



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement, des transports,
de l'énergie et de la communication (DETEC)
Office fédéral de l'environnement (OFEV)

Coûts et potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre en Suisse

Rapport du Conseil fédéral répondant au postulat 11.3523 du conseiller national Bastien Girod du 15 juin 2011

Berne, le 16 décembre 2013

Sommaire

Sommaire	1
Résumé	2
Glossaire	3
1 Introduction.....	4
1.1 Contexte	4
1.2 Mandat et contenu du rapport	4
1.3 Notions	5
1.3.1 Evolution de référence.....	5
1.3.2 Potentiel de réduction.....	5
1.3.3 Coûts de réduction directs.....	5
1.3.4 Répercussions macroéconomiques (prospérité et produit intérieur brut)	5
2 Potentiels et coûts de réduction en Suisse	6
2.1 Littérature existante.....	6
2.2 Potentiels et coûts de réduction d'ici à 2020	7
2.2.1 Bases des modèles	7
2.2.2 Scénarios.....	8
2.2.3 Potentiels calculés d'économies d'émissions de CO ₂	9
2.2.4 Potentiels calculés par secteurs.....	9
2.2.5 Potentiels calculés par agents énergétiques.....	10
2.2.6 Potentiels calculés par affectations	11
2.2.7 Coûts liés aux réductions d'émissions	14
2.2.8 Coûts directs dans le scénario PCF par rapport au scénario PPA	14
2.3 Potentiels et coûts de réduction dans l'agriculture.....	16
2.3.1 Potentiels de réduction dans l'agriculture.....	16
2.3.2 Coûts de réduction dans l'agriculture	16
3 Perspectives.....	17
4 Interventions poursuivant des objets similaires	19
4.1 Postulat Bourgeois (13.3682): Diminuer la dépendance de l'agriculture des énergies fossiles 19	
4.2 Postulat Bourgeois (13.3292): Valoriser pleinement les potentiels dans le domaine énergétique	19
4.3 Interpellation Sommaruga (07.3860): Emissions de gaz à effet de serre. Compensation surtout à l'étranger?	20
4.4 Postulat Reymond (07.3592): Programmes de réduction des émissions de CO ₂	20
5 Conclusions.....	20
Annexe 1: Potentiels et coûts de réduction par scénario d'ici à 2050.....	22
Annexe 2: Cas de figure tiré du secteur Bâtiments d'habitation	29
Annexe 3: Données de base	31

Résumé

Dans son postulat, le conseiller national Bastien Girod demande au Conseil fédéral de commander une étude sur les potentiels de réduction des émissions de gaz à effet de serre en Suisse et sur les coûts qui y sont liés. D'une part, l'identification des potentiels et des coûts de réduction présente un grand intérêt pour les exploitants de centrales thermiques à combustibles fossiles et pour les importateurs de carburants fossiles qui, conformément à la loi sur le CO₂, sont tenus de compenser leurs émissions de CO₂. D'autre part, l'étude doit fournir des indications concernant une orientation possible de la future politique climatique au-delà du cadre temporel de l'actuelle législation sur le CO₂.

Les résultats montrent que des renforcements ciblés, en partie déjà planifiés, des instruments existants permettent une réduction des émissions de presque 20 % d'ici à 2020 par rapport au niveau de 1990. Par rapport aux émissions de 2010, la réduction s'élève à presque 18 %.

Les plus gros potentiels existent dans les secteurs des transports et des bâtiments. Dans ces deux domaines, quelque 3 millions de tonnes de CO₂ peuvent être économisées d'ici à 2020. Le potentiel de réduction avoisine 1 million de tonnes de CO₂ dans le secteur des services et 0,4 million de tonnes dans celui de l'industrie. Ces réductions peuvent être réalisées en premier lieu grâce à des progrès en matière d'efficacité énergétique et à des substitutions au profit d'agents énergétiques renouvelables ou à plus faible émission de CO₂.

En 2020, les coûts de réduction oscillent, selon les secteurs, entre 150 et 320 francs par tonne de CO₂ économisée, mais ils tendent à baisser sensiblement à plus long terme, en particulier dans le secteur des transports. La politique climatique poursuit d'ores et déjà l'objectif des 2°C reconnu sur le plan international. Aussi convient-il de mettre en œuvre à temps des mesures efficaces. Celles-ci peuvent entraîner des surcoûts à court terme mais mener à de notables économies à plus longue échéance. Les coûts en 2020 sont donc à appréhender dans un contexte à long terme.

En poursuivant et en renforçant encore les mesures et les instruments existants jusqu'en 2050, il serait possible de réduire d'ici là les émissions d'environ 45 % par rapport au niveau de 2010. Continuellement développées, les mesures existantes assurent ainsi une base solide à d'éventuels engagements plus ambitieux, découlant par exemple d'un accord international et poursuivant de façon cohérente l'objectif des 2°C. La Suisse dispose de potentiels de réduction suffisants pour contribuer à la réalisation de cet objectif. Si les conditions-cadres politiques et sociales sont réunies, ces potentiels peuvent être exploités moyennant des surcoûts très modérés.

Glossaire

ARE	Office fédéral du développement territorial
OFEV	Office fédéral de l'environnement
OFEN	Office fédéral de l'énergie
OFS	Office fédéral de la statistique
PIB	Produit intérieur brut
CHF	Franc suisse
éq.-CO ₂	Equivalent CO ₂
SRE	Surface de référence énergétique
EICom	Commission fédérale de l'électricité
EPF Zurich	Ecole polytechnique fédérale de Zurich
AIE	Agence internationale de l'énergie
IND & SERV	Secteur Industrie & services
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
NPE	Scénario « Nouvelle politique énergétique »
MEN	Secteur Ménages (Bâtiments d'habitation)
pkm	personnes-kilomètres
PCF C	Scénario « Mesures politiques du Conseil fédéral » avec variante d'offre d'électricité C (construction de nouvelles centrales à gaz à cycle combiné à partir de 2030)
PCF C&E	Scénario « Mesures politiques du Conseil fédéral » avec variante d'offre d'électricité C&E (construction de nouvelles centrales à gaz à cycle combiné et développement des énergies renouvelables)
SECO	Secrétariat d'Etat à l'économie
GES	Gaz à effet de serre
THG-2020	EPF Zurich (2009): « THG 2020 – Möglichkeiten und Grenzen zur Vermeidung landwirtschaftlicher Treibhausgase in der Schweiz » (en allemand)
tkm	tonnes-kilomètres
USD/b	Dollars US par baril (unité de prix du pétrole brut)
TRANSP	Secteur Transports
PPA	Scénario « Poursuite de la politique actuelle »

1 Introduction

1.1 Contexte

Le postulat « Coûts et potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre en Suisse » du conseiller national Bastien Girod du 15 juin 2011 demande au Conseil fédéral de commander une étude sur les potentiels de réduction des émissions de gaz à effet de serre en Suisse et sur les coûts qui y sont liés. Dans le développement du postulat, le conseiller national Bastien Girod fait observer que si plusieurs études indiquent de gros potentiels dans différents domaines, une évaluation cohérente des potentiels et des coûts de réduction fondée sur des hypothèses homogènes manque encore.

Le Conseil fédéral a reconnu qu'une étude approfondie fondée sur des hypothèses homogènes était nécessaire et a proposé le 24 août 2011 d'accepter le postulat. Le Conseil national a transmis celui-ci pour réponse le 23 décembre 2011.

1.2 Mandat et contenu du rapport

La loi révisée sur le CO₂ (SR 641.71), en vigueur depuis le 1^{er} janvier 2013 (loi sur le CO₂), prévoit que les émissions de gaz à effet de serre doivent être réduites de 20 % d'ici à 2020 par rapport au niveau de 1990. Cette réduction doit en principe être atteinte par des mesures réalisées en Suisse.

Déterminer les potentiels et les coûts de réduction en Suisse présente un intérêt particulier pour les exploitants de centrales thermiques à combustibles fossiles et pour les importateurs de carburants fossiles qui, conformément à la loi sur le CO₂, sont tenus de compenser leurs émissions de CO₂. Le présent rapport se focalise donc en particulier sur les potentiels de réduction (et les coûts qui y sont liés) pouvant être exploités d'ici à 2020.

Par ailleurs, il importe d'identifier des potentiels de réduction d'émissions de CO₂ dépassant également le champ d'application temporel de l'actuelle législation sur le CO₂. Il s'agit en effet de réunir d'ores et déjà les éléments d'une orientation possible de la future politique climatique (tant au niveau national qu'international).

De premiers jalons pour la période après 2020 sont posés dans le cadre de la Stratégie énergétique 2050. Les nouveaux objectifs de politique énergétique se fondent sur de vastes travaux prospectifs qui, au moyen de modélisations, renseignent sur l'avenir de la consommation énergétique, l'évolution de l'approvisionnement et les coûts qui y sont associés, en fonction des hypothèses de scénario retenues¹. Une nouvelle étude² de grande ampleur a été menée afin de donner une base cohérente aux discussions à long terme sur les potentiels et les coûts de réduction dans le cadre de la politique climatique et énergétique. Cette étude sert de clé de voûte au présent rapport et repose sur les mêmes bases, hypothèses et scénarios que les Perspectives énergétiques 2050. Elle contient en particulier une description détaillée des scénarios (voir sous 2.2.2) et une liste des mesures mises en œuvre.

Après une brève explication des notions principales, le rapport expose au point 2 les potentiels et les coûts de réduction d'ici à 2020 dans différents domaines. Le point 3 indique les économies d'émissions auxquelles on pourrait s'attendre à plus long terme, soit jusqu'en 2050, avec les mesures déjà décidées. Le point 4 renvoie à des interventions visant des objectifs similaires. Enfin, le point 5 clôt le rapport par un certain nombre de conclusions.

¹ Prognos (2012): Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050 – Energienachfrage und Elektrizitätsangebot in der Schweiz 2000-2050, Berne (en allemand).

² Prognos (2013): CO₂-Einsparpotenziale in Konsistenz mit den Szenarien der Schweizer Energieperspektiven, Berne (en allemand), voir <http://www.bafu.admin.ch/klima/12325/index.html?lang=fr>.

1.3 Notions

1.3.1 Evolution de référence

Quel que soit le modèle choisi, les potentiels de réduction et les coûts qui y sont liés ne peuvent être calculés que par rapport à une valeur de référence. L'évolution de référence reflète généralement l'évolution qui se produirait compte tenu des instruments actuellement mis en œuvre et de l'évolution technologique d'ores et déjà prévisible, en l'absence de mesures supplémentaires³.

Définir l'évolution de référence revêt une importance décisive. Les hypothèses concernant l'année de base, l'évolution technologique, les prix de l'énergie, les taux d'intérêt, la hausse du PIB ou encore la croissance de la population déterminent de façon essentielle l'évolution de référence et, par conséquent, les potentiels et les coûts calculés. Les principales hypothèses sur l'évolution de référence utilisée dans ce rapport sont énumérées à l'annexe 3.

1.3.2 Potentiel de réduction

Par analogie à la Stratégie énergétique 2050, ce rapport met l'accent sur le *potentiel escompté* (souvent désigné comme potentiel réalisable). Celui-ci se situe à l'intersection des potentiels économiquement, écologiquement et socialement acceptés et repose pour l'essentiel sur des mesures déjà connues à l'heure actuelle mais pas encore forcément mises en œuvre⁴.

La politique peut influencer sur le potentiel escompté par des instruments ou des objectifs politiques adéquats. Comme aucune technologie ni percée encore inconnues à ce jour n'entrent en ligne de compte, le potentiel escompté est particulièrement important pour une évaluation réaliste et proche de la pratique des futurs potentiels d'évitement des émissions de CO₂.

1.3.3 Coûts de réduction directs

Deux types de coûts sont examinés dans ce rapport. Il s'agit tout d'abord de calculer les surcoûts directs par rapport à l'évolution de référence, qui correspondent à la différence entre les investissements supplémentaires (du fait des mesures supplémentaires mises en œuvre par rapport à la référence) et les coûts d'énergie économisés. Ces surcoûts sont ensuite mis en relation avec les économies d'émissions. De là découlent les coûts de réduction directs par tonne de CO₂ économisée.

Puisque, selon cette définition, les coûts de réduction directs apparaissent comme une différence par rapport à l'évolution de référence, ils peuvent aussi afficher des valeurs négatives. Une valeur négative signifie que les coûts de réduction sont plus faibles dans le scénario considéré que dans le cas de référence. Les coûts indirects, qui ne sont pas directement liés à des investissements technologiques et à la consommation d'énergie (p. ex. les effets des mesures sur l'utilité ou sur la prospérité des consommateurs), ne sont pas pris en compte. De ce fait, les coûts de réduction directs ne peuvent pas être considérés comme des coûts d'évitement.

1.3.4 Répercussions macroéconomiques (prospérité et produit intérieur brut)

En plus des coûts de réduction directs, il convient aussi de mettre en lumière les effets de la politique climatique sur la prospérité et sur le produit intérieur brut. Ces deux valeurs donnent des indications sur les répercussions macroéconomiques des scénarios examinés. La

³ Toutefois, d'autres approches existent aussi dans la littérature. Certaines études prennent pour référence le statu quo de l'année de base et n'admettent aucune évolution. Dans d'autres cas, on suppose une mise en œuvre moins efficace des mesures. Ainsi, lors du calcul des potentiels de réduction dans le domaine des bâtiments, on peut admettre que ces derniers ne feront pas l'objet d'un assainissement énergétique, mais uniquement d'une rénovation accompagnée d'une réduction d'émissions de CO₂ nulle ou limitée.

⁴ Ce sujet est examiné en détail dans OFEN (2007): Die Energieperspektiven 2035 – Band 4: Exkurse; 5. Exkurs: Potenzialbegriffe (en allemand).

prospérité sert à mesurer les avantages à grande échelle que la société retire de l'ensemble des activités. Quant au produit intérieur brut, il reflète la création de valeur totale de l'économie et sert à mesurer la performance économique.

2 Potentiels et coûts de réduction en Suisse

Deux études ont été commandées en réponse au postulat. La première a rassemblé en une vue d'ensemble bibliographique les travaux existants consacrés aux coûts et aux potentiels d'évitement en Suisse⁵, en comparant les approches et les résultats.

A partir des éléments ressortant de cette vue d'ensemble, une analyse, déjà évoquée au point 1.2, a ensuite été menée sur la base d'hypothèses homogènes. C'est cette analyse qui sert de fondement au présent rapport.

2.1 Littérature existante

Les potentiels et les coûts de réduction ont déjà fait l'objet d'un grand nombre d'études, lesquelles abordent la question sous différents angles. Au total, 24 études ont été exploitées dans le cadre de l'analyse bibliographique; selon l'objet étudié et la méthode employée, elles peuvent être classées en trois grandes catégories:

- **Etudes portant sur des mesures particulières:** dans ces études, les potentiels et les coûts d'une ou de plusieurs mesures particulières (le plus souvent dans le domaine des bâtiments ou des transports) sont examinés de façon isolée. Les interdépendances avec d'autres mesures ou secteurs et les rétroactions macroéconomiques ne sont pas prises en compte. Les potentiels et les coûts de la ou des mesures en question résultent d'une comparaison avec un cas de référence prédéfini et sont calculés selon des approches empiriques, techniques ou économiques, suivant les études.
Question type: « Quels sont les potentiels et les coûts d'évitement d'émissions de CO₂ d'une mesure donnée par rapport à un moment donné? »
- **Etudes avec modèles sectoriels et future évolution de référence:** ces études analysent les potentiels et les coûts d'évitement pour des paquets de mesures au sein d'un secteur entier, considéré de manière isolée⁶. Les rétroactions macroéconomiques ne sont pas prises en compte. Une future évolution de référence est postulée comme base pour le calcul des coûts et du potentiel. Pour ce calcul, on recourt généralement à des modèles de simulation spéciaux qui reproduisent en détail le secteur considéré.
Question type: « Quels sont, dans la durée, les potentiels et les coûts d'évitement d'émissions de CO₂ d'un paquet de mesures au sein d'un secteur donné? »
- **Etudes avec modèles macroéconomiques:** dans ces études, des économies entières sont analysées à l'aide de modèles de simulation (appelés modèles d'équilibre général), généralement selon plusieurs scénarios. En plus des effets macroéconomiques, ces études peuvent aussi, selon les modèles, englober des effets structurels et distributifs à l'échelon des ménages.
Question typique: « A quelles répercussions économiques peut-on s'attendre dans la durée lors de la mise en œuvre de mesures intersectorielles (ou paquets de mesures)? »

Cette catégorisation témoigne déjà de grandes différences entre les études. Or, non seulement les approches divergent fortement les unes par rapport aux autres, mais au sein même des trois catégories, des méthodes différentes sont utilisées et des hypothèses

⁵ Ecoplan (2012): THG-Vermeidungskosten und -potenziale in der Schweiz – Literaturanalyse und Konzeption für weitere Erhebungen, Berne (en allemand), voir <http://www.bafu.admin.ch/klima/12325/index.html?lang=fr>

⁶ Différents secteurs ont été modélisés et examinés dans les études retenues, p. ex. l'agriculture, les transports ou le parc immobilier.

distinctes sont émises concernant l'horizon temporel étudié, les taux d'actualisation des investissements, les prix du pétrole, la commerciabilité et la pénétration du marché d'une technologie réductrice d'émissions ou encore l'évolution démographique à venir. Par ailleurs, plusieurs définitions du potentiel sont employées. Comme ces hypothèses déterminent fortement les potentiels et les coûts calculés, ceux-ci peuvent différer considérablement d'une étude à l'autre.

Vu ce qui précède, les travaux existants consacrés aux potentiels et aux coûts de réduction produisent des résultats peu comparables. Les hypothèses étant chaque fois formulées en fonction d'un thème de recherche particulier, il n'est pas possible de dégager un tableau cohérent des potentiels et des coûts de réduction. C'est pourquoi une nouvelle étude a été commandée conformément au mandat du postulat, dans laquelle les potentiels et les coûts de réduction ont été calculés sur la base d'hypothèses homogènes pour tous les secteurs pertinents du point de vue de leurs émissions de CO₂. Cette nouvelle étude permet une évaluation globale des futures économies d'émissions possibles et des coûts qui y sont liés.

2.2 Potentiels et coûts de réduction d'ici à 2020

2.2.1 Bases des modèles

Pour calculer les évolutions d'émissions et les potentiels de réduction exposés dans ce rapport, on a recouru aux modèles de Prognos, également utilisés dans le cadre de la Stratégie énergétique 2050. En raison de leur haut degré de détail à l'échelon des consommateurs (p. ex. bâtiments et véhicules), des affectations⁷ et du parc concret de centrales, ces modèles sont particulièrement bien adaptés à la problématique en question. Ils reproduisent très précisément le système énergétique et les technologies mises en œuvre dans les secteurs pris en compte, tout comme les émissions qui y sont liées. Ils sont donc capables de saisir les effets des instruments de politique climatique et énergétique sur l'utilisation et la diffusion de différentes technologies. Les modèles montrent quelles sont les répercussions des mesures techniques (p. ex. isolation des bâtiments, installations destinées à utiliser les énergies renouvelables) qui peuvent être engagées dans les divers secteurs à travers différents instruments politiques⁸.

Les modèles ne renseignent pas sur les répercussions macroéconomiques des mesures adoptées⁹. En outre, ils ne donnent aucune indication sur les instruments à privilégier¹⁰. Ce type de questions doivent faire l'objet d'un débat public. L'opportunité d'introduire tel ou tel instrument politique dépend d'une série de facteurs, notamment les préférences politiques et sociales, les rationalités d'investissement et les obstacles dans les différents secteurs. Les approches sectorielles utilisées ici permettent de mieux tenir compte des dynamiques, des conditions-cadres et des rationalités d'investissement très hétérogènes qui influencent les potentiels de réduction dans les différents secteurs, même si en théorie, des optimisations intersectorielles peuvent aussi être calculées. Les résultats des modèles permettent donc avant tout de tirer des conclusions sur les possibilités d'action spécifiques à chaque secteur (p. ex. nécessité d'accroître les assainissements énergétiques efficaces de bâtiments ou de limiter les consommations spécifiques des véhicules neufs).

⁷ Les affectations désignent les activités qui présupposent une utilisation d'énergie. Les émissions sont comptabilisées directement sur le lieu d'utilisation de l'énergie mise en œuvre. Les différentes affectations sont abordées en détail au point 2.2.6.

⁸ Une description complète des modèles utilisés, de leur structure et de leur fonctionnement est donnée dans Prognos (2012): Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050 – Energienachfrage und Elektrizitätsangebot in der Schweiz 2000-2050, chapitre 2.3 (en allemand).

⁹ Les répercussions macroéconomiques des scénarios politiques mentionnés dans ce rapport s'appuient sur les résultats des modélisations d'Ecoplan (2012).

¹⁰ A ce sujet, voir p. ex. le rapport du Conseil fédéral en réponse au postulat du conseiller national Jacques Bourgeois (10.3373), disponible sur <http://www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/29869.pdf>

2.2.2 Scénarios

Les potentiels et les coûts de réduction sont établis selon trois scénarios. Le scénario « Poursuite de la politique actuelle » (PPA) sert de scénario de référence: il reprend pour l'essentiel la politique climatique et énergétique existante (état 2010) sans adapter les instruments disponibles, ou alors seulement de façon très modérée. S'agissant des principaux instruments de politique climatique, on admet par exemple que la taxe sur le CO₂ sera augmentée à une seule reprise en 2016 et passera de 36 à 72 francs par tonne de CO₂, que 200 millions de francs seront mis à disposition chaque année pour le programme Bâtiments et que les valeurs limites pour les voitures de tourisme seront abaissées à 130 grammes de CO₂ par kilomètre d'ici à 2015 et à 95 grammes d'ici à 2030.

Le scénario « Mesures politiques du Conseil fédéral » (PCF¹¹) est pertinent pour l'étude des potentiels et des coûts jusqu'en 2020. Il suppose une politique climatique et énergétique ambitieuse à partir de 2015 et un renforcement régulier des instruments existants. Dans le scénario PCF, à la différence du scénario PPA, on admet ainsi que la taxe sur le CO₂ sera augmentée une nouvelle fois en 2018 (à 96 francs par tonne de CO₂). Le programme Bâtiments sera porté à 300 millions de francs en 2014 et à 600 millions de francs en 2015. Les valeurs limites pour les voitures de tourisme seront abaissées à 130 grammes de CO₂ par kilomètre d'ici à 2015, puis à 95 grammes d'ici à 2020. Le scénario PCF prévoit en outre la réalisation d'un certain nombre de mesures visant en premier lieu une utilisation plus efficace de l'énergie. Le développement des appels d'offres publics pour la mise en œuvre de programmes et de projets d'économie d'énergie¹² en est un exemple, tout comme le renforcement des normes d'efficacité pour les appareils électriques et les équipements d'immeubles. A long terme, ces mesures concourent aussi à réduire les émissions de CO₂.

Les mesures engagées suite à l'obligation de compenser contribuent elles aussi à l'évolution technologique, mais elles ne peuvent pas être modélisées convenablement¹³. Il est tout de même possible de tirer certaines conclusions sur les potentiels liés à l'obligation de compenser. Dans le modèle, le progrès technique entre pour beaucoup dans les réductions obtenues. Dans la réalité, toutefois, il arrive fréquemment que les mesures nécessaires ne soient pas mises en œuvre en raison d'obstacles aux investissements. Des projets de compensation peuvent vaincre ces obstacles et déclencher des innovations supplémentaires. L'obligation de compenser contribue ainsi à épuiser au moins une partie du potentiel qui, dans le modèle, est généré par le progrès technique ou par d'autres mesures¹⁴.

Des programmes de communication, de formation et de perfectionnement peuvent aussi aider à surmonter les obstacles aux investissements; ils mettent en lumière des possibilités d'économies et contribuent ainsi à diffuser plus rapidement les nouvelles technologies. Les effets de ce type de programmes n'apparaissent pas non plus explicitement dans le modèle.

Le scénario « Nouvelle politique énergétique » (NPE), quant à lui, part d'un objectif de réduction à long terme. D'ici à 2050, les émissions annuelles par habitant sont abaissées à 1 ou 1,5 million de tonnes de CO₂. Contrairement aux scénarios PPA et PCF, aucun paquet de mesures précis n'est fixé. Ce scénario est abordé en détail au point 3. Une description plus

¹¹ Prognos (2013) distingue entre deux variantes de scénarios PCF (PCF C et PCF C&E). Ces variantes diffèrent uniquement quant à l'offre d'électricité. Le présent rapport utilise le scénario PCF C (sauf indication contraire) qui, pour simplifier, est désigné comme PCF.

¹² Les « appels d'offres publics » sont une mesure censée favoriser la réalisation de potentiels non rentables auprès d'entreprises à consommation d'électricité moyenne à élevée. A cette fin, la Confédération met au concours de gros projets uniques ou des programmes. Les entreprises peuvent solliciter des subventions par le biais d'un système d'enchères. Le contrat est attribué à l'offre présentant le meilleur rapport coûts-bénéfices. Dans le scénario PCF, on admet que les moyens mis à disposition augmentent nettement avec le temps (de près de 20 millions de francs initialement à 100 millions de francs par année à long terme).

¹³ Cela s'explique en premier lieu par des raisons d'établissement du bilan. Dans le modèle, il n'est pas possible d'attribuer explicitement des mesures particulières et les dépenses qu'elles impliquent à des projets précis devant compenser les émissions produites ailleurs.

¹⁴ On trouvera une description plus précise des hypothèses émises sur les évolutions technologiques ou autres sur http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00527/index.html?lang=fr&dossier_id=05024

complète des scénarios, tout comme un tableau des mesures mises en œuvre dans les scénarios PPA et PCF, figure dans Prognos (2013).

Dans ce rapport, seules les émissions de CO₂ d'origine énergétique ont été examinées. Les émissions des autres gaz à effet de serre (en particulier du méthane et du gaz hilarant) ainsi que les émissions d'autres précurseurs à courte durée de vie et de polluants atmosphériques ayant des effets sur le climat (comme l'ozone ou les suies) ne sont pas prises en compte. Les émissions de CO₂ dues aux combustibles et aux carburants représentent environ 75 % des émissions totales de gaz à effet de serre en Suisse. Les autres gaz à effet de serre jouent notamment un rôle dans l'agriculture (voir sous 2.3). L'établissement du bilan des émissions de CO₂ s'effectue conformément à la loi sur le CO₂, c'est-à-dire sans prendre en compte les transports internationaux par avion et par bateau, ni les émissions grises, ni les émissions de procédés, ni la consommation propre des raffineries¹⁵.

Les points suivants traitent des potentiels et des coûts calculés jusqu'en 2020 à différents niveaux d'agrégation. Les résultats sont résumés sous forme de tableaux. Un examen des potentiels et des coûts jusqu'en 2050 et leur représentation graphique figurent à l'annexe 1.

2.2.3 Potentiels calculés d'économies d'émissions de CO₂

En 2010, les émissions de CO₂ d'origine énergétique en Suisse ont avoisiné 41,6 millions de tonnes. Le tableau ci-dessous indique les économies calculées en chiffres absolus et relatifs dans les scénarios PPA et PCF par rapport à 2010.

D'ici à 2020, en poursuivant les mesures existantes (scénario PPA), les émissions de CO₂ d'origine énergétique peuvent être réduites d'environ 12 % par rapport à 2010. Dans le scénario PCF, un renforcement des instruments disponibles dès 2015 apporte une réduction supplémentaire de près de 6 %, soit une économie totale d'environ 18 %.

Par rapport à 1990, les réductions obtenues seraient du même ordre de grandeur. En renforçant les instruments existants de manière ciblée, des économies allant jusqu'à 20 % seraient possibles.

Tableau 1: Emissions et économies de CO₂ absolues en millions de tonnes (entre parenthèses: économie en % par rapport à 2010).

	2010 (en millions de tonnes)	2020 (en millions de tonnes)	Economie par rapport à 2010 (en millions de tonnes)	Economie supplémentaire dans le scénario PCF par rapport au scénario PPA (en millions de tonnes)
PPA	41,6	36,6	-5,0 (-12 %)	
PCF	41,6	34,3	-7,3 (-18 %)	-2,3 (-6 %)

2.2.4 Potentiels calculés par secteurs

En 2010, environ 42 % des émissions de CO₂ d'origine énergétique étaient dues au secteur des transports, 28 % au secteur des ménages, qui inclut entre autres les bâtiments d'habitation¹⁶, 14 % au secteur des services et 12 % à celui de l'industrie. La part due à la

¹⁵ Dans le modèle, l'année de base est 2010. L'établissement du bilan des émissions de CO₂ s'effectue donc conformément à la loi sur le CO₂ alors en vigueur. Dans la loi révisée sur le CO₂, les émissions de processus et la consommation propre des raffineries sont prises en compte. Pour plus de détails sur les émissions prises en considération, voir Prognos (2012): Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050: Anhang III (Energienachfrage und Elektrizitätsangebot in Zahlen; Emissionen) (en allemand).

¹⁶ Dans Prognos (2013), le domaine des bâtiments d'habitation fait partie du secteur « Ménages » (selon la systématique du bilan énergétique). Etant donné que le domaine des bâtiments d'habitation compose de loin la majorité de ce secteur, celui-ci est désigné ici par le terme de « Bâtiments d'habitation ».

production d'électricité ne s'élevait qu'à un peu plus de 1 %. Les 2 % restants revenaient à la différence statistique¹⁷.

Selon les modélisations, il existe des potentiels de réduction considérables notamment dans les transports et les bâtiments. Les mesures prévues par le scénario PCF permettent de réduire les émissions de plus de 3 millions de tonnes de CO₂ d'ici à 2020 dans le secteur *Transports*. Comparé à 2010, cela correspond à une économie de 19 %. Dans le secteur *Bâtiments d'habitation*, les potentiels se situent à un niveau similaire en termes absolus, mais ils sont légèrement plus importants encore en termes relatifs. Dans les secteurs *Industrie* et *Services*, des réductions sont également possibles, quoique dans de moindres mesures. En pourcentage, toutefois, les économies réalisables sont aussi relativement élevées dans le secteur *Services*. Les émissions augmentent légèrement dans la production d'électricité.

Tableau 2: Emissions de CO₂ par secteur en millions de tonnes par rapport à 2010 (entre parenthèses: économie en % par rapport à 2010).

	Emissions en 2010 (en millions de tonnes)	Part dans les émissions totales en 2010	Variation en 2020 par rapport à 2010 (en millions de tonnes), PPA	Variation en 2020 par rapport à 2010 (en millions de tonnes), PCF
Transports	17,5	42,1 %	-1,8	-3,3
Bâtiments d'habitation	11,8	28,4 %	-2,9	-3,2
Industrie	5,8	13,9 %	-0,4	-0,4
Services	5,0	12,0 %	-0,9	-1,0
Production d'électricité	0,6	1,4 %	+1,0	+0,6
Différence statistique	0,9	2,2 %	+0,0	+0,0
Total	41,6	100 %	-5,0 (-12,0 %)	-7,3 (-17,6 %)

Le renforcement des instruments existants se traduit dans le scénario PCF par des économies supplémentaires en 2020 comparé au scénario PPA. C'est dans le secteur *Transports* que les effets supplémentaires (qui apparaissent lorsqu'on compare les variations dans les scénarios PCF et PPA) les plus importants peuvent avoir lieu. Ici, des mesures efficaces (avant tout le renforcement accéléré des prescriptions concernant les émissions des voitures de tourisme) mènent, dans le scénario PCF, à des économies supplémentaires de 1,5 million de tonnes CO₂ d'ici à 2020. Dans les autres secteurs, la majeure partie des économies sont déjà réalisées par les mesures existantes. Dans le secteur *Bâtiments d'habitation*, près de 0,3 million de tonnes de CO₂ supplémentaires peuvent être économisées d'ici à 2020, notamment grâce à une augmentation de la dotation du programme Bâtiments. Dans les secteurs *Industrie* et *Services*, les réductions supplémentaires sont très limitées. Enfin, concernant la production d'électricité, la hausse des émissions dans le scénario PCF n'atteint qu'à peine la moitié de celle observée dans le scénario PPA.

2.2.5 Potentiels calculés par agents énergétiques

Dans les scénarios, les émissions totales peuvent aussi être réparties selon les différents agents énergétiques. En 2010, la part de l'essence et du diesel dans les émissions de CO₂ s'élevait à un peu plus de 40 %, alors que 35 % était du aux huiles de chauffage et 14 % au gaz naturel. Un peu plus de 2 % revenait à la chaleur à distance et à peine 1 % à l'électricité,

¹⁷ La différence statistique est une valeur résiduelle. Elle comprend les consommations qui ne peuvent pas être attribuées de manière univoque à un secteur, ainsi que l'agriculture.

qui comprend les émissions induites par la production de courant. La part des autres agents énergétiques était tout aussi minime.

C'est surtout avec les agents énergétiques proportionnellement importants comme le mazout, l'essence et le diesel que des réductions significatives sont possibles. Cela confirme ce qui ressort de l'analyse par secteurs. Les économies de mazout se réalisent en premier lieu dans le secteur *Bâtiments d'habitation*, celles d'essence et de diesel dans le secteur *Transports*. Les émissions dues à ces agents énergétiques peuvent être sensiblement réduites dans le scénario PCF. Pour les huiles de chauffage, les émissions de CO₂ diminuent de 4,7 millions de tonnes par rapport à 2010, ce qui correspond à une réduction d'environ un tiers. Au total, les émissions de CO₂ imputables aux carburants peuvent être réduites de près de 3,5 millions de tonnes, soit 20 %, par rapport à 2010. L'électricité et (dans une moindre mesure) la chaleur à distance affichent des hausses sensibles en termes relatifs, mais relativement modestes en termes absolus. Pour les autres agents énergétiques, les variations sont négligeables.

Tableau 3: Emissions de CO₂ par agents énergétiques en millions de tonnes par rapport à 2010.

	Emissions en 2010 (en millions de tonnes)	Part dans les émissions totales en 2010	Variation en 2020 par rapport à 2010 (en millions de tonnes), PPA	Variation en 2020 par rapport à 2010 (en millions de tonnes), PCF
Huiles de chauffage	14,4	34,6 %	-4,5	-4,7
Essence	10,0	24,0 %	-2,5	-3,2
Diesel	7,3	17,6 %	+0,6	-0,2
Gaz naturel	6,0	14,4 %	+0,2	0,0
Chaleur à distance	0,9	2,2 %	+0,2	+0,2
Charbon	0,6	1,4 %	-0,1	-0,1
Déchets (industriels)	0,5	1,2 %	0,0	0,0
Electricité	0,4	1,0 %	+1,0	+0,6
Autres produits pétroliers	0,3	0,7 %	+0,1	+0,1
Carburants d'avion	0,3	0,7 %	0,0	0
Différence statistique	0,9	2,2 %	+0,0	+0,0
Total	41,6	100 %	-5,0 (-12,0 %)	-7,3 (-17,6 %)

Les économies supplémentaires les plus importantes en 2020 par rapport au scénario PPA peuvent être obtenues avec l'essence et le diesel, c'est-à-dire les agents énergétiques utilisés principalement dans le secteur *Transports*, et avoisinent 1,5 million de tonnes. Les économies supplémentaires réalisées avec les huiles de chauffage sont plus modestes. Les hausses sont par ailleurs nettement plus limitées dans le scénario PCF avec l'électricité et le gaz naturel.

2.2.6 Potentiels calculés par affectations

Les émissions sont ici réparties par affectations. En 2010, près de 80 % des émissions énergétiques totales de CO₂ pouvaient être mises sur le compte du chauffage et de la mobilité. Environ 10 % des émissions étaient dues à la chaleur industrielle et 5 % à l'eau chaude. La part revenant aux affectations restantes était réduite en comparaison.

Les résultats des modèles montrent de grands potentiels d'ici à 2020 en ce qui concerne le chauffage et la mobilité, à savoir les domaines proportionnellement les plus importants en matière d'émissions de CO₂. Des économies significatives sont possibles en particulier avec le chauffage: ici, le scénario PCF prévoit une réduction des émissions de quelque 4 millions de tonnes d'ici à 2020, soit une baisse de près de 25 %. Les potentiels dans le domaine de

la mobilité évoluent dans un ordre de grandeur similaire. Les mesures prévues s'accompagnent d'une réduction des émissions de 3,2 millions de tonnes, soit un recul d'environ 20 % par rapport à 2010. Les deux autres affectations, ayant contribué de façon significative aux émissions totales en 2010 (eau chaude et chaleur industrielle), présentent, quant à elles, des potentiels de réduction moindres.

De légères augmentations d'émissions sont attendues dans les affectations essentiellement consommatrices d'électricité. Les systèmes d'entraînement et les processus (p. ex. moteurs et pompes électriques) connaissent la plus forte hausse, ainsi que, dans une moindre mesure, la catégorie « climatisation, aération, installations techniques » et l'éclairage. En chiffres absolus, toutefois, ces augmentations sont très modestes.

Tableau 4: Emissions de CO₂ par affectations en millions de tonnes par rapport à 2010.

	Emissions en 2010 (en millions de tonnes)	Part dans les émissions totales en 2010	Variation en 2020 par rapport à 2010 (en millions de tonnes), PPA	Variation en 2020 par rapport à 2010 (en millions de tonnes), PCF
Mobilité en Suisse	17,5	42,1 %	-1,8	-3,2
Chauffage	16,2	38,9 %	-3,7	-4,0
Chaleur industrielle ¹⁸	4,0	9,6 %	-0,1	-0,2
Eau chaude	2,2	5,3 %	-0,1	-0,1
Systèmes d'entraînement, processus ¹⁹	0,2	0,5 %	+0,3	+0,1
Eclairage	0,1	0,2 %	+0,1	+0,0
Climatisation, aération, installations techniques	0,04	0,1 %	+0,1	+0,1
Technologies de l'information et de la communication, médias de divertissement	0,02	0,0 %	+0,1	+0,0
Autres ²⁰	0,44	1,1 %	+0,1	+0,0
Différence statistique	0,9	2,2 %	+0,0	+0,0
Total	41,6	100 %	-5,0 (-12,0 %)	-7,3 (-17,6 %)

Cette analyse confirme à son tour qu'un renforcement des mesures dans le secteur *Transports* déploie les plus gros effets supplémentaires (par rapport au scénario PPA). Dans le scénario PCF, 1,4 million de tonnes de CO₂ supplémentaires peuvent ainsi être économisées dans le domaine de la mobilité. S'agissant du chauffage, le surcroît d'économies se chiffre à 0,3 million de tonnes de CO₂.

Différentes causes (ou facteurs) expliquent ces variations, ce qui donne des indications supplémentaires sur les possibilités de réaliser les potentiels disponibles. L'amélioration de l'enveloppe des bâtiments joue un rôle de premier plan dans les réductions, tout comme les progrès en matière d'efficacité des machines, des installations, des véhicules ou des appareils ainsi que les effets de substitution (passage des énergies fossiles aux énergies renouvelables, à l'électricité ou à d'autres agents énergétiques, dans la production

¹⁸ Désigne en premier lieu la chaleur nécessaire aux processus techniques ou industriels (séchage, fusion, etc.).

¹⁹ Englobe les émissions causées par le fonctionnement de machines ou d'infrastructures techniques ou au cours de processus industriels.

²⁰ Englobe les émissions qui ne peuvent pas être attribuées de manière univoque à une autre affectation.

d'électricité et via l'électrification des transports). La hausse des températures moyennes annuelles²¹ influence elle aussi l'évolution des émissions du fait de l'adaptation de la demande de chauffage et de climatisation. La croissance économique et démographique et l'extension des surfaces d'habitation chauffées conduisent à une hausse des émissions de CO₂. Avec le temps, la production d'électricité aura aussi tendance à générer davantage de CO₂ mais ses effets devraient rester relativement limités jusqu'en 2020. L'influence de ces différents facteurs est précisée dans l'analyse sectorielle suivante.

Potentiels par affectation: analyse sectorielle

L'analyse suivante permet de montrer plus précisément quels sont les potentiels rapportés aux affectations particulières dans les différents secteurs²². L'examen est complété par des indications sur les causes des variations d'émissions observées, à l'aide des facteurs évoqués plus haut.

Bâtiments d'habitation

Dans le secteur *Bâtiments d'habitation*, 88 % des émissions étaient dues au chauffage en 2010 et 12 % à l'eau chaude. Les autres affectations jouaient un rôle presque insignifiant. Par conséquent, les réductions d'émissions ont lieu exclusivement dans les deux affectations mentionnées. Dans le scénario PCF, quelque 3 millions de tonnes de CO₂ peuvent être économisées d'ici à 2020 dans le domaine du chauffage et 0,2 million de tonnes dans celui de l'eau chaude. Les autres affectations enregistrent globalement une hausse légèrement inférieure à 0,1 million de tonnes de CO₂.

Les économies réalisées dans le secteur *Bâtiments d'habitation* sont imputables en majeure partie aux progrès en matière d'efficacité et aux effets de substitution. Une amélioration de l'enveloppe des bâtiments et des installations de chauffage et d'eau chaude induit une bonne moitié des réductions. Le remplacement des énergies fossiles par des agents énergétiques alternatifs dans la fourniture de chauffage et d'eau chaude joue aussi un rôle significatif. Enfin, la hausse attendue des températures liée aux changements climatiques s'accompagne d'une baisse des besoins en chauffage et, par là même, d'un recul des émissions.

Services

Dans le secteur *Services*, le chauffage représentait 87 % des émissions en 2010 et l'eau chaude 11 %. Les 2 % restants étaient dus à l'éclairage, à la climatisation et à l'aération. Des potentiels existent en premier lieu dans le domaine du chauffage: ici, les émissions peuvent être réduites d'environ 1 million de tonnes d'ici à 2020 dans le scénario PCF. Une légère hausse des émissions se manifeste dans les affectations basées sur l'électricité (avant tout dans les systèmes d'entraînement et les processus), alors qu'aucune variation significative n'est à escompter dans les autres domaines.

Comme dans le secteur *Bâtiments d'habitation*, les améliorations en matière d'efficacité, les effets de substitution et la hausse des températures moyennes expliquent principalement les réductions d'émissions réalisées dans le secteur *Services*. Dans l'ensemble, les effets de substitution jouent un rôle un peu moins important, étant donné que les ajustements dans la production d'électricité aboutissent eux-mêmes à une hausse des émissions et contrebalancent les autres substitutions.

²¹ Dans le modèle, on table sur une hausse des températures moyennes annuelles de 1,8°C d'ici à 2050. Les températures augmentent linéairement entre 2010 et 2050. Voir à ce propos les nouveaux scénarios climatiques suisses CH2011 (C2SM, MeteoSuisse, EPF, NCCR Climate, et OcCC (2011): Swiss Climate Change Scenarios CH2011, Zurich).

²² Ici, les émissions liées à la production d'électricité ne sont pas imputées au secteur de la production mais directement aux consommateurs, c'est-à-dire aux bâtiments, à l'industrie, aux services et aux transports.

Industrie

Dans le secteur *Industrie*, les économies sont avant tout possibles dans la production de chaleur industrielle et de chauffage. Dans ces domaines, on aboutit jusqu'en 2020 à des économies d'un peu plus de 0,2 (chaleur industrielle) et de 0,1 (chauffage) million de tonnes de CO₂. Ces réductions s'expliquent en premier lieu par des améliorations en termes d'efficacité des installations et des machines utilisées. Comparé aux secteurs *Bâtiments d'habitation* et *Services*, les améliorations apportées à l'enveloppe des bâtiments et les effets du climat sont ici moins pertinents, la part du chauffage étant moindre. La réduction des émissions dans le domaine de la chaleur industrielle est avant tout due au remplacement accru du mazout et du charbon par le gaz ou par l'électricité.

Transports

Dans le secteur *Transports*, les réductions d'émissions sont entièrement imputables à la mobilité. Celle-ci peut être subdivisée en trafic voyageurs et marchandises par la route ou par le rail, en trafic offroad et en tourisme à la pompe²³. Les plus grands potentiels résident, de loin, dans le trafic voyageurs par route. Ici, les émissions peuvent être diminuées d'environ 2 millions de tonnes d'ici à 2020. 0,7 million de tonnes supplémentaires peuvent être réduites dans le domaine du tourisme à la pompe, appelé à décliner en raison de la hausse des prix et de la force du franc. Des réductions d'environ 0,2 million de tonnes peuvent être réalisées dans le trafic marchandises par la route et d'environ 0,1 million de tonnes dans le trafic offroad. En revanche, une légère augmentation est attendue dans le trafic par le rail.

Les économies sont dues en majeure partie aux améliorations des véhicules en termes d'efficacité énergétique et de technique. L'électrification accrue du trafic par la route et l'intensification du transfert du trafic marchandises de la route vers le rail contribuent aussi à réduire les émissions.

2.2.7 Coûts liés aux réductions d'émissions

Comme cela a été défini au point 1.3.3, les coûts directs dans le scénario PCF représentent les surcoûts induits par le paquet de mesures mis en œuvre dans le scénario PCF par rapport au scénario de référence PPA²⁴. Les coûts directs sont calculés pour chaque secteur, à ceci près que les secteurs de l'industrie et des services sont pris ensemble. Il convient de noter que les coûts portent toujours sur l'ensemble du paquet de mesures. On peut donc aussi les interpréter comme les coûts différentiels moyens par tonne de CO₂ du paquet de mesures²⁵ et par secteur.

2.2.8 Coûts directs dans le scénario PCF par rapport au scénario PPA

Dans la brève période jusqu'en 2020, des surcoûts apparaissent dans les trois secteurs pris en compte. Ils avoisinent les 50 millions de francs dans le secteur *Bâtiments d'habitation* (MEN, pour « Ménages », dans le graphique 1), 260 millions de francs dans le secteur *Transports* (TRANSP) et 310 millions de francs dans le secteur *Industrie & services* (IND & SERV).

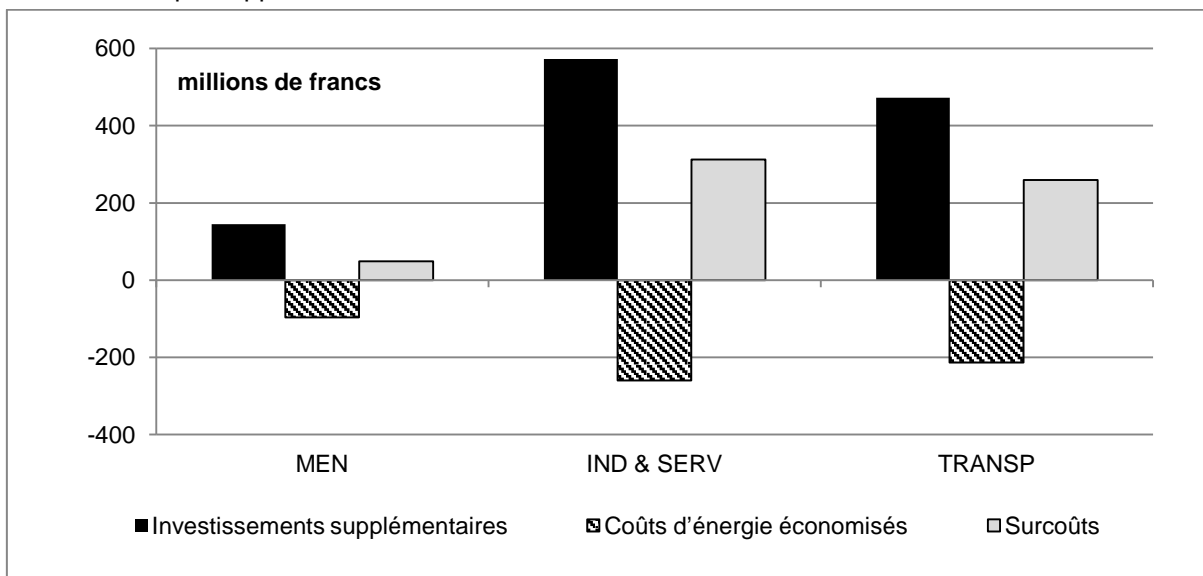
²³ On désigne par « tourisme à la pompe » la différence entre les ventes de carburant en Suisse et la consommation en Suisse. Les différences de prix entre la Suisse et les pays limitrophes font que ces quantités ne sont pas forcément identiques. Les chiffres de vente sont pertinents pour le bilan CO₂. Les ventes en Suisse sont habituellement supérieures à la consommation intérieure, car les prix du carburant y sont plus bas qu'à l'étranger. Le tourisme à la pompe apparaît donc comme valeur positive dans le bilan des gaz à effet de serre. Dans le modèle, on part du principe que la différence entre les ventes et la consommation en Suisse sera ramenée à zéro d'ici à 2035.

²⁴ Les coûts induits par la politique actuelle (scénario PPA) ne sont, en conséquence, plus pris en compte.

²⁵ Comme cela a été défini au point 1.3.3, cette valeur ne comprend que les coûts directement liés aux investissements technologiques et à la consommation d'énergie. On ne peut donc pas les considérer comme des coûts d'évitement. Pour ce faire, il faudrait inclure également les coûts indirects.

Ces coûts sont à interpréter comme des « instantanés »; une analyse isolée jusqu'en 2020 s'avère insuffisante. A court terme, les investissements additionnels parfois considérables font face à des économies encore modestes en comparaison. Ce rapport s'améliore toutefois considérablement à moyen ou long terme, surtout dans les secteurs *Industrie & services* et *Transports*. Cela s'explique entre autres par une nette augmentation des économies en termes de coûts d'énergie. En outre, les progrès technologiques font baisser les coûts des technologies à faible taux d'émission de CO₂ au fil du temps et jouent un rôle important dans cette évolution.

Graphique 1: Investissements supplémentaires, coûts d'énergie économisés et surcoûts en résultant en 2020, PCF par rapport à PPA.



Par conséquent, les coûts par tonne supplémentaire de CO₂ évitée sont encore relativement élevés en 2020 dans tous les secteurs. Dans le secteur *Bâtiments d'habitation*, autant les surcoûts que les économies supplémentaires sont relativement faibles en 2020 par rapport au scénario de référence PPA. L'économie d'une tonne supplémentaire de CO₂ dans le secteur *Bâtiments d'habitation* coûte près de 150 francs en 2020. Les coûts dans le secteur *Transports* se situent dans le même ordre de grandeur. Ici, les surcoûts sont certes nettement plus élevés, mais il est aussi possible d'économiser davantage d'émissions. C'est dans le secteur *Industrie & services* que les coûts de réduction sont les plus élevés. Les économies supplémentaires sont plutôt modestes jusqu'en 2020 du fait des surcoûts relativement importants.

Tableau 5: Surcoûts, émissions de CO₂ économisées et coûts de réduction par tonne CO₂ en 2020, PCF par rapport à PPA.

	Surcoûts PCF par rapport à PPA (en millions de francs)	Economies supplémentaires d'émissions de CO ₂ PCF par rapport à PPA (en millions de tonnes) ²⁶	Coûts de réduction par tonne de CO ₂ (en francs par tonne de CO ₂)
Bâtiments d'habitation	49	0,32	150
Industrie & services	313	0,97	321
Transports	259	1,42	182

²⁶ Pour ce calcul, les émissions liées à la production d'électricité sont imputées aux trois secteurs mentionnés. Il en résulte une divergence par rapport au tableau 2, en particulier dans le secteur *Industrie & services*. La quantité d'électricité évitée est pondérée pour ce calcul par un facteur d'émissions de 89 tonnes de CO₂ par TJ. Ce facteur d'émissions correspond aux émissions de CO₂ liées à l'électricité provenant d'une centrale à cycle combiné neuve.

Ces coûts sont eux aussi à appréhender dans une perspective à long terme. Ils baissent parfois sensiblement après 2020, les mesures mises en œuvre dans certains domaines (p. ex. dans les secteurs *Transports* et *Industrie & services*) ne déployant leurs effets sous forme d'économies supplémentaires d'émissions qu'à plus longue échéance. L'évolution des coûts à long terme est abordée plus en détail au point 3 ainsi qu'à l'annexe 1.

2.3 Potentiels et coûts de réduction dans l'agriculture

Malgré l'extension du champ d'application à d'autres gaz à effet de serre réglementés au niveau international (méthane et gaz hilarant, en particulier), la loi révisée sur le CO₂ ne formule aucun objectif sectoriel spécifique concernant l'agriculture. En 2011, l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG) a publié sa propre stratégie climatique²⁷, dans laquelle il présente l'orientation à long terme de l'agriculture en matière de politique climatique. L'objectif stratégique général est de réduire d'au moins un tiers les émissions de gaz à effet de serre d'origine agricole d'ici à 2050 par rapport à 1990.

En raison des spécificités du secteur agricole et de la composition différente des émissions par rapport aux autres secteurs, les potentiels et les coûts n'ont pas été estimés à l'aide des modèles utilisés ci-dessus. Les points suivants se basent sur une vaste étude (« THG-2020 ») datant de 2009²⁸. Ses calculs reposent sur une modélisation qui reproduit le secteur agricole de façon très détaillée et inclut la période jusqu'en 2020.

2.3.1 Potentiels de réduction dans l'agriculture

L'agriculture a produit environ 12 % des émissions totales de gaz à effet de serre en Suisse en 2010. Il s'agit notamment d'émissions de méthane (CH₄) et de gaz hilarant (N₂O). En 2010, l'agriculture a été responsable d'un peu plus de 83 % des émissions totales de CH₄ en Suisse et de presque 79 % des émissions de N₂O. En revanche, sa part dans les émissions totales de CO₂ d'origine énergétique ne s'élevait qu'à 1,2 %. Les mesures intéressantes sont donc en premier lieu celles qui contribuent à réduire les émissions de CH₄ et de N₂O. L'étude « THG-2020 » se concentre d'ailleurs uniquement sur les mesures répondant à ce critère.

L'étude « THG-2020 » commence par identifier une trentaine de mesures de réduction des émissions. Neuf d'entre elles sont ensuite examinées plus en détail. Les critères de sélection sont par exemple l'applicabilité pratique, l'effet de réduction escompté ou l'acceptation sociale. Certaines mesures (p. ex. la couverture des fosses à lisier) sont déjà relativement répandues, d'autres (p. ex. les nouvelles techniques d'épandage d'engrais) sont désormais encouragées sur le plan national dans le cadre de la Politique agricole 2014-2017, d'autres encore (p. ex. l'ajout de matière grasse dans la ration alimentaire des ruminants) ne sont guère appliquées pour l'instant. L'étude « THG-2020 » évalue le potentiel technique de réduction des neuf mesures examinées à près de 0,5 million de tonnes d'éq.-CO₂ en 2020²⁹.

2.3.2 Coûts de réduction dans l'agriculture

Les coûts d'évitement³⁰ des mesures examinées oscillent dans une large fourchette allant de 68 à 1700 francs par tonne d'éq.-CO₂. Une réduction du cheptel sert de référence et

²⁷ OFAG (2011): Stratégie Climat pour l'agriculture: Protection du climat et adaptation au changement climatique pour une agriculture et une économie alimentaire suisses durables, Office fédéral de l'agriculture, Berne.

²⁸ EPF Zurich (2009): « THG 2020 » – Möglichkeiten und Grenzen zur Vermeidung landwirtschaftlicher Treibhausgase in der Schweiz, Berne (en allemand).

²⁹ L'étude « Ressourcen- und Klimageeffizienz in der Landwirtschaft: Potenzialanalyse » (AgroCleanTech 2012, en allemand) parvient à des potentiels d'économies de même ampleur. Cette étude se penche aussi sur des mesures conduisant à une réduction des émissions de CO₂ (à travers la production d'électricité ou de chaleur d'origine renouvelable), qui permettraient d'économiser 0,5 million de tonnes supplémentaires.

³⁰ L'étude « THG-2020 » ne calcule pas de coûts différentiels par rapport à une référence prédéfinie, comme aux points 2.2.8 et 3, mais les coûts effectifs liés à la réduction par tonne d'éq.-CO₂. Pour ce faire, les économies associées à la mesure en question sont multipliées par des taux prédéfinis.

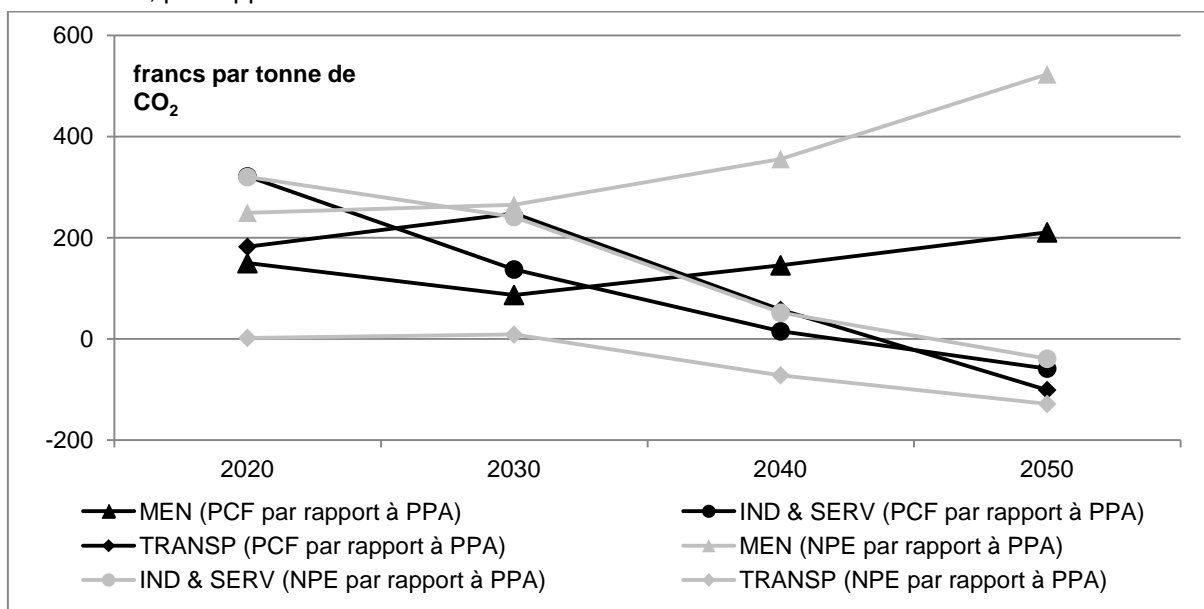
d'alternative simple aux mesures techniques étudiées³¹. Les coûts liés à cette réduction du cheptel avoisinent 540 francs par tonne d'éq.-CO₂ et sont donc nettement inférieurs à ceux de la plupart des mesures techniques. Le potentiel économique découle des performances de réduction des mesures dont les coûts d'évitement sont inférieurs à une réduction du cheptel. Au moment de l'étude, une seule mesure remplissait cette condition: la couverture des fosses à lisier. Le potentiel économique s'élève ainsi à environ 0,15 million de tonnes d'éq.-CO₂.

3 Perspectives

Le point 2.2 du présent rapport montre qu'il est possible, dans le scénario PCF, de réduire les émissions de CO₂ d'environ 18 % d'ici à 2020 par rapport au niveau de 2010. Si, selon ce scénario, les instruments disponibles en matière de politique climatique et énergétique sont poursuivis après 2020, des économies d'émissions de près de 45 % peuvent être réalisées jusqu'en 2050 par rapport à 2010. Cela correspond à une réduction des émissions de CO₂ d'environ 2,4 tonnes par habitant. Ce résultat ne peut être atteint qu'à condition d'ajuster et de renforcer continuellement les instruments après 2020 et, ainsi, de maintenir les incitations à exploiter les potentiels existants. Le développement continu des mesures déjà introduites ou en phase d'introduction permet aussi de respecter d'éventuels engagements plus larges, par exemple dans le cadre d'un accord international. Cela à condition que le reste de la communauté internationale entreprenne également des efforts pour réduire les émissions.

Afin de limiter la hausse mondiale des températures à 2°C au maximum, les pays industrialisés doivent selon l'état actuel des connaissances scientifiques réduire leurs émissions d'au moins 80 % d'ici à 2050 par rapport à 1990. Le scénario « Nouvelle politique énergétique » (NPE) fixe un objectif tenant compte de cette condition. Les émissions de CO₂ dues aux combustibles et aux carburants sont abaissées à 1 ou 1,5 tonne par habitant d'ici à 2050.

Graphique 2: Coûts par tonne supplémentaire de CO₂ économisée par secteurs dans les scénarios PCF et NPE, par rapport à PPA.

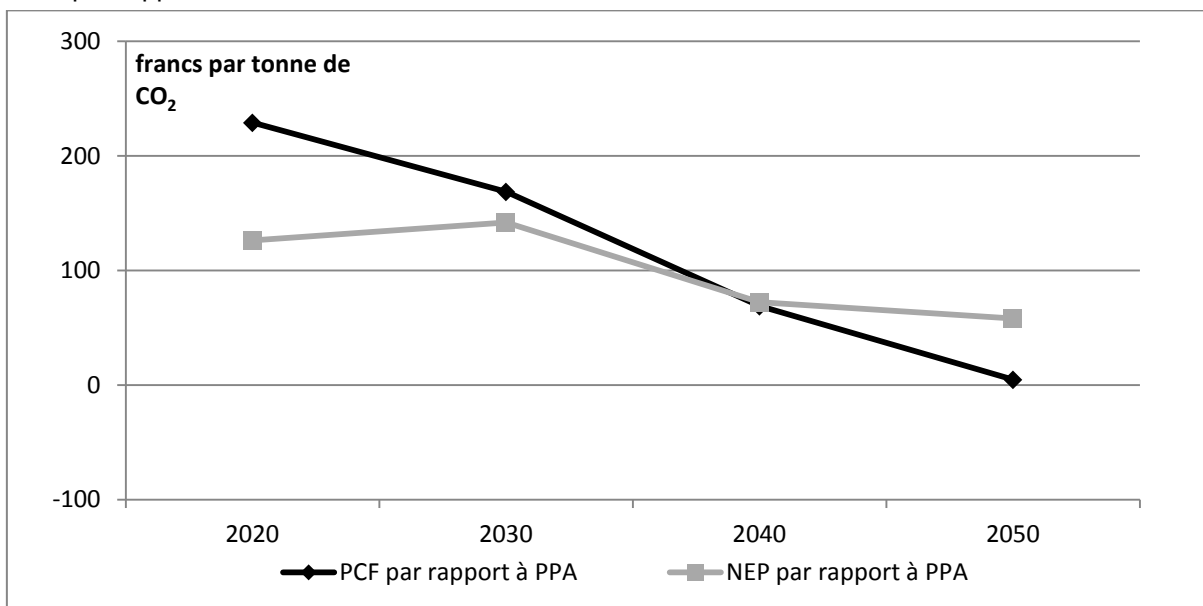


Le scénario NPE montre que la Suisse dispose de potentiels pour abaisser les émissions par habitant dans les proportions exigées si les conditions-cadres nécessaires (tant sur le plan national qu'international) sont réunies. Pour atteindre cet objectif, il faut donner une priorité

³¹ Globalement, cette mesure n'aboutit à une baisse des émissions de GES que si la consommation de viande en Suisse recule en conséquence. Cette réserve perd de son importance si, comme dans l'étude « THG-2020 », seules les émissions issues de la production en Suisse sont prises en considération.

élevée à la politique climatique à l'échelle internationale, définir des obligations de réduction et mettre en œuvre des mesures de politique climatique et énergétique au niveau mondial³². Sur le plan national, il est impératif de se doter d'instruments agissant en profondeur. Cela comprend par exemple l'augmentation sensible du taux d'assainissement des bâtiments, l'accomplissement de progrès supplémentaires dans l'utilisation efficace des combustibles et des carburants ou le développement significatif de l'électromobilité.

Graphique 3: Coûts totaux par tonne supplémentaire de CO₂ économisée dans les scénarios PCF et NPE, par rapport à PPA.



Dans la plupart des cas, les coûts de réduction directs sont plus élevés dans le scénario NPE que dans le scénario PCF, car le premier exige l'introduction de mesures supplémentaires généralement plus onéreuses. Mais les différences ne sont parfois que minimales. Dans le secteur *Industrie & services*, les coûts par tonne supplémentaire de CO₂ économisée en 2050 dans le scénario NPE sont certes légèrement plus élevés que dans le scénario PCF, mais ils restent en dessous du scénario de référence PPA. Dans le secteur *Transports*, les coûts par rapport au scénario PPA sont nettement inférieurs: dans ce secteur, l'accent est davantage mis sur la limitation de la taille des moteurs et sur l'électromobilité, surtout dans le scénario NPE. Les éventuelles pertes d'utilité qui y sont liées ne sont pas prises en compte dans les coûts directs. Le secteur *Bâtiments d'habitation* suit, quant à lui, une évolution opposée. Ici, les coûts tendent à augmenter à long terme, notamment dans le scénario NPE³³. Au total, les coûts par tonne supplémentaire de CO₂ économisée se situent à 58 francs dans le scénario NPE et sont donc un peu plus élevés que dans le scénario PCF (5 francs par tonne de CO₂ par rapport au scénario PPA).

Les coûts représentés ici ne permettent pas de tirer de conclusions directes sur les répercussions macroéconomiques à long terme des scénarios PCF et NPE. Celles-ci ont été calculées dans une autre étude à l'aide d'un modèle d'équilibre général³⁴. Dans le scénario

³² Cette priorité accrue s'exprime entre autres par une hausse nettement plus forte du prix du CO₂ en comparaison avec le scénario PCF. Dans le scénario NPE, ce prix se situe autour des 137 dollars US par tonne de CO₂ en 2050 (voir tableau 7 à l'annexe 3).

³³ Dans le domaine des bâtiments, les réductions supplémentaires deviennent de plus en plus difficiles et donc de plus en plus chères avec le temps. Dans le scénario PCF, environ 80 % des économies sont réalisées entre 2010 et 2040. Or, seul un peu plus de la moitié des surcoûts interviennent durant cette période. Il faut donc à nouveau consacrer environ le même montant pour les 20 % d'économies devant être réalisées entre 2040 et 2050. Dans le scénario NPE, cette proportion est encore plus déséquilibrée, si bien que les coûts augmentent encore davantage après 2040.

³⁴ Ecoplan (2012): Energiestrategie 2050 – Volkswirtschaftliche Auswirkungen. Berne (en allemand).

PCF, le PIB est en 2050 environ 0,6 % inférieur à celui du scénario de référence PPA. La perte de prospérité (mesurée aux possibilités de consommation des ménages) par rapport au scénario de référence se chiffre à 0,2 %. Dans le scénario NPE, il faut s'attendre à un recul du PIB de 2,7 % en 2050; la perte de prospérité est d'à peine 1 %. Ici aussi, le scénario PPA³⁵ sert chaque fois de référence.

Tableau 6: Répercussions macroéconomiques en termes relatifs par rapport au scénario de référence PPA.

	Scénario PCF			Scénario NPE		
	2020	2035	2050	2020	2035	2050
Répercussions sur la prospérité ³⁶	-0,06 %	-0,13 %	-0,16 %	-0,01 %	-0,49 %	-0,92 %
Répercussions sur le PIB	-0,2 %	-0,5 %	-0,6 %	-0,4 %	-1,8 %	-2,7 %

Les calculs de potentiels et de coûts présentés dans ce chapitre et à l'annexe 1 peuvent fournir quelques premiers indices pour une possible orientation future de la politique climatique. Pour se faire une image plus précise des possibilités d'économies futures, il faudra toutefois affiner les calculs, les actualiser régulièrement et les élargir éventuellement à d'autres secteurs. Une attention particulière devra alors être portée aux effets des différents instruments de politique climatique. A l'heure actuelle, ces effets s'avèrent parfois difficiles à comptabiliser. A l'avenir, il convient donc de travailler également à l'amélioration et au perfectionnement des bases scientifiques et des méthodes de mesure.

4 Interventions poursuivant des objets similaires

4.1 Postulat Bourgeois (13.3682): Diminuer la dépendance de l'agriculture des énergies fossiles

Le conseiller national Jacques Bourgeois demande au Conseil fédéral de faire un rapport mettant en exergue la part que représentent les énergies fossiles dans les sources d'énergie directes et indirectes utilisées dans la production agricole et les pistes à explorer afin de réduire cette dépendance. Le Conseil fédéral propose d'accepter le postulat. Le Conseil national ne s'est pas encore prononcé sur la question.

4.2 Postulat Bourgeois (13.3292): Valoriser pleinement les potentiels dans le domaine énergétique

Le conseiller national Jacques Bourgeois demande au Conseil fédéral de présenter un rapport développant les potentialités en matière de production d'énergies renouvelables et d'efficacité énergétique dans le domaine agricole et les conditions-cadres devant être mises en place pour atteindre pleinement ces potentiels.

Dans son avis, le Conseil fédéral partage certes l'opinion selon laquelle il importe de mettre à profit lesdits potentiels dans l'agriculture, mais propose malgré tout de rejeter le postulat. Il renvoie aux études disponibles et au développement permanent des instruments existants dans le cadre de la Stratégie énergétique 2050 et de la Politique agricole 2014-2017. Le Conseil national a rejeté le postulat le 27 septembre 2013.

³⁵ Ecoplan (2012) présuppose une taxe sur l'énergie comme instrument central pour atteindre les réductions dans les scénarios PCF et NPE. La façon dont le produit de la taxe est redistribué (ou non) détermine également les effets sur la prospérité.

³⁶ Les pertes de prospérité se réduisent considérablement lorsque les effets secondaires des mesures considérées (p. ex. amélioration de la qualité de l'air) sont eux aussi inclus dans les calculs. Dans ces conditions, on parvient même à une augmentation de la prospérité de presque 0,1 % en 2050 dans le scénario PCF; dans le scénario NPE, la perte de prospérité baisse à 0,4 %.

4.3 Interpellation Sommaruga (07.3860): Emissions de gaz à effet de serre. Compensation surtout à l'étranger?

L'ancienne conseillère aux Etats et actuelle conseillère fédérale Simonetta Sommaruga demande au Conseil fédéral des renseignements sur les potentiels de réduction existants en Suisse jusqu'en 2020 et des indications sur de possibles instruments assurant une exploitation aussi efficace et efficiente que possible de ces potentiels. En toile de fond, il était alors question de savoir si la Suisse ne pourrait pas compenser ses émissions plus avantageusement par l'achat de certificats de réduction des émissions à l'étranger.

Dans sa réponse, le Conseil fédéral souligne qu'il existe en Suisse des possibilités avantageuses de réduire ces émissions dans de nombreux domaines (notamment dans les bâtiments et les transports), réalisables à des coûts comparables à ceux de l'étranger. Or, beaucoup de ces potentiels ne sont pas exploités en raison d'obstacles financiers ou techniques. Des instruments économiques pourraient toutefois créer les incitations nécessaires et faire en sorte que les émissions soient réduites là où cela s'avère le plus efficace. C'est également l'approche adoptée dans la loi révisée sur le CO₂.

4.4 Postulat Reymond (07.3592): Programmes de réduction des émissions de CO₂

L'ancien conseiller national André Reymond demande l'établissement d'un inventaire des mesures permettant de réduire les émissions de CO₂. Ces mesures sont à évaluer selon leur potentiel de réduction, leur coût et leur faisabilité.

Le Conseil fédéral a recommandé de rejeter le postulat en faisant référence au quatrième rapport du GIEC³⁷ ainsi qu'aux potentiels et aux coûts de réduction à l'échelle nationale³⁸ calculés dans le cadre des Perspectives énergétiques 2035. Dans sa réponse, il a toutefois reconnu la nécessité de poursuivre les travaux et annoncé son intention de les faire avancer dans le cadre de la révision de la loi sur le CO₂. En août 2009, dans son message relatif à la politique climatique suisse après 2012³⁹, le Conseil fédéral a soumis un projet de révision de la loi sur le CO₂ et présenté un catalogue de mesures destinées à atteindre l'objectif de réduction proposé. Ce faisant, une grande partie des demandes formulées dans le postulat ont été satisfaites. Le Conseil national a rejeté le postulat le 8 septembre 2009.

5 Conclusions

Ce rapport montre qu'en renforçant les mesures existantes de manière ciblée, il est possible de réduire les émissions de CO₂ en Suisse d'environ 20 % d'ici à 2020 par rapport à 1990. Les mesures du scénario PCF permettent de réduire les émissions de CO₂ de près de 18 % par rapport à 2010.

Les réductions sont réalisées principalement grâce à des progrès d'efficacité dans le domaine des bâtiments et dans les installations, les machines et les véhicules ainsi que par la substitution des combustibles et carburants fossiles par des agents énergétiques renouvelables à plus faible émission de CO₂. Pour que ces potentiels puissent être exploités, il faut que la politique climatique et énergétique offre des conditions-cadres adéquates. La loi révisée sur le CO₂ prévoit différents instruments d'incitation, comme la taxe sur le CO₂, le programme Bâtiments ou les prescriptions concernant les émissions des nouvelles voitures immatriculées. Les mesures prévues par la Stratégie énergétique 2050, qui portent en premier lieu sur l'efficacité électrique, contribuent elles aussi à réduire les émissions en diminuant la demande future en électricité. Les modélisations montrent que ces instruments créent un contexte permettant en principe de réaliser les économies nécessaires jusqu'en 2020.

³⁷ B. Metz et al. (2007): Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change: Mitigation of Climate Change, Cambridge University Press (en anglais).

³⁸ Prognos (2007): Die Energieperspektiven 2035 – Band 2: Szenarien I bis IV (en allemand).

³⁹ Message relatif à la politique climatique suisse après 2012 (révision de la loi sur le CO₂ et initiative populaire fédérale « pour un climat sain ») du 26 août 2009, 09.067.

Identifier les potentiels sectoriels de réduction s'avère pertinent en particulier en rapport avec l'obligation de compenser faite aux exploitants de centrales thermiques à combustibles fossiles et aux importateurs de carburants fossiles. Toutefois, les modèles utilisés ne permettent pas de faire apparaître explicitement les potentiels de réduction exploités grâce à l'obligation de compenser. Les résultats indiquent pourtant que des potentiels suffisants existent pour des mesures de compensation. Des économies considérables sont possibles en particulier dans le secteur des transports et le domaine des bâtiments, dans la consommation d'huiles de chauffage et de carburants ainsi que dans des applications telles que la mobilité et le chauffage. Ces économies peuvent aussi être exploitées par des mesures adoptées dans le cadre de l'obligation de compenser. Une mesure envisageable est présentée à l'annexe 2 à titre de cas de figure.

Les chiffres indiqués dans le rapport ne permettent pas de déterminer les coûts liés aux différentes mesures pouvant être mises en œuvre sous la forme de projets de compensation. Les dépenses présentées se rapportent toujours à l'ensemble du paquet de mesures en question et sont à interpréter comme les coûts moyens de toutes les mesures mises en œuvre. Les coûts liés aux mesures particulières gravitent par conséquent autour de la moyenne sectorielle. L'ampleur de la fourchette est très difficile à estimer. Vu les potentiels élevés dans certains domaines, on peut toutefois supposer qu'il existe une multitude de possibilités de réaliser des projets de compensation à un coût raisonnable précisément dans le laps de temps relativement bref jusqu'en 2020.

D'ici à 2050, conformément au scénario PCF, on peut s'attendre à des réductions d'émissions d'environ 45 % par rapport à 2010 grâce aux mesures déjà mises en œuvre, aux mesures complémentaires actuellement en discussion et à de nouveaux renforcements. La législation actuelle présuppose la poursuite à long terme de l'objectif des 2°C. Les mesures engagées peuvent satisfaire à cette exigence. Afin que la Suisse puisse contribuer à la réalisation de cet objectif mondial dans l'état actuel des connaissances scientifiques, il est toutefois indispensable de renforcer encore les instruments nationaux existants, de fixer correctement les priorités en matière de politique climatique et de mettre en œuvre des mesures efficaces sur le plan international.

Annexe 1: Potentiels et coûts de réduction par scénario d'ici à 2050

Cette annexe expose les potentiels et les coûts de réduction à long terme jusqu'en 2050, évoqués au point 3. L'année 2050 sert de point de repère pour la future politique climatique, tant au niveau national qu'international. En plus du scénario PCF C, sur lequel reposent les potentiels et les coûts examinés dans le rapport, cette annexe prend également en compte l'évolution des émissions et des coûts dans le scénario PCF C&E⁴⁰ ainsi que dans le scénario NPE mentionné au point 3.

Dans le scénario de référence (PPA), les émissions ne diminuent plus que modérément après 2020. Si la politique climatique et énergétique actuelle cesse d'être développée, les incitations manquent à long terme pour de nouvelles réductions. Par ailleurs, les émissions liées à la production d'électricité augmentent fortement jusqu'en 2050. Elles contrebalancent notablement les économies pouvant être réalisées en particulier dans le secteur *Bâtiments d'habitation* (agent énergétique « mazout » et application « chauffage », plus précisément).

Dans le scénario PCF C, les émissions de CO₂ peuvent être réduites d'environ 45 % d'ici à 2050 par rapport à 2010, comme on l'a vu au point 3. En misant encore davantage sur les énergies renouvelables dans la production d'électricité (scénario PCF C&E), les potentiels d'économies sont encore plus importants. Les effets des différentes variantes d'offre d'électricité se font surtout sentir après 2030. Dans le scénario PCF C, la hausse des émissions dans le secteur de la production suite à la construction de nouvelles centrales à gaz à cycle combiné (pour remplacer les centrales nucléaires mises à l'arrêt) est nettement plus élevée que dans le scénario PCF C&E. Au niveau sectoriel, en plus du secteur *Bâtiments d'habitation*, celui des *Transports* (soit les agents énergétiques « essence » et « diesel » et l'application « mobilité ») offre lui aussi de nouveaux potentiels de réduction à long terme. D'autres économies sont également possibles d'ici à 2050 dans le secteur *Industrie*.

Les économies les plus importantes ont lieu dans le scénario NPE. En 2050, conformément à l'objectif fixé, les émissions se situent à environ 75 % en dessous du niveau de 2010. Cet objectif est atteint avant tout grâce à de nouvelles réductions dans les secteurs *Transports* et *Bâtiments d'habitation*, c'est-à-dire par des mesures portant sur les applications et les agents énergétiques qui y sont associés. Par ailleurs, tant sur le plan national qu'international, il est impératif de mettre en place un contexte politique et social dans lequel la politique climatique bénéficie de l'importance qui lui est due, créant ainsi les conditions requises pour la réalisation de l'objectif de réduction fixé⁴¹.

Concernant les coûts, il apparaît que de nombreuses mesures ne déploient leurs effets qu'à plus ou moins long terme. C'est particulièrement vrai pour le secteur *Transports*. Ici, les valeurs cibles de CO₂ pour les voitures de tourisme se renforcent au cours du temps de façon plus prononcée dans le scénario PCF que dans le scénario PPA. D'une part, cela conduit à des investissements supplémentaires plus importants à court terme, mais aussi à une transformation de la composition de la flotte à moyen terme et, par conséquent, à des économies accrues en matière de coûts d'énergie. D'autre part, l'électromobilité gagne nettement en importance avec le temps. A plus brève échéance, cela implique entre autres des investissements supplémentaires dans de nouvelles infrastructures (p. ex. pour le chargement). Ces deux composantes de coûts diminuent fortement à long terme, tandis que la diffusion accrue de l'électromobilité permet d'accroître les économies en conséquence. En 2050, dans le scénario PCF, les coûts d'énergie économisés dépassent les investissements

⁴⁰ Les scénarios PCF C et PCF C&E prennent les mêmes instruments et les mêmes mesures comme point de départ. Ils se distinguent uniquement par la variante d'offre d'électricité adoptée (C ou C&E, voir glossaire). La variante d'offre d'électricité C est également utilisée pour le scénario PPA, alors que le scénario NPE opte pour la variante C&E.

⁴¹ Pour ce faire, d'autres évolutions sont nécessaires dans certains domaines; en conséquence, d'autres conditions-cadres sont en partie posées dans le modèle (voir annexe 3). Une comparaison avec les scénarios PPA et PCF n'est donc possible que sous réserve.

supplémentaires d'un peu plus de 290 millions de francs. Les coûts par tonne supplémentaire de CO₂ économisée se situent en 2050 à environ -100 francs⁴².

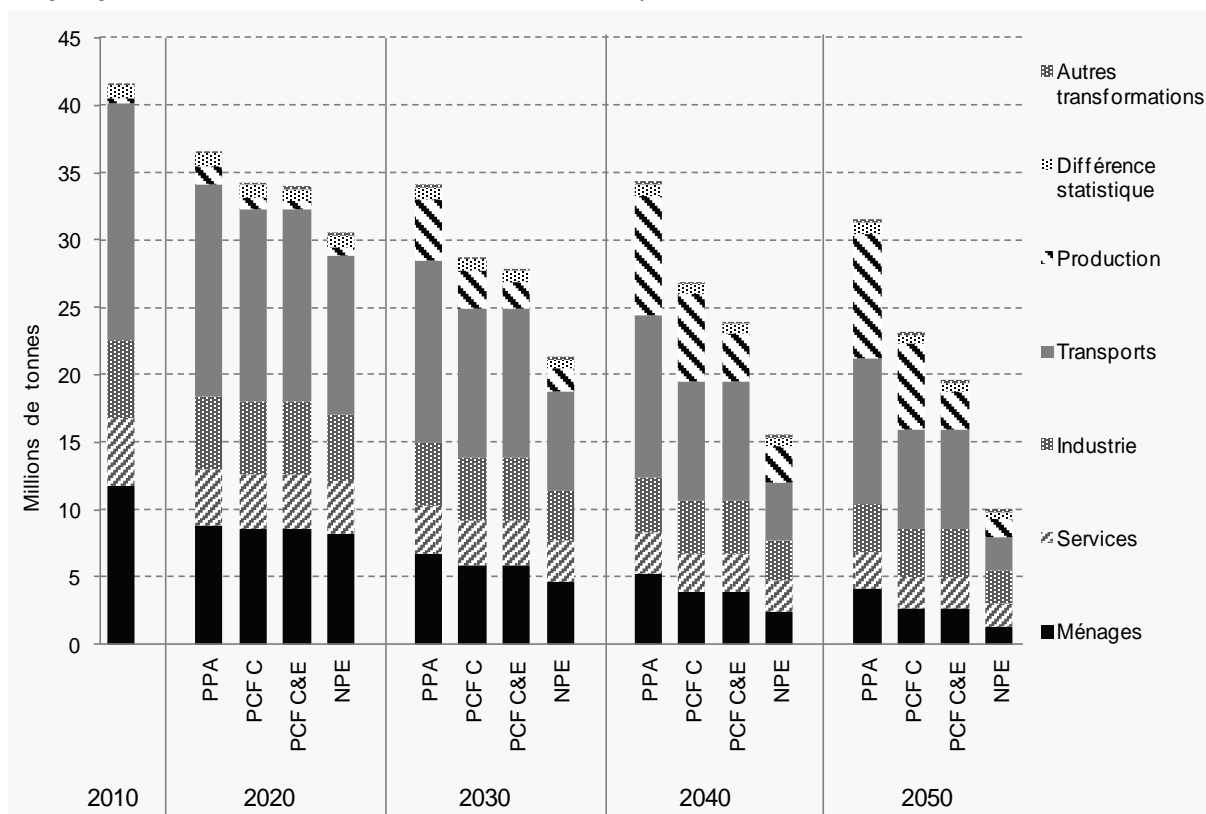
Dans le secteur *Industrie & services*, presque 50 % des investissements supplémentaires sont déclenchés par les appels d'offres publics et environ 40 % par le programme Bâtiments. Dans le scénario PCF, ces deux instruments bénéficient de plus de moyens que dans le scénario PPA, et ces moyens peuvent être engagés de plus en plus efficacement à long terme grâce notamment aux progrès techniques. Cela permet d'économiser nettement plus d'énergie, et donc de coûts, au fil du temps, alors que les investissements supplémentaires, relativement importants à court terme, vont diminuant. En 2050, les coûts d'énergie économisés dépassent les investissements supplémentaires de presque 170 millions de francs. Les coûts par tonne supplémentaire de CO₂ économisée se situent à environ -60 francs.

L'évolution dans le secteur *Bâtiments d'habitation* suit une tendance opposée. A court terme, les surcoûts demeurent relativement faibles, mais ils continuent d'augmenter après 2020 (contrairement aux deux autres secteurs). Une grande partie des investissements supplémentaires relève du domaine du chauffage (enveloppe des bâtiments, installations) et donc d'investissements à durée de vie comparativement longue. En 2050, les surcoûts se situent à environ 490 millions de francs. Les coûts par tonne supplémentaire de CO₂ économisée continuent eux aussi d'augmenter après 2020 pour atteindre 210 francs en 2050.

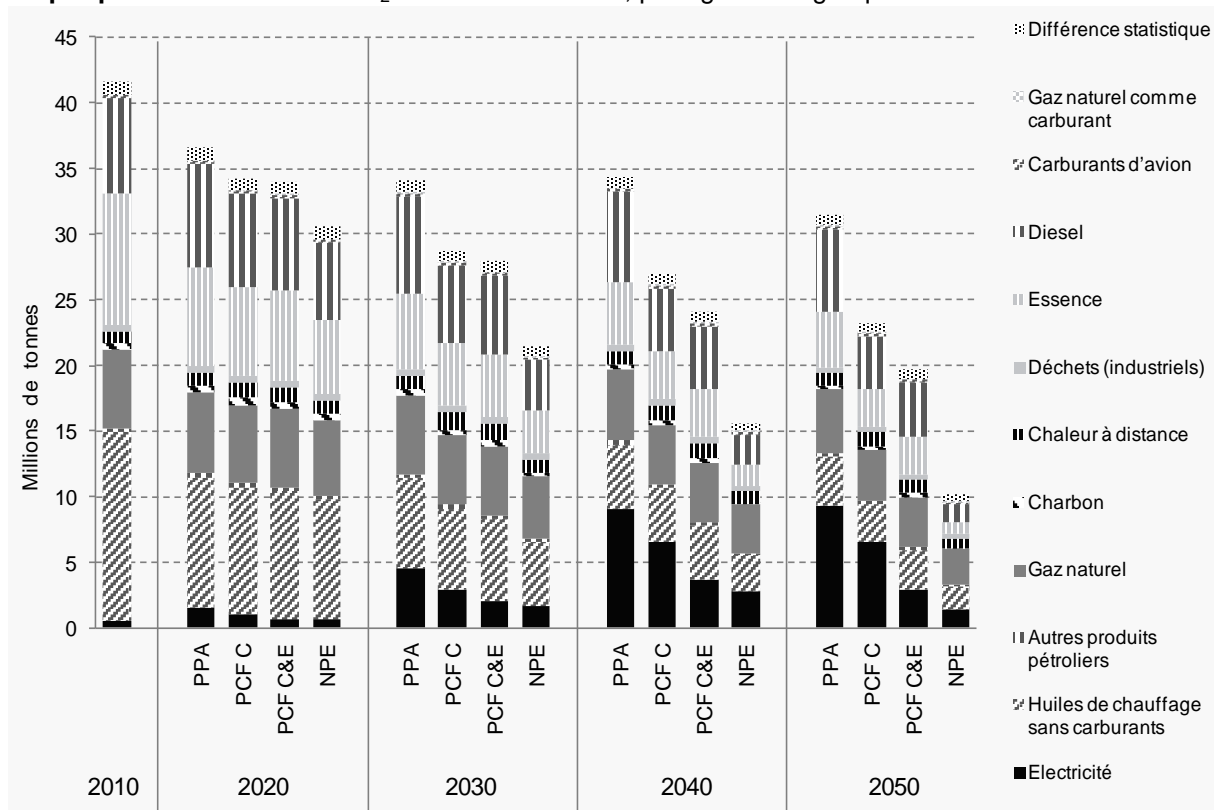
Dans le scénario NPE, des tendances semblables au scénario PCF se dégagent aussi bien en ce qui concerne les surcoûts par rapport à l'évolution de référence que les coûts par tonne supplémentaire de CO₂ économisée. Dans le secteur *Bâtiments d'habitation* comme dans le secteur *Industrie & services*, ces deux valeurs se situent à un niveau plus élevé, la différence étant relativement nette dans le secteur *Bâtiments d'habitation*. Ces différences s'expliquent principalement par la mise en œuvre de mesures supplémentaires (qui s'accompagnent à leur tour d'investissements supplémentaires) et par le recours accru aux technologies alternatives (p. ex. à l'énergie solaire thermique pour la production de chauffage et d'eau chaude). Dans le secteur *Transports*, en revanche, les deux types de coûts se situent à un niveau moins élevé que dans le scénario PCF, notamment en raison de la demande accrue en véhicules bon marché à faible taux d'émissions.

⁴² Cette valeur négative signifie que dans le scénario PCF, les économies d'une tonne supplémentaire de CO₂ sont liées à une économie financière d'environ 100 francs par rapport au scénario PPA. Voir à ce sujet les explications au point 1.3.3.

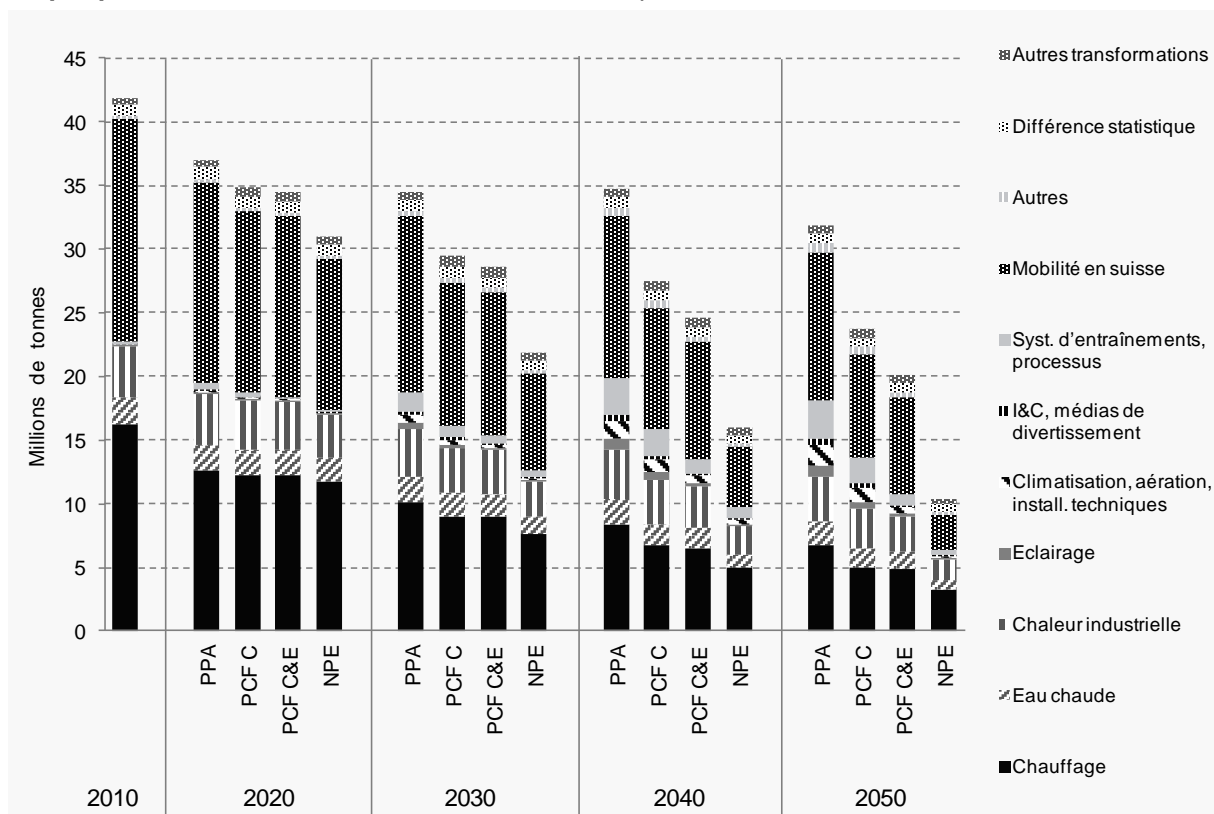
Graphique 4: Emissions de CO₂ selon les scénarios, par secteur



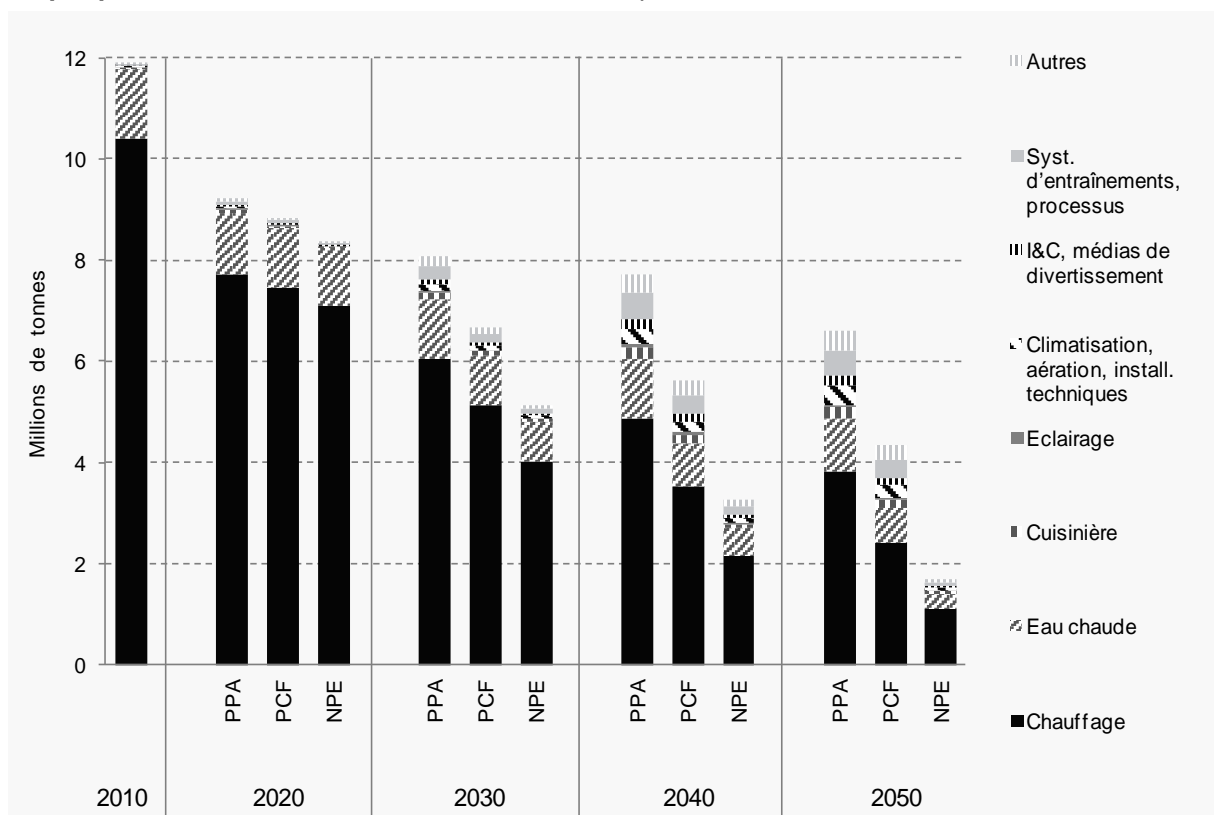
Graphique 5: Emissions de CO₂ selon les scénarios, par agent énergétique



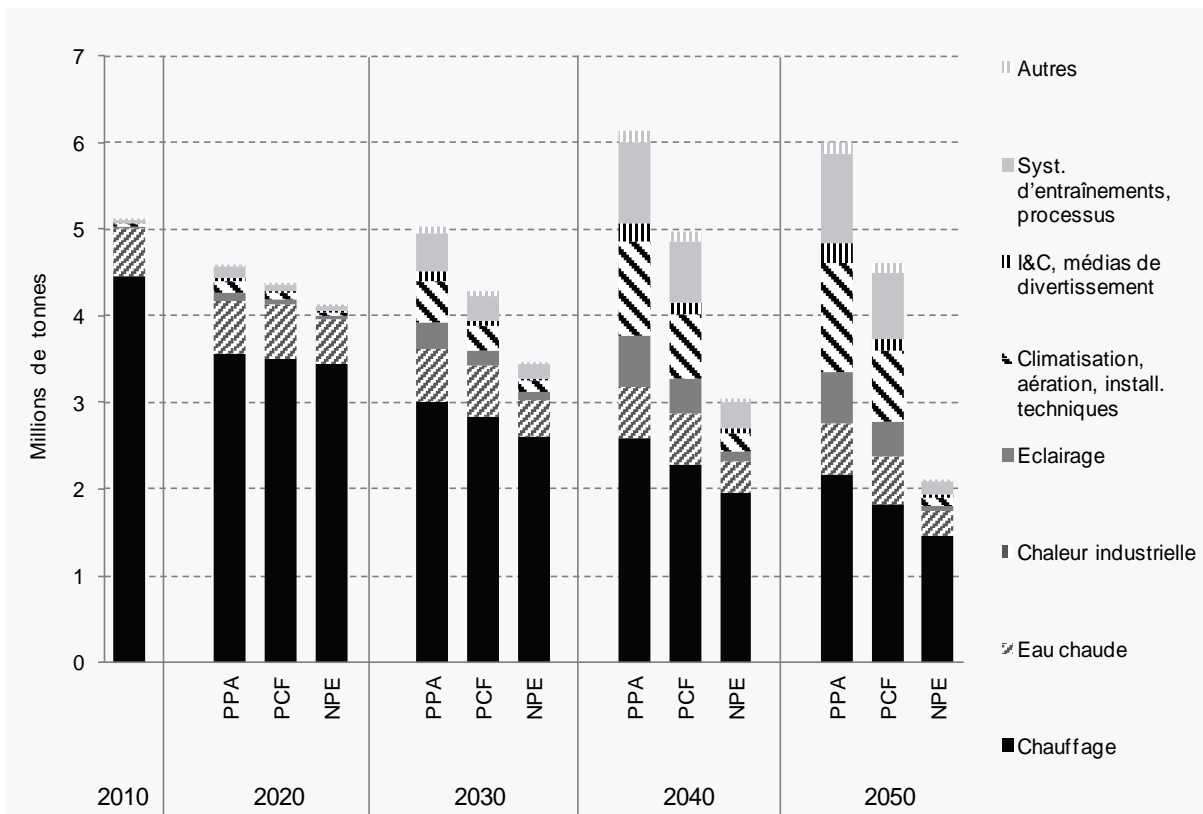
Graphique 6: Emissions de CO₂ selon les scénarios, par affectation, total des secteurs



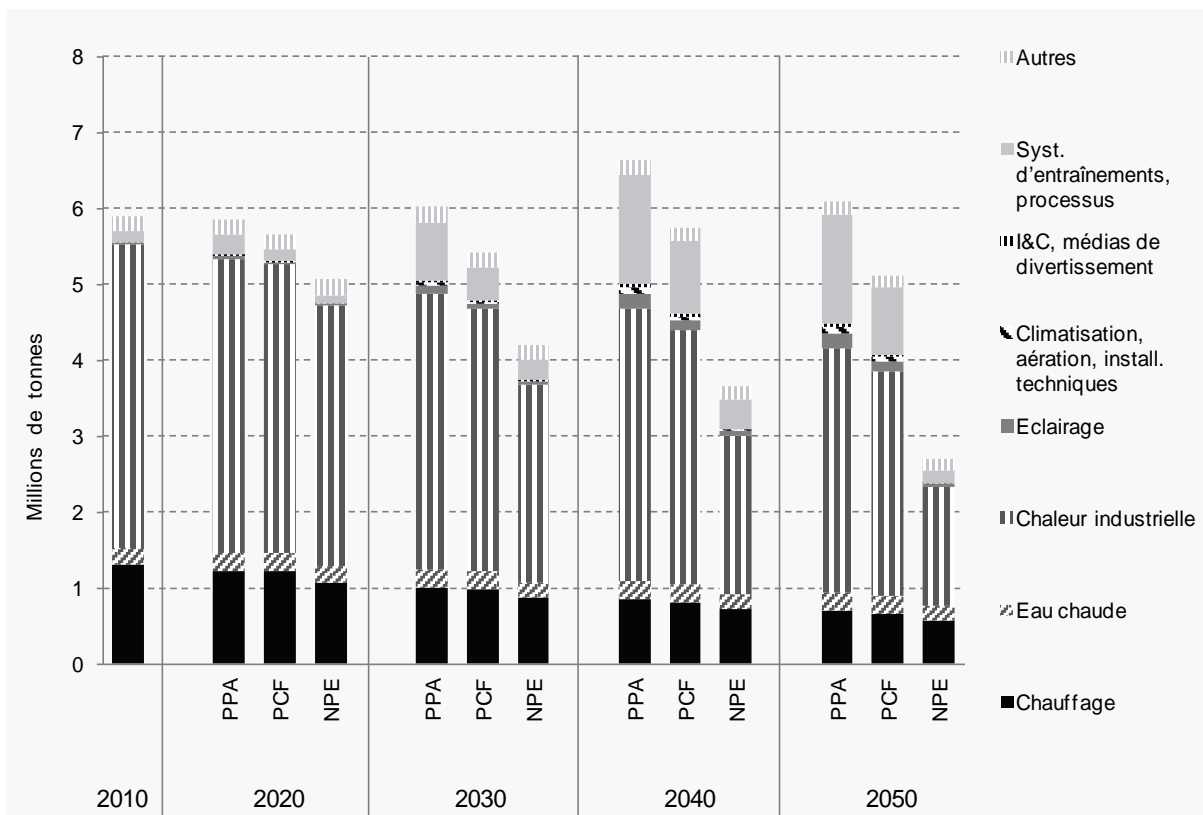
Graphique 7: Emissions de CO₂ selon les scénarios, par affectation, secteur Bâtiments d'habitation



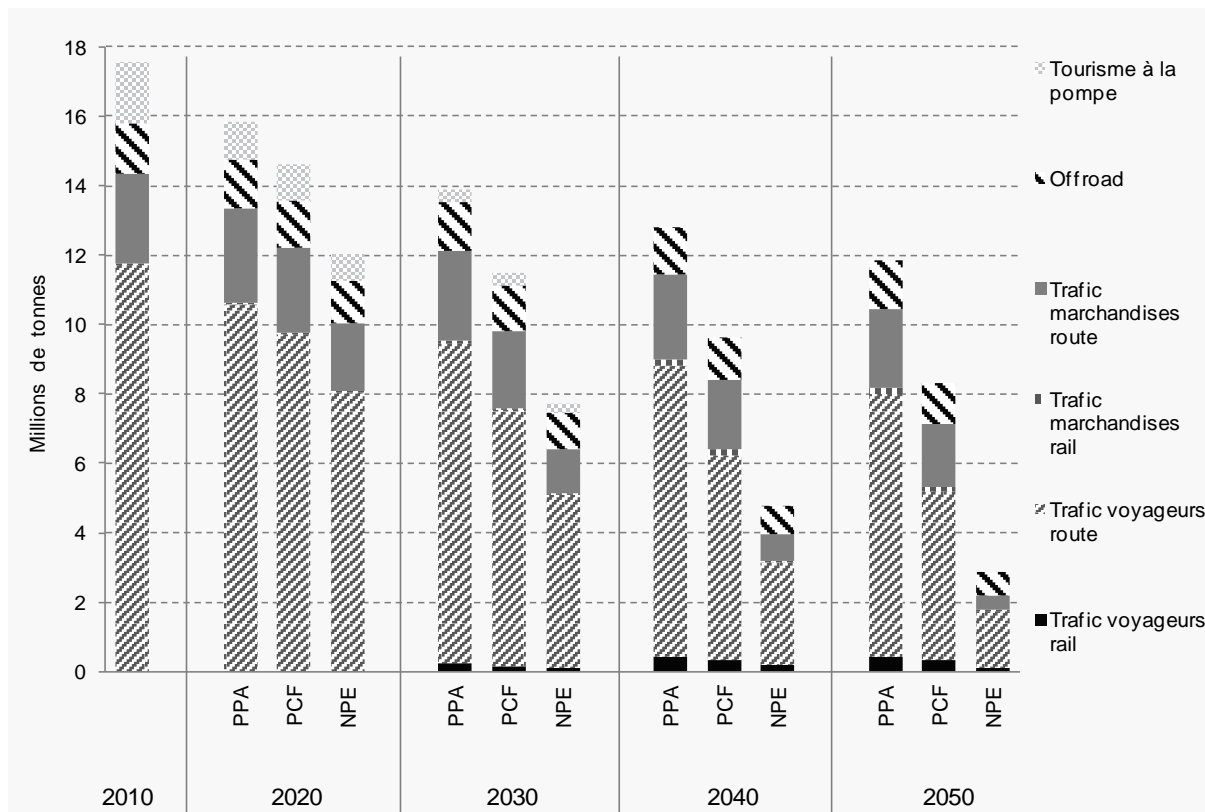
Graphique 8: Emissions de CO₂ selon les scénarios, par affectation, secteur Services



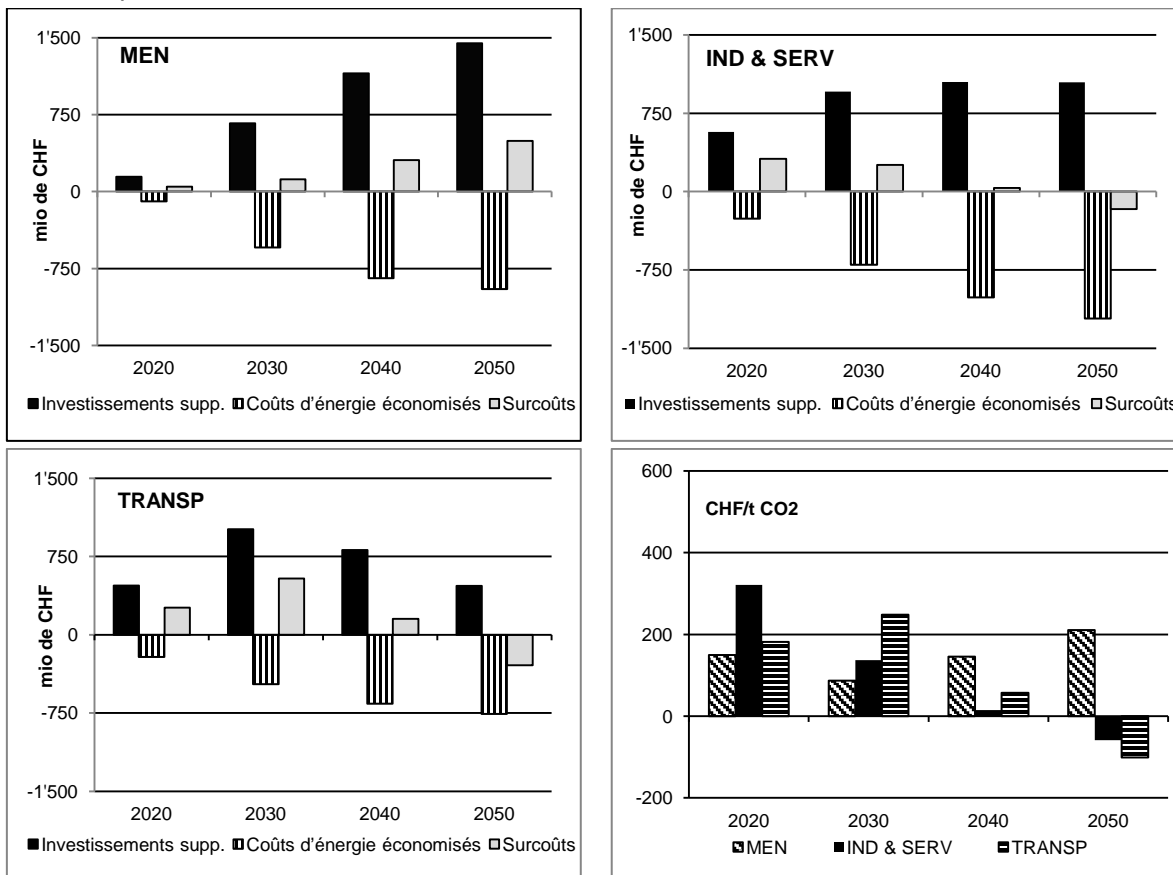
Graphique 9: Emissions de CO₂ selon les scénarios, par affectation, secteur Industrie



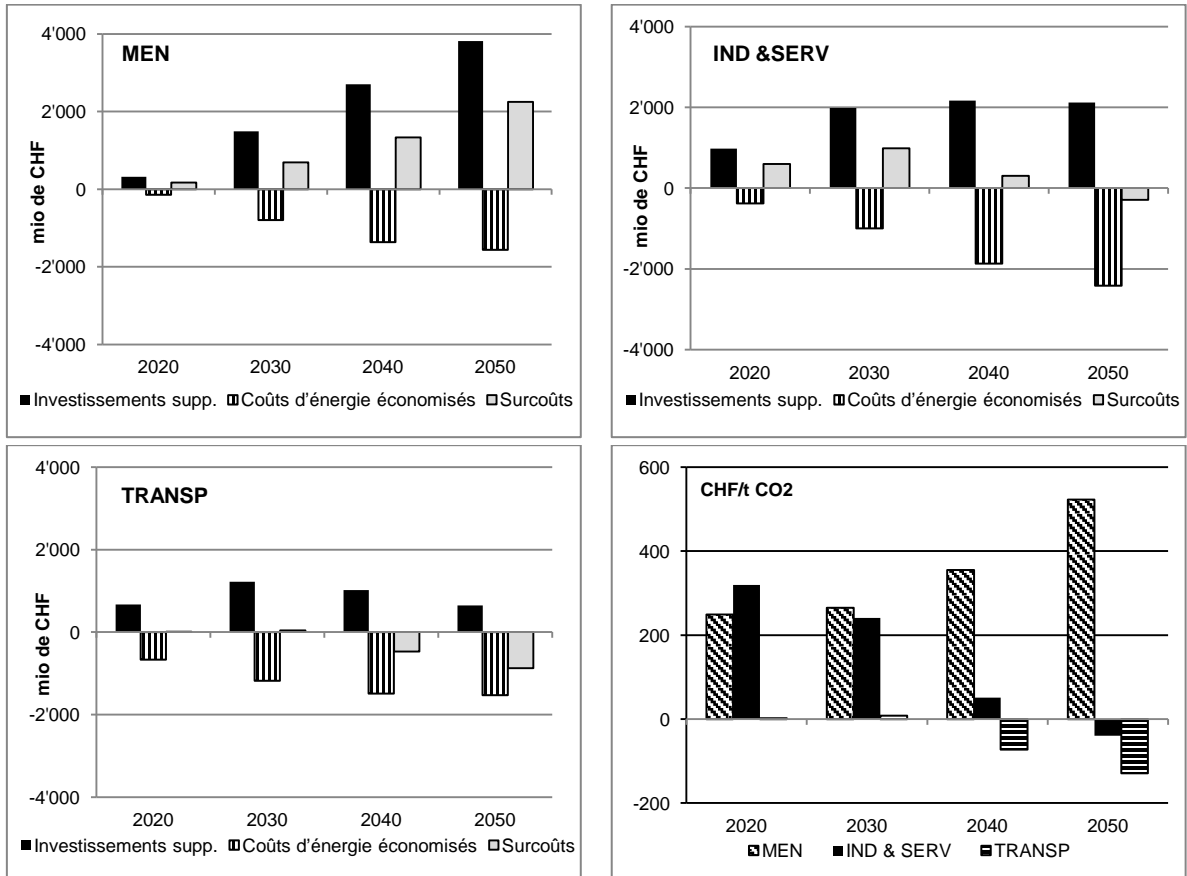
Graphique 10: Emissions de CO₂ selon les scénarios, par affectation, secteur Transports



Graphique 11: Surcoûts par secteur dans le scénario PCF par rapport au scénario PPA et coûts de réduction par tonne de CO₂



Graphique 12: Surcoûts par secteur dans le scénario NPE par rapport au scénario PPA et coûts de réduction par tonne de CO₂



Annexe 2: Cas de figure tiré du secteur Bâtiments d'habitation

Cette annexe illustre, à titre d'exemple, les coûts liés à une mesure particulière de réduction d'émissions. Le cas de figure porte sur le remplacement d'une installation de chauffage dans le cadre d'un projet d'assainissement. Deux options sont envisagées: un chauffage au mazout (référence) et une pompe à chaleur (mesure de réduction).

Les hypothèses de base suivantes sont été émises pour le calcul:

- Durée de vie de l'intervention: 20 ans (2010-2030)
- Taux d'intérêt pour les annuités/taux d'actualisation: 5 %
- Prix de l'énergie (valeur moyenne 2010-2030, selon tableau 11 de l'annexe 3):
 - Mazout: 109 centimes par litre
 - Electricité: 25,7 centimes par kWh
- Facteur CO₂ du mix électrique: 5,5 tonnes de CO₂ par TJ
- Types de bâtiments:
 - Maison individuelle (MI)
 - Immeuble collectif moyen (IC)

Paramètres des bâtiments:

	MI	IC
Nombre de logements	1	8
Surface d'habitation (en m ² de surface de référence énergétique SRE)	160	800
Habitants	3	15
Besoins en eau chaude par habitant (en kWh par année)	670	670
Besoins en chauffage (en kWh par m ² de SRE)	87	66
Besoins thermiques annuels totaux (en kWh)	15 870	62 700
Besoins thermiques annuels (en kWh) par m² de SRE	100	78

Paramètres et coûts d'énergie des installations de chauffage:

	MI	IC
<i>Chauffage au mazout</i>		
Taux d'utilisation (en %)	92,4	92,4
Consommation annuelle de mazout (en litres)	1720	6785
Coûts d'énergie annuels (en francs)	1870	7385
<i>Pompe à chaleur</i>		
Classe de performance (en kW)	10	30
Coefficient de performance annuel ⁴³	3,15	3,15
Consommation annuelle d'électricité (en kWh)	5015	19810
Coûts d'énergie annuels (en francs)	1290	5100
Différence de coûts d'énergie annuels (en francs)	-580	-2290

⁴³ Le coefficient de performance annuel correspond au rapport entre la quantité d'énergie fournie en une année et l'énergie électrique consommée.

Coûts annuels des installations de chauffage:

	MI	IC
<i>Chauffage au mazout</i>		
Coûts d'énergie (en francs)	1870	7385
Coûts de capital (en francs)	1490	2975
Coûts d'entretien ⁴⁴ (en francs)	720	1070
Coûts annuels (en francs)	4080	11 430
<i>Pompe à chaleur</i>		
Coûts d'énergie (en francs)	1290	5100
Coûts de capital (en francs)	3130	7040
Coûts d'entretien ⁴⁵ (en francs)	100	150
Coûts annuels (en francs)	4520	12 290
Différence de coûts annuels (en francs)	440	860

Prix de la chaleur, émissions de CO₂ et coûts d'évitement:

	MI	IC
Prix de la chaleur ⁴⁶ chauffage au mazout (en centimes par kWh)	23,8	16,8
Prix de la chaleur pompe à chaleur (en centimes par kWh)	26,3	18,1
Emissions de CO ₂ chauffage au mazout (en tonnes par année)	4,6	18,0
Emissions de CO ₂ pompe à chaleur (en tonnes par année)	0,1	0,4
Coûts d'évitement de la pompe à chaleur (en francs par tonne de CO₂)⁴⁷	100	50

Sur la base des hypothèses émises ici, la pompe à chaleur entraîne certes des coûts d'énergie et d'entretien plus bas, mais des coûts de capital nettement plus élevés. Les coûts annuels de la variante avec chauffage au mazout sont donc inférieurs. En fonction du type de bâtiment, les coûts d'évitement de CO₂ vont de 50 à 100 francs par tonne de CO₂.

Ce résultat est fortement tributaire des hypothèses émises. Ainsi, en admettant une hausse plus élevée du prix du mazout (à 125 centimes par litre au lieu de 109 centimes par litre), comme dans le scénario NPE, on parvient à des coûts annuels plus ou moins équivalents et à des coûts d'évitement oscillant entre -15 et +35 francs par tonne de CO₂. Les coûts d'évitement se situeraient dans un ordre de grandeur comparable si l'électricité destinée à l'exploitation de la pompe à chaleur pouvait être achetée à meilleur prix, par exemple grâce à un tarif spécifique. Mais ils seraient encore plus élevés si le facteur CO₂ de l'électricité destinée à l'exploitation de la pompe venait à augmenter nettement. Ce serait par exemple le cas si l'on misait davantage à l'avenir sur les centrales à gaz à cycle combiné pour la production d'électricité.

La fourchette des coûts possibles de l'intervention en question est relativement large et dépend d'évolutions qui ne peuvent être que difficilement pronostiquées pour l'heure. L'exemple illustre ainsi la dépendance déjà évoquée des résultats envers les mesures adoptées et les incertitudes généralement élevées entourant les calculs de coûts à long terme. Ces considérations n'en sont pas moins précieuses, car elles aident à identifier et à concevoir judicieusement les mesures. D'autres exemples se trouvent dans Prognos (2013).

⁴⁴ Comprennent les coûts liés aux services et aux réparations, au ramonage et au nettoyage du réservoir.

⁴⁵ Correspondent aux coûts liés aux services et aux réparations.

⁴⁶ Le prix de la chaleur n'est indiqué ici qu'à titre d'information supplémentaire. Il ne joue aucun rôle dans le calcul. Le prix de la chaleur résulte du rapport entre les coûts annuels et la consommation d'énergie annuelle.

⁴⁷ Les coûts d'évitement de la pompe à chaleur résultent du rapport entre les surcoûts (selon la différence des coûts annuels) et les émissions de CO₂ économisées (4,5 tonnes pour la MI, 17,6 tonnes pour l'IC).

Annexe 3: Données de base

Le tableau ci-dessous indique les données de base les plus importantes utilisées dans les divers scénarios. Le scénario NPE postule des évolutions différentes, car il présuppose des objectifs ambitieux et une profonde modification des préalables et des conditions-cadres.

Tableau 7: Données de base pour les différents scénarios

	2010	2020	2030	2040	2050
Population résidente ⁴⁸ (en milliers) % par rapport à 2010	7857	8402 +7 %	8738 +11 %	8907 +13 %	8983 +14 %
PIB réel ⁴⁹ (en milliards de francs) % par rapport à 2010	546,6	617,9 +13 %	670,5 +23 %	734,47 +34 %	800,7 + 46 %
Taux d'intérêt (économique) réel	2,5 % par année				
Surface de référence énergétique ⁵⁰ (en millions de m ²) % par rapport à 2010	708,8	798,5 +12 %	863,2 +22 %	905,3 +28 %	937,5 +32 %
Trafic voyageurs ⁵¹ (en milliards de pkm)					
PPA/PCF	114,2	131,1	141,1	148,8	151,3
NPE	114,2	126,6	134,8	138,3	140,3
Trafic marchandises ⁵¹ (en milliards de tkm)					
PPA/PCF	26,9	34,2	39,1	40,9	42,3
NPE	26,9	34,5	38,7	39,2	39,7
Prix du pétrole brut sur le marché mondial (en USD/b)					
PPA/PCF ⁵²	76,0	99,9	111,1	115,3	116,9
NPE ⁵³	76,0	90,8	90,9	88,8	83,5
Prix du CO ₂ d'après le SCEQE (en USD par tonne de CO ₂)					
PPA/PCF ⁵²	15,0	38,0	46,0	53,0	56,0
NPE ⁵³	15,0	45,0	105,0	130,0	137,0
Prix du mazout léger (en centimes par litre)					
PPA/PCF	85,4	110,0	122,6	129,5	134,4
NPE	85,4	113,3	135,8	152,9	162,0
Prix du gaz naturel (en centimes par kWh)					
PPA/PCF	9,1	11,8	13,3	14,3	14,9
NPE	9,1	12,2	14,6	16,5	17,5
Prix de l'électricité ⁵⁴ (en centimes par kWh)					

⁴⁸ Scénario démographique moyen (AA-00-2010) tiré de OFS (2010): Les scénarios de l'évolution de la population de la Suisse 2010-2060, Office fédéral de la statistique, Neuchâtel.

⁴⁹ SECO (2011): Les scénarios à long terme du PIB suisse, Secrétariat d'Etat à l'économie, Berne.

⁵⁰ Wüest & Partner (2012): Gebäudebestandsentwicklung 1990-2012, Wüest & Partner, Zurich (en allemand, pour le secteur Industrie & services); hypothèses Prognos (pour le secteur Ménages).

⁵¹ ARE (2012): Ergänzungen zu den Schweizerischen Verkehrsperspektiven bis 2030, Office fédéral du développement territorial, Berne (en allemand).

⁵² Selon le scénario de la nouvelle politique énergétique de IEA (2010): World Energy Outlook, Paris (en anglais).

⁵³ Selon le scénario des 450 ppm de IEA (2010): World Energy Outlook, Paris (en anglais).

⁵⁴ EICOM (2012): Votre prix de l'électricité en comparaison, Commission fédérale de l'électricité; hypothèses Prognos.

PPA/PCF	23,6	25,7	27,8	28,7	28,8
NPE	23,6	27,1	30,6	32,3	33,6
Prix de l'essence 95 (en francs par litre)					
PPA/PCF	1,64	1,84	1,94	2,00	2,04
NPE	1,64	2,00	2,25	2,44	2,57
Evolution climatique	+1,8°C jusqu'en 2050 (hausse linéaire à partir de 2010)				