative à la réduction des émissions de GES au zéro net pour satisfaire aux objectifs de l'Accord de Paris. La question n'est donc pas de savoir s'il faut ou

non orienter la protection du climat vers ces objectifs, mais de définir quelles mesures doivent être mises en place pour les atteindre. Du point de vue technologique, l'objectif de zéro net est possible. Il conviendra ici non seulement de concevoir la transition vers le zéro net de la manière la plus compatible qui soit avec les exigences sociales, économiques et écologiques, mais aussi d'adapter le cadre réglementaire en conséquence. Le bénéfice à long terme se révélera supérieur aux investissements consentis. Cette assertion se vérifiera concrètement très probablement dès le milieu du siècle, et avec certitude dans un avenir plus lointain. Le coût potentiellement très élevé qu'induirait une protection insuffisante du climat justifie donc la prise résolue de mesures tant au niveau mondial qu'en Suisse.

Il convient d'observer que les possibilités d'établir un bilan coûts/avantages demeurent très restreintes pour diverses raisons et qu'il s'avère ainsi difficile d'opérer une quantification précise. Les études disponibles s'appuient sur des hypothèses variées, prennent en considération de nombreux aspects de coûts et de bénéfices, recourent à plusieurs critères de mesure⁸⁸ et se réfèrent à différents horizons temporels. Il serait donc erroné de rapprocher directement les chiffres des chapitres précédents. Une chose est néanmoins claire : la réduction des émissions de GES au zéro net constitue une condition indispensable pour limiter le réchauffement mondial à 1,5 °C. Si cet objectif n'est pas poursuivi de manière conséquente, il faudra s'attendre à de graves répercussions – pour certaines très difficiles à évaluer – et à des coûts vraisemblablement nettement supérieurs aux dépenses induites par la réduction des émissions de GES au zéro net. L'inaction n'est donc pas une option envisageable. Les investissements nécessaires pour atteindre l'objectif de zéro net devront déjà être effectués en grande partie dans les 30 prochaines années. Ils contribueront cependant de manière décisive à éviter des frais consécutifs bien plus élevés. Comme le révèlent différentes études sur les conséquences à l'échelle de la planète, la réduction des émissions au zéro net s'avère payante à long terme. Ou pour dire les choses plus simplement : protéger le climat coûte cher, mais l'inaction reviendra plus chère encore.

⁸⁸ Les coûts sont généralement exprimés en francs par tonne d'éq-CO₂ économisée ; les bénéfices s'entendent en francs par degré de réchauffement évité.

Bibliographie

2°Investing Initiative (2017) : Non-Financial Message in a Bottle – How the environmental objectives of retail investors are overlooked in MIFID II – PRIIPS implementation. Paris/New York/Londres/Berlin.

2°Investing Initiative/Wüest Partner (2020) : Bridging the Gap: Measuring progress on the climate goal alignment and climate actions of Swiss Financial Institutions. Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement. Berne.

Banktrack (2018) : Banking on Climate Change. Fossil Fuel Finance Report Card 2018.

Message du Conseil fédéral du 1^{er} décembre 2017 relatif à la révision totale de la loi sur le CO₂ pour la période postérieure à 2020. FF 2018 229.

Message du Conseil fédéral du 12 février 2020 relatif à l'évolution future de la Politique agricole à partir de 2022 (PA22+). FF 2020 3851.

Message du Conseil fédéral relatif à la stratégie de coopération internationale 2021-2024 (stratégie CI 2021–2024), version provisoire.

Bretscher Daniel/Ammann Christof/Wüst Chloë/Nyfelser Aurelia/Felder Daniel (2018) : Réduction des émissions de gaz à effet de serre dans l'élevage d'animaux de rente. Recherche Agronomique Suisse 9 (11+12), pp. 376–383.

Office fédéral de l'agriculture (2011) : Stratégie Climat pour l'agriculture. Berne.

Office fédéral du développement territorial (2016) : Perspectives d'évolution du transport 2040 – Trafic voyageurs et marchandises en Suisse. Berne.

Office fédéral de la statistique (2015) : Scénarios de l'évolution de la population de la Suisse 2015-2045. Neuchâtel.

Office fédéral de l'environnement (2013) : Politique forestière 2020 – Visions, objectifs et mesures pour une gestion durable des forêts suisses. Berne.

Office fédéral de l'environnement (2020) : Mesures de la Confédération pour préserver les ressources et assurer l'avenir de la Suisse (économie verte). Rapport à l'attention du Conseil fédéral. Berne.

Conseil fédéral (2020) : Rapport explicatif relatif à l'initiative populaire « Pour un climat sain (initiative pour les glaciers) » et au contre-projet direct (arrêté fédéral relatif à la politique climatique) du 2 septembre 2020. Berne.

Conseil fédéral (2020) : Le développement durable dans le secteur financier en Suisse. État des lieux et positionnement focalisés sur les aspects environnementaux. Berne.

Conseil fédéral (2020) : Stratégie Suisse numérique. Berne.

Conseil fédéral (2020) : Quelle pourrait être l'importance des émissions négatives de CO₂ pour les futures politiques climatiques de la Suisse ? Rapport en réponse au postulat 18.4211 de Thorens Goumaz du 12 décembre 2018. Berne.

CH2018 (2018) : CH2018 – Climate Scenarios for Switzerland, Technical Report, National Centre for Climate Services, Zurich, 271 pp.

Chevalier, Gabriel/Diamond, Larryn W./Leu, Werner (2010) : Potential for Deep Geological Sequestration of CO₂ in Switzerland: A First Appraisal. In: Swiss Journal of Geosciences 103, pp. 427–455.

Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC (2017) : Avenir de la mobilité en Suisse – Cadre d'orientation 2040. Berne.

EAWAG (2018) : Review of "Source category 5D – Wastewater treatment and discharge" in Switzerland. Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement. Berne.

Ecoplan (2007): Auswirkungen der Klimaänderung auf die Schweizer Volkswirtschaft (nationale Einflüsse). Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement et de l'Office fédéral de l'énergie. Berne.

Ecoplan (2017) : Wirkungsabschätzung zur CO₂-Abgabe. Aktualisierung bis 2015. Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement, Berne/Altdorf.

Ecoplan (2019) : Scénarios par branche 2014 à 2030/2060. Mise à jour 2018. Sur mandat de l'Office fédérale de l'énergie, Berne.

Eggen Mirjam/Stengel Cornelia (2019) : Avis de droit « Berücksichtigung von Klimarisiken und -wirkungen auf dem Finanzmarkt ». Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement. Berne/Zürich.

Département fédéral des affaires étrangères DFAE (2020) : Stratégie de politique extérieure 2020–2023. Rapport à l'attention du Conseil fédéral. Berne.

EPFL (2017) : Assessing the impacts of climate change for Switzerland. Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement. Lausanne.

Commission européenne (2018) : Plan d'action pour le financement de la croissance durable, COM (2018) 97, Bruxelles.

European Commission (2016) : Summary of the Responses to the Public – Consultation on Long-Term and Sustainable Investment, Bruxelles.

Forschungsstelle Sotomo (2020): Grundlagenstudie Flugticketabgabe Schweiz. Zürich.

International Energy Agency IEA (2018), World Energy Outlook 2018, IEA, Paris.

GIEC (2018) : Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the 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 [V. Masson-Delmotte/P. Zhai,/H.-O. Pörtner/D. Roberts/J. Skea/P.R. Shukla/A. Pirani/W. Moufouma-Okia/C. Péan/R. Pidcock/S. Connors/J.B.R. Matthews/Y. Chen/X. Zhou/M.I. Gomis/E. Lonnoy/T. Maycock/M. Tignor/T. Waterfield (eds.)]. En cours de publication.

Kahn M./Mohaddes K./Ng R./Hashem Pesaran M./Raissi M./Yang J.-C. (2019) : Long-Term Macroeconomic Effects of Climate Change: A Cross-Country Analysis. IMF Working Paper 19/215.

Lehmann Meta/Meyer Martin/Kaiser Nicole/Ott Walter (2017) : Umstieg von fossilen auf erneuerbare Energieträger beim Heizungsersatz. Energieforschung Stadt Zürich, Rapport n° 37, projet de recherche PR-2.8.

Neu Urs (2020) : Émissions des transports aériens et leur impact sur le climat. Paru dans : Swiss Academies Communications 15 (9).

OCDE (2015) : The Economic Consequences of Climate Change, OECD Publishing, Paris.

OCDE (2017) : Investing in Climate, Investing in Growth, OECD Publishing, Paris.

Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan (2020) : Energieperspektiven 2050+. Rapport succinct (en allemand, une version française sera disponible en 2021). Sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie. Berne.

Ragetti Martina S./Rössli Martin (2020) : Gesundheitliche Auswirkungen von Hitze in der Schweiz und die Bedeutung von Präventionsmassnahmen. Hitzebedingte Todesfälle im Hitzesommer 2019 – und ein Vergleich mit den Hitzesommer 2003, 2015 und 2018. Swiss Tropical and Public Health Institute. Bâle.

Secrétariat d'État à l'économie (2018) : Scénarios à long terme de l'évolution du PIB de la Suisse, Berne.

Stern Nicholas (2006) : The Stern Review on the Economics of Climate Change, HM Treasury, Londres.

Fondation Dialogue Risque (2019) : The Role of Atmospheric Carbon Dioxide Removal in Swiss Climate Policy. Rapport commandé par l'Office fédéral de l'environnement. Berne.

Swiss Economics (2019) : Bedeutung des Klimawandels für die Infrastrukturen der Schweiz – Stand der Literatur. Zurich.

Vöhringer Frank/Vielle Marc/Thalmann Philippe/Frehner Anita/Knoke Wolfgang/Stocker Dario/Thurm Boris (2019) : Cost and benefits of climate change in Switzerland, Climate Change Economics 10 (2), pp. 1–34.

Zimmermann Albert/Nemecek Thomas/Waldvogel Tuija (2017) : Umwelt- und ressourcenschonende Ernährung: Detaillierte Analyse für die Schweiz. Agroscope, Tänikon, Ettenhausen. Agroscope Science 55, 170 p.

Glossaire

Éq.-CO ₂	Les gaz à effet de serre autres que le dioxyde de carbone (CO ₂) sont convertis en équivalents CO ₂ (éq.-CO ₂) en fonction de leur effet sur le climat à des fins de comparaison.
GES	Gaz à effet de serre
Neutralité carbone	Réalisation de l'objectif de zéro net pour les émissions de dioxyde de carbone (CO ₂)
Neutralité climatique	Réalisation de l'objectif de zéro net pour les émissions de tous les gaz à effet de serre en prenant également en compte les « émissions grises » générées à l'étranger découlant de la consommation intérieure (« empreinte carbone » de la consommation)
Zéro net	Équilibre entre les émissions générées et absorbées, le plus souvent en lien avec le CO ₂ ou d'autres gaz à effet de serre
Objectif de zéro net	Équilibre entre les émissions de gaz à effet de serre et le captage et le stockage dans des puits de carbone
Émissions difficilement évitables	Émissions qui, selon l'état actuel des connaissances, ne peuvent pas être évitées par des mesures techniques uniquement. Si elles ne sont pas réduites par un recours à des alternatives ou par un abandon, elles doivent être compensées par des technologies d'émission négative.
Neutralité en matière de gaz à effet de serre (neutralité GES)	Réalisation de l'objectif de zéro net pour tous les gaz à effet de serre, à l'exclusion des « émissions grises » générées à l'étranger découlant de la consommation intérieure (cf. « neutralité climatique »)