



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'énergie OFEN**

Division Economie  
Section Analyses et perspectives

---

# **Perspectives énergétiques 2050**

## **Résumé**

**5 octobre 2013**

---



<b>Perspectives énergétiques 2050 Résumé .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Une procédure en plusieurs étapes.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Mise en œuvre dans les modèles d'économie énergétique .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Hypothèses importantes et données macroéconomiques cadre des Perspectives énergétiques 2050 .....</b>	<b>4</b>
3.1 Hypothèses générales et données macroéconomiques cadre; effets sur les résultats .....	4
3.2 Mise en œuvre dans les modèles des variantes d'offre d'électricité du Conseil fédéral .....	5
<b>4. Demande finale d'énergie et émissions de CO<sub>2</sub> dans les scénarios «Poursuite de la politique énergétique actuelle», «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique».....</b>	<b>7</b>
4.1 Demande finale d'énergie totale, par habitant et par unité de PIB.....	7
4.2 Demande énergétique finale par secteurs.....	9
4.3 Emissions de CO <sub>2</sub> liées à la demande énergétique finale .....	10
4.4 Autres structurations de la demande énergétique finale.....	12
<b>5. Demande en électricité dans les scénarios «Poursuite de la politique énergétique», «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique» .....</b>	<b>12</b>
5.1 Demande en électricité en chiffres absolus, par habitant et par unité de PIB .....	12
5.2 Demande en électricité par secteurs.....	14
5.3 Autre structuration de la demande électrique .....	16
<b>6. L'offre en électricité .....</b>	<b>16</b>
6.1 Besoin de couverture dans les scénarios avec l'offre électrique actuelle.....	16
6.2 Puissance.....	17
6.3 Potentiels de développement.....	18
6.4 Aperçu des variantes d'offre d'électricité du Conseil fédéral (développement jusqu'en 2050) .....	19
<b>7. Sécurité d'approvisionnement .....</b>	<b>26</b>
7.1 Dépendance de l'étranger.....	26
7.2 Diversification des agents énergétiques.....	27
<b>8. Emissions totales de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie, valeurs absolues et par habitant</b>	<b>29</b>
<b>9. Coûts du parc de centrales, de la production électrique, du réseau et coûts macroéconomiques directs .....</b>	<b>30</b>
9.1 Valeur actualisée des coûts totaux.....	30
9.2 Coûts de réseau .....	32
9.3 Comparaison des coûts macroéconomiques directs .....	32
9.3.1 Investissements supplémentaires des secteurs économiques dans les scénarios «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique» par rapport au scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle».....	33
9.3.2 Economies sur les importations d'agents énergétiques et solde des réductions et des suppléments de coûts du parc de centrales dans les scénarios «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique» par rapport au scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle» .....	33
9.3.3 Différences de coûts des scénarios «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique» par rapport au scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle», variante d'offre électrique C .....	36
<b>10. Conséquences macroéconomiques .....</b>	<b>37</b>
10.1 Introduction.....	37
10.2 Résultats .....	38
10.3 Conclusion.....	39



# Perspectives énergétiques 2050

## Résumé

### 1. Une procédure en plusieurs étapes

Les Perspectives énergétiques ont été mises à jour jusqu'à la mi-mai 2011 en vue d'une note de discussion du Conseil fédéral, afin d'élaborer une base permettant à celui-ci de réexaminer et de déterminer sa position fondamentale en matière de politique énergétique après Fukushima. A cet effet, les Perspectives énergétiques 2035 existantes, qui datent de 2007, ont été soumises à une appréciation critique et les conditions-cadre économiques générales (PIB et population) et d'économie énergétique ont été adaptées. Ce faisant, les développements et leur conséquences sur le système énergétique jusqu'à 2050 ont été soit estimés pour certains, soit recalculés de manière détaillée pour d'autres.

Ce travail s'est fondé sur trois variantes d'offre d'électricité du Conseil fédéral:

- Variante d'offre d'électricité 1:** maintien du mix d'électricité actuel et remplacement anticipé éventuel des trois centrales nucléaires les plus anciennes afin de garantir un maximum de sécurité.
- Variante d'offre d'électricité 2:** pas de remplacement des centrales nucléaires existantes à la fin de leur période d'exploitation.
- Variante d'offre d'électricité 3:** abandon anticipé de l'énergie nucléaire et mise hors-service des centrales nucléaires existantes avant la fin de la durée d'exploitation motivée par des questions de sécurité technique.

Le Conseil fédéral, suivi par le Parlement, a décidé en mai 2011 de renoncer à prévoir le remplacement des centrales nucléaires actuelles à la fin de leur période d'exploitation. C'est pourquoi la variante d'offre 2 du Conseil fédéral et les conséquences macroéconomiques et d'économie énergétique de cette décision font l'objet d'un examen approfondi.

Un paquet de mesures a été élaboré de mi-2011 à avril 2012. Les instruments et mesures choisis par le Conseil fédéral ont été intégrés dans les modèles d'économie énergétique avec d'autres actualisations, notamment celle des scénarios par branches de l'état-major de prospective de l'administration fédérale et de l'Office fédéral de la statistique (OFS) et celle des Perspectives d'évolution du trafic de l'ARE actualisées.

Sur cette base, trois scénarios ont fait l'objet de nouveaux calculs: «Poursuite de la politique énergétique actuelle», «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique». Quant à l'offre d'électricité, elle était fondée, sur la foi des décisions du Conseil fédéral et du Parlement, sur la variante d'offre d'électricité 2 du Conseil fédéral.

La Stratégie énergétique 2050 sera mise en œuvre par étapes, selon les décisions du Conseil fédéral et du Parlement. Elle est axée sur les objectifs à moyen et à long termes du scénario «Nouvelle politique énergétique», conformément à l'arrêté du Conseil fédéral du 25 mai 2011. La Suisse ne fait pas cavalier seul dans cette approche, qui doit répondre à une politique énergétique coordonnée sur le plan international (cf. à ce sujet les conditions du scénario «Nouvelle politique énergétique»).

En exécution du mandat donné au DETEC par le Conseil fédéral en date du 18 avril 2012, un premier paquet de mesures a été élaboré à l'horizon 2020. Le scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral» s'oriente sur ce premier paquet de mesures et modélise ses effets selon les hypothèses présentées au Tableau 1. A partir du 1<sup>er</sup> janvier 2021, les mesures de soutien actuelles (l'actuelle taxe sur le CO<sub>2</sub> et le supplément perçu sur les coûts de réseau de transport pour financer la rétribution de l'injection d'électricité renouvelable) fusionneront en une redevance énergétique. A moyen terme, il faudra veiller à une orientation stratégique conjointe de la politique énergétique et du développement de la politique climatique.

## 2. Mise en œuvre dans les modèles d'économie énergétique

Comparativement au printemps 2011, on disposait pour les travaux liés aux perspectives énergétiques de scénarios par branches actualisés par un groupe de travail de l'état-major de prospective de l'administration fédérale et de nouveaux scénarios d'évolution du trafic de l'ARE. En outre, 2010 a servi d'année de référence et d'étalonnage statistique pour les modèles. De plus, les modèles d'économie énergétique concernant la demande et le modèle d'offre d'électricité ont été réélaborés. L'interaction de ces modèles permet d'estimer de manière cohérente les effets macroéconomiques.

Dans un premier temps, on définit de manière cohérente les conditions-cadre macroéconomiques et les variantes politiques. Généralement les modélisations se basent sur la variante politique «Poursuite de la politique énergétique actuelle». Il s'agit d'un scénario axé sur les mesures, qui présente les effets des instruments déjà décidés et mis en vigueur. Il revêt une signification en soi, mais il sert aussi de référence comparative pour les variantes politiques plus engagées que concrétisent les scénarios «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique».

Dans le scénario «**Poursuite de la politique énergétique actuelle**», la tendance autonome à l'efficacité énergétique observée par le passé est extrapolée en fonction des conditions de marché actuelles, tout en étant soutenue et renforcée par les instruments de politique énergétique déjà en vigueur ou planifiés à l'heure actuelle (cf. Tableau 1). Simultanément, la population et le nombre de places de travail croissent. De plus, le nombre d'objets consommateurs d'énergie augmente, du fait par exemple des équipements multiples (deuxième véhicule, deuxième téléviseur, deuxième ordinateur, etc.) ou de nouveaux types d'appareils et d'améliorations du confort qui consomment de l'électricité (p. ex. les jacuzzis). En outre, on postule l'introduction nettement perceptible d'ici à 2050 de la mobilité électrique dans le trafic motorisé des personnes.

Le scénario «**Mesures politiques du Conseil fédéral**» permet de contrôler l'évolution de la demande énergétique et de l'offre d'électricité avec les mesures décidées le 18 avril 2012 par le Conseil fédéral. A l'instar du scénario de base «Poursuite de la politique énergétique actuelle», il s'agit d'un scénario orienté sur les instruments. Sur l'ensemble du paquet de mesures, les mesures dites quantitatives sont prises en compte dans les modèles d'économie énergétique. Les bases légales en font partie (p. ex. les prescriptions relatives aux normes concernant les bâtiments, les limites d'émission de CO<sub>2</sub> pour les nouveaux véhicules), tout comme le programme proposé pour les bâtiments ou le modèle d'appel d'offres publics (cf. Tableau 1). Les effets des mesures qualitatives comme la formation et la recherche ne peuvent pas être représentés en détail par les modèles d'économie énergétique. Mais ces mesures constituent une condition nécessaire pour que les mesures quantitatives obtiennent le succès escompté.

Le scénario „Mesures politiques du Conseil fédéral» permet de contrôler comment les mesures proposées (Tableau 1) influencent la demande énergétique en Suisse en tenant compte des technologies et des résultats de recherche actuellement disponibles. On table en priorité sur l'amélioration de l'efficacité. Généralement, les gains d'efficacité sont moins onéreux que le développement de technologies de production basées sur les énergies renouvelables pour les diverses affectations. L'application des technologies existantes présente l'avantage que ces mesures peuvent être mises en œuvre indépendamment de la politique énergétique internationale ou de la coopération internationale. Les valeurs limites d'émission dans le domaine du transport constituent une exception: comme la Suisse ne produit pas de véhicule, les mesures correspondantes dépendent de la politique internationale.

La variante de politique ciblée décrite dans le scénario «**Nouvelle politique énergétique**» examine comment peut être réalisé en Suisse, d'ici à 2050, le but d'une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie à environ 1,5 tonne par habitant ou moins (cf. Tableau 1). Les conditions de durée d'exploitation des centrales nucléaires restent inchangées.

Les conditions nécessaires du scénario „Nouvelle politique énergétique» sont les suivantes.

- Les objectifs et instruments de politique énergétique sont harmonisés sur le plan international. Cela implique que la Suisse ne fait pas cavalier seul en matière de politique énergétique et, selon cette variante de politique, les orientations de politique énergétique sont harmonisées à l'échelle mondiale. L'objectif d'environ 1,5 tonne par habitant correspond grosso modo à l'objectif de réduction de 80 % des émissions de CO<sub>2</sub> fixé par l'UE.
- Les potentiels d'efficacité et les nouvelles technologies clés actuellement développées sont disponibles et mises en œuvre de manière accélérée sur le marché (sans qu'il ne faille de rupture technologique).
- La recherche énergétique est renforcée dans la concurrence globale; seule, la Suisse n'est pas en mesure de permettre la percée d'une quelconque technologie importante.

La Suisse doit nécessairement appliquer des mesures en profondeur, de concert avec la politique énergétique internationale, pour atteindre l'objectif des scénarios.

Tableau 1 Hypothèses des scénarios «Poursuite de la politique actuelle», «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique»

Poursuite de la politique actuelle	Mesures politiques du Conseil fédéral	Nouvelle politique énergétique	
<b>Ménages privés, bâtiments</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mise à jour modérée du MoPEC</li> <li>Programme Bâti-ments : 200 millions de francs</li> <li>Promotion des énergies renouvelables à partir du programme Bâti-ments</li> <li>Mise à jour modérée des normes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Renforcement du MoPEC</li> <li>Remplacement des chauffages à résistance</li> <li>Programme Bâtiments : 300 millions de francs à partir de 2014 600 millions de francs à partir de 2015</li> <li>Renforcement des normes pour les appareils, technique du bâtiment</li> <li>Nouvelles constructions de remplacement</li> <li>SIA 380/4 : obligatoire pour les immeubles résidentiels et les bâtiments d'habitation mixtes</li> </ul>	<p><b>Objectifs stratégiques prioritaires</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Emissions de CO<sub>2</sub> de 1-1,5 tonne par habitant jusqu'en 2050</li> <li>Potentiels durables de la biomasse limités</li> </ul> <p><b>Conditions stratégiques connexes :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Efficacité avant les énergies renouvelables</li> <li>Economiser la chaleur domestique (énergie de chauffage)</li> <li>Efficacité électrique essentielle (notamment refoiðissement)</li> <li>Mobilité électrique nécessaire</li> <li>Légères modifications des volumes de trafic et de la répartition modale</li> <li>Biomasse prioritaire au niveau du transport de marchandises et de la production de courant par CCF</li> </ul>	
<b>Industrie et services</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Appels d'offres publics : 16 à 27 millions de francs par an</li> <li>Engagements individuels librement consentis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Appels d'offres publics : 100 millions de francs par an</li> <li>Bonus d'efficacité ou prélèvement sur la taxe sur le CO<sub>2</sub> et prélèvement sur la RPC</li> <li>Optimisation de l'exploitation des bâtiments</li> <li>Promotion des installations ORC</li> </ul>		
<b>Transports</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Valeurs limites pour les émissions – conformément à la directive UE (130/95 g de CO<sub>2</sub>/km)- atteintes en 2030</li> <li>Amélioration de l'efficacité de l'aménagement des transports</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valeurs limites plus sévères pour les émissions du parc automobile – conformément à la directive UE (130/95g de CO<sub>2</sub>/km) atteintes en 2020 (35 g CO<sub>2</sub>/km en 2050)</li> <li>Organisation des transports</li> </ul>		

Sources: OFEN, Prognos 2012

Les modèles d'économie énergétique de la demande permettent de calculer, sur la base des directives prévues dans les variantes de politique sous-jacentes aux scénarios «Poursuite de la politique actuelle», «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique», des valeurs de demande énergétique structurées selon divers critères (agents énergétiques, secteurs économiques ou applications prévues). Ces modèles d'économie énergétique combinent dans un deuxième temps la demande énergétique suisse avec l'offre électrique suisse. Les résultats viennent alimenter un modèle d'équilibre général qui décrit les effets macroéconomiques des trois variantes de politique en question.

Les scénarios, qui présentent des demandes d'électricité différentes, sont comparés avec les possibilités de production du parc actuellement disponible en Suisse. Comme les possibilités de production actuelles ne suffiront pas à couvrir la demande indigène dès le semestre d'hiver 2019, diverses variantes pour couvrir les besoins sont examinées à l'appui de la variante d'offre d'électricité 2 du Conseil fédéral.

### 3. Hypothèses importantes et données macroéconomiques cadre des Perspectives énergétiques 2050

#### 3.1 Hypothèses générales et données macroéconomiques cadre; effets sur les résultats

Les modèles d'économie énergétique sectoriels se concentrent sur l'économie énergétique. Ils se fondent sur d'importantes données macroéconomiques cadre et sur des valeurs déduites de celles-ci, qui exercent une influence importante sur la demande ou sur l'offre d'énergie mais échappent totalement ou très largement à l'influence de l'économie énergétique. Ces facteurs d'influence exogènes comprennent des contraintes tant nationales qu'internationales. Le prix du pétrole constitue un exemple de contrainte internationale. Les principales valeurs macroéconomiques nationales sont la croissance démographique et la croissance du PIB, dont sont déduits le nombre d'actifs, les surfaces de référence énergétique, etc., mais aussi les structures des branches. Ces valeurs sont fixées de manière exogène dans les modèles d'économie énergétique. Elles proviennent de publications officielles, lorsqu'elles sont disponibles (cf. Tableau 2).

- **Horizon temporel:** l'horizon temporel considéré couvre désormais la période de 2010 à 2050. L'année de lancement des mesures, instruments et objectifs est 2015. On tient ainsi compte de la durée du processus politique jusqu'à l'introduction des bases légales nécessaires.
- **Croissance démographique:** selon les estimations de l'Office fédéral de la statistique (OFS, 2010, Les scénarios de l'évolution de la population de la Suisse 2010-2060, scénario moyen A00-2010), le taux de croissance annuel moyen de la population est de 0,6 %. Selon cette évolution, la Suisse comptera quelque neuf millions d'habitants en 2050, soit environ 14 % de plus qu'en 2010.
- **Croissance économique:** sur la base des scénarios démographiques de l'OFS, le SECO a estimé que le taux annuel moyen de croissance du PIB serait de 1,2 %. Par rapport à 2010, le PIB augmentera (en termes réels, aux prix de 2010) de quelque 46 % d'ici à 2050 (Scénario du SECO pour le PIB à long terme, SECO, 2011).
- **Structures des branches en Suisse:** sur la base des scénarios démographiques de l'OFS et des estimations du PIB par le SECO, la Chancellerie fédérale et l'Office fédéral de la statistique ont fait élaborer des scénarios d'évolution par branches pour les 20 prochaines années. Un groupe d'accompagnement interdépartemental les entourait à cet effet. Ces scénarios extrapolent la tendance vers une société industrielle et de services hautement technologique. Ils sont repris sans changement comme une condition exogène pour les trois scénarios. Les tendances définies jusqu'en 2030 ont été prolongées pour la suite.
- **Prix de l'énergie:** les prix du pétrole suivent l'évolution des prix du World Energy Outlook 2010 de l'Agence internationale de l'énergie (AIE). L'évolution des prix du scénario de l'AIE «New Policy» s'applique aux scénarios «Poursuite de la politique énergétique actuelle» et «Mesures politiques du Conseil fédéral», tandis que l'évolution des prix du «Scénario 450» s'applique au scénario «Nouvelle politique énergétique»
- **Coûts de production de l'électricité renouvelable:** les coûts de production de l'électricité produite au moyen des énergies renouvelables ont été adaptés aux derniers développements et, pour certains, nettement révisés à la baisse par rapport aux Perspectives énergétiques 2035. C'est notamment le cas du coût de production des nouvelles installations photovoltaïques, qui ont sensiblement baissé grâce à l'évolution actuelle.
- **Climat:** on suppose que le climat se réchauffera d'ici à 2050 (on postule une augmentation des températures de 1,2° C et un déplacement des précipitations de l'été vers l'hiver entre 2020 et 2050).
- **Scénarios de trafic:** au printemps 2012, l'ARE a mis à jour ses Perspectives d'évolution du trafic en Suisse en tenant compte du scénario démographique établi par l'OFS en 2010. On utilise ces bases actualisées pour le secteur des transports.

Tableau 2 Données cadre

Désignation	Source des données	Unité	2000	2010	2020	2035	2050
Population	OFS (2010)	Millions	7,2	7,9	8,4	8,9	9,0
PIB	SECO (2010)	Milliards CHF (réel, 2010)	464,2	546,6	617,9	700	800,7
Structures des branches	Chancellerie fédérale et OFS, 2011, adaptation de Prognos		-	-	-	-	-
Surfaces de référence énergétique	Wüest & Partner adaptation de Prognos	Millions m <sup>2</sup>	623,5	708,8	798,5	885,7	937,5
Volumes de trafic voyageurs (PPA et PCF)	ARE, 2012	Milliards personnes-km	100,1	114,2	131,1	146,0	151,3
Volumes de trafic voyageurs (NPE)	ARE, 2012	Milliards personnes-km	100,1	114,2	126,6	137,0	140,3
Volumes de trafic marchandises (PPA et PCF)	ARE, 2012	Milliards tonnes-km	23,6	26,9	34,2	40,3	42,3
Volumes de trafic marchandises (NPE)	ARE, 2012	Milliards tonnes-km	23,6	26,9	34,5	39,3	39,7
Prix: exemple du pétrole (prix du marché mondial)	AIE, WEO 2010, «New Policy», adaptation de Prognos	USD/baril (réel 2010)	34,3	76	99,9	114,1	116,9
	AIE, WEO 2010, «Scénario 450», adaptation de Prognos	USD/baril (réel 2010)	34,3	76	90,8	90,9	83,5

PPA: «Poursuite de la politique actuelle» Source: Prognos 2012, OFS 2010, 2011, OFEN 2010, 2011, AIE 2010, ARE 2012  
 PCF: «Mesures politiques du Conseil fédéral»  
 NPE: «Nouvelle politique énergétique»

### 3.2 Mise en œuvre dans les modèles des variantes d'offre d'électricité du Conseil fédéral

La variante d'offre 2 du Conseil fédéral (définition au chapitre 1), appliquée dans les analyses, suppose une durée d'exploitation de 50 ans pour toutes les centrales nucléaires (cf. Tableau 3).

Tableau 3 Périodes d'exploitation dans la variante d'offre 2 du Conseil fédéral

Centrales nucléaires (CN)	Durée d'exploitation dans la variante d'offre 2 du Conseil fédéral
Beznau I (365 MW <sub>el</sub> )	1969 – 2019
Beznau II (365 MW <sub>el</sub> )	1972 – 2022
Mühleberg (373 MW <sub>el</sub> )	1972 – 2022
Gösgen (985 MW <sub>el</sub> )	1979 – 2029
Leibstadt (1190 MW <sub>el</sub> )	1984 – 2034

Les variantes d'offre réunies au Tableau 4 sont examinées pour la variante 2 du Conseil fédéral. Selon la variante d'offre d'électricité choisie, on table sur un développement du couplage chaleur-force (CCF) rentable pour les investisseurs (développement sans subventionnement). Les trois évolutions de l'offre analysées sont des variantes cadre. On n'a pas procédé à une optimisation des divers types de production possibles, complétés par les importations, pour couvrir un éventuel excédent de la demande, car cette démarche dépendra en définitive des décisions d'investissement de la branche de l'électricité.

Tableau 4 Variantes d'offre du Conseil fédéral et variantes de l'offre d'électricité

Conseil fédéral	Désignation	Description
<b>Variante d'offre d'électricité 2</b>  (les centrales nucléaires actuelles ne sont pas remplacées au terme de leur durée d'exploitation)	C <sup>1)</sup>	<b>Centrales à gaz:</b> la demande d'électricité est couverte par la production indigène. Dès que celle-ci ne suffit pas, des centrales à gaz à cycle combiné (CCC) supplémentaires sont construites pour combler les lacunes de production.
	C & E <sup>1)</sup>	<b>Combinaison de centrales à gaz et d'énergies renouvelables:</b> le potentiel de production électrique renouvelable est davantage exploité. Dès que la production indigène du parc existant et du supplément de production renouvelable ne suffit pas, des CCC sont construites pour combler les lacunes de production.
	E <sup>1)</sup>	<b>Energies renouvelables et importations:</b> les lacunes de production sont autant que possible comblées avec les énergies renouvelables. Si nécessaire, de l'électricité sera importée pour combler une éventuelle lacune de la production électrique suisse face à la demande indigène.

<sup>1)</sup> Le développement autonome du CCF est compris.

Compte tenu des décisions du Conseil fédéral et du Parlement, trois variantes de l'offre d'électricité ont été examinées dans les trois différentes variantes de politique (Tableau 5). Dans le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle», on renonce à une variante purement basée sur les énergies renouvelables, puisque cette variante de politique table sur la structure de mesures actuelle et qu'elle ne prévoit pas d'encouragement de la production électrique renouvelable au-delà de son développement autonome. Pour les variantes de politique «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique», les trois différentes variantes d'offre sont examinées.

Dans le cadre des Perspectives énergétiques, on suppose que les conditions-cadre d'économie énergétique et de politique énergétique pour les centrales à gaz suisses seront harmonisées à celles des pays environnants ou du reste de l'Europe, afin que la compétitivité soit garantie sur le marché international de l'électricité.

Tableau 5 Variantes d'offre des variantes de politique

Variantes d'offre d'électricité	Variante de politique		
	C <sup>1)</sup>	C&E <sup>1)</sup>	E <sup>1) 2)</sup>
«Poursuite de la politique énergétique actuelle» (PPA)	x	x	
«Mesures politiques du Conseil fédéral» (PCF)	x	x	x
«Nouvelle politique énergétique» (NPE)	x	x	x

<sup>1)</sup> Développement autonome du CCF compris (la production électrique par CCF est discutée dans «Exkurs I» de Prognos 2012, p. 673).

<sup>2)</sup> Dans la variante E, on utilise le mix électrique européen pour les importations d'électricité.

## 4. Demande finale d'énergie et émissions de CO<sub>2</sub> dans les scénarios «Poursuite de la politique énergétique actuelle», «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique»

### 4.1 Demande finale d'énergie totale<sup>1</sup>, par habitant et par unité de PIB

La consommation d'énergie finale du scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral» (PCF) diminue de 32,7 % entre 2010 et 2050 (cf. Tableau 6 et Graphique 1). Les mesures, inchangées jusqu'en 2050 conformément aux paramètres prévus pour ce scénario, permette d'abaisser la consommation énergétique plus nettement que dans le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle». Cependant, les mesures d'ores et déjà décidées ont pour effet de stabiliser et d'abaisser la consommation d'énergie finale également dans le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle». Ainsi se poursuit la tendance à une atténuation de la croissance de consommation d'énergie, observable depuis le début des années 1990 (cf. Graphique 1). Les trois scénarios présentent un point commun: la baisse de la consommation énergétique est plus prononcée jusqu'à 2035 qu'entre 2035 et 2050, car les mesures les plus efficaces et moins onéreuses, sont appliquées les premières. Le recul en chiffres absolus de la consommation énergétique dépend toutefois des mesures appliquées (instruments de politique), ou respectivement, de l'objectif du scénario «Nouvelle politique énergétique».

Tableau 6: Demande d'énergie finale<sup>1</sup> par habitant et par unité de PIB, selon les scénarios (chiffres absolus en PJ)

	Demande d'énergie finale (en PJ)					Demande d'énergie finale par habitant (en GJ)					Demande d'énergie finale en unité de PIB (en MJ par CHF)				
	2000	2010	2020	2035	2050	2000	2010	2020	2035	2050	2000	2010	2020	2035	2050
PPA	777	841	788	706	658	108	107	93	79	73	1,7	1,5	1,3	1,0	0,8
PCF	777	841	767	639	565	108	107	91	72	63	1,7	1,5	1,2	0,9	0,7
NPE	777	841	734	549	451	108	107	87	62	50	1,7	1,5	1,2	0,8	0,6
<b>Modification en % par rapport à 2000</b>															
PPA		8,2	1,4	-9,2	-15,3		-1,2	-13,4	-26,3	-32,5		-7,6	-23,7	-39,6	-50,8
PCF		8,2	-1,4	-17,8	-27,3		-1,2	-15,7	-33,3	-42,0		-7,6	-25,7	-45,3	-57,7
NPE		8,2	-5,5	-29,4	-42,0		-1,2	-19,3	-42,7	-53,8		-7,6	-28,9	-53,0	-66,3
<b>Modification en % par rapport à 2010</b>															
PPA			-6,3	-16,0	-21,7			-12,4	-25,4	-31,7			-17,4	-34,7	-46,8
PCF			-8,8	-23,9	-32,8			-14,7	-32,5	-41,3			-19,6	-40,8	-54,3
NPE			-12,7	-34,7	-46,4			-18,3	-42,0	-53,2			-23,0	-49,2	-63,5

1) Sans le trafic aérien international, sans différence statistique

PPA: «Poursuite de la politique énergétique actuelle»

PCF: «Mesures politiques du Conseil fédéral»

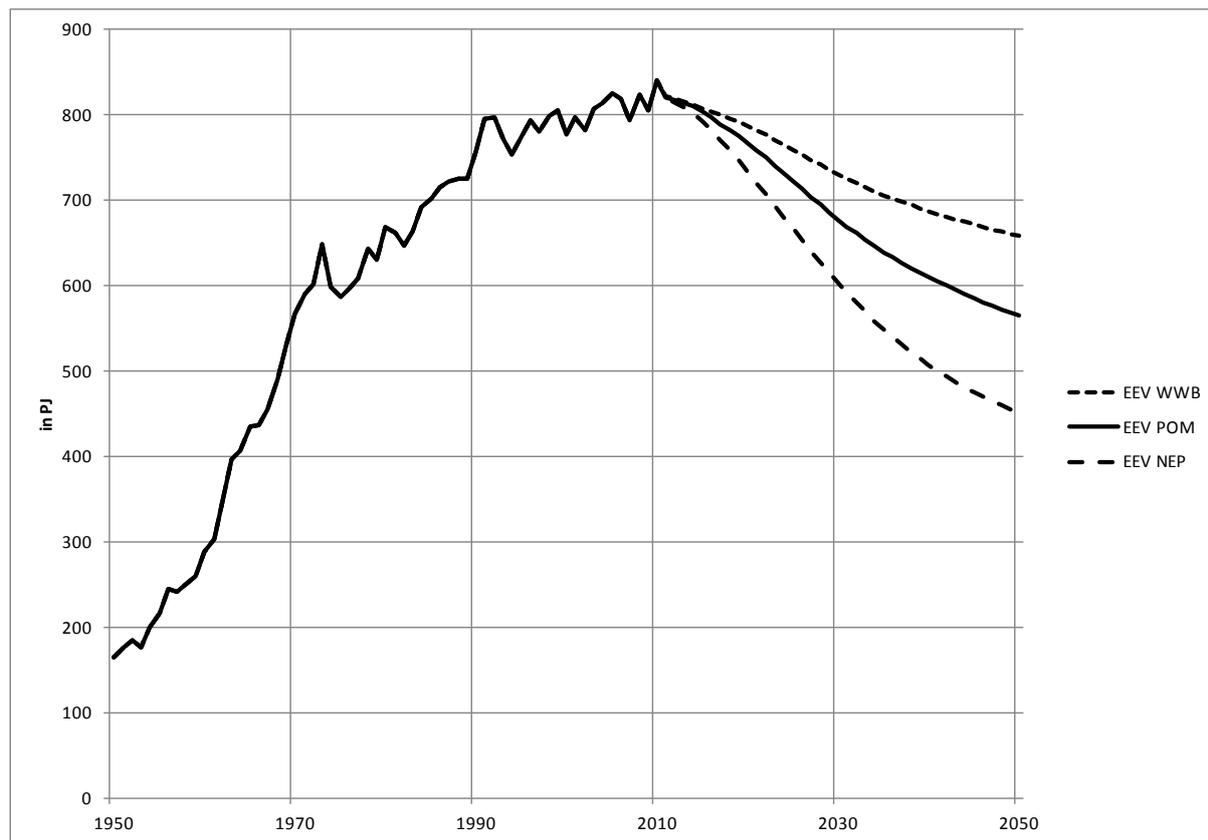
NPE: «Nouvelle politique énergétique»

Source: Prognos, 2012

Dans le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle» également, on attend un tassement ou un recul de la consommation énergétique. Les mesures décidées ces dernières années de même que la contrainte exogène constituée par la structure des branches influencent de plus en plus le système énergétique, en soi inerte, et surcompensent l'évolution démographique. Si les mesures proposées par le Conseil fédéral sont mises en œuvre, cette tendance sera renforcée. Dans un tel cas de figure également, les pleins effets ne se déploieront qu'après quelques années. En outre, les effets fléchiront vers 2050, puisque les programmes sont maintenus constants en montants nominaux (CHF), conformément aux paramètres définis pour les scénarios.

<sup>1</sup> La Statistique globale suisse de l'énergie (SGSE) indique par exemple une consommation de 911 PJ en 2010. Cette statistique présente pour les transports, conformément à la convention internationale sur la délimitation des statistiques en matière d'énergie, l'intégralité du carburant aérien vendu en Suisse. En revanche, les Perspectives appliquent la délimitation prévue par la loi sur le CO<sub>2</sub> (seul le trafic intérieur est pris en compte). De plus, la «différence statistique» présentée dans la SGSE n'est pas comprise dans les Perspectives. Le trafic étranger et la différence statistique sont présentés en annexe aux Perspectives 2050 (« Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050 – Anhang III Energienachfrage und Elektrizitätsangebot in Zahlen; Emissionen »).

Graphique 1 Consommation d'énergie<sup>1)</sup> en Suisse, 1950 – 2050, en PJ.



1) Sans le trafic aérien international, sans différence statistique

Légende

EEV WWB : Consommation finale d'énergie, scénario PPA

EEV POM : Consommation finale d'énergie, scénario PCF

EEV NEP : Consommation finale d'énergie, scénario NPE

Source: Prognos, 2012

La demande d'énergie par habitant et par unité de PIB est souvent utilisée pour mesurer l'efficacité énergétique. Dans le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle», la demande finale d'énergie par habitant se réduit dès l'an 2000 (cf. Graphique 2 et Tableau 6). Tendanciellement, la demande finale d'énergie par habitant baisse déjà depuis le milieu des années 1990 (cf. 2 et Tableau 6). On observe toutefois d'importantes fluctuations sur le court terme de part et d'autre de la tendance: elles sont dues surtout aux conditions météorologiques et à la conjoncture. En 2010, pour les raisons indiquées, on relève une consommation énergétique par habitant assez élevée durant une période limitée. C'est pourquoi la différence par habitant par rapport à l'an 2000, présentée au Tableau 6, est relativement faible. La comparaison avec 2011 (températures extraordinairement élevées) montrent un recul nettement plus marqué de la consommation énergétique.

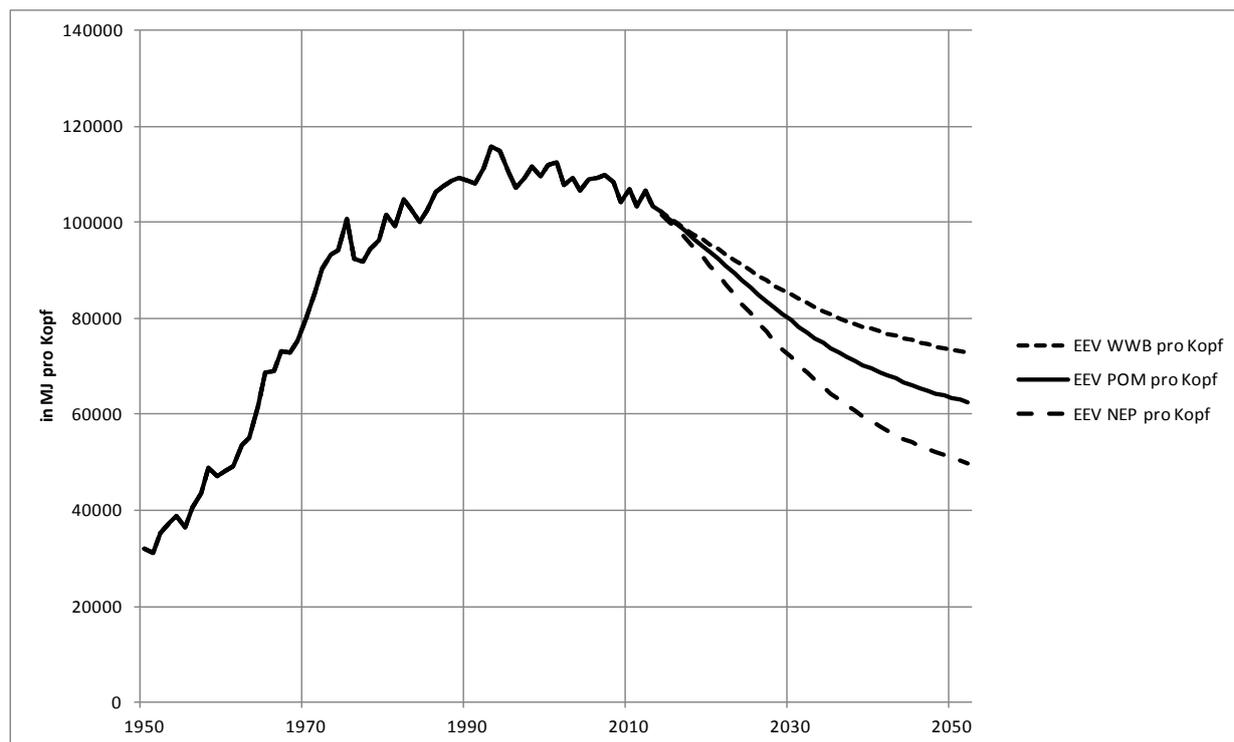
Les trois scénarios examinés prolongent cette tendance à des degrés divers. Le scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral» renforce la tendance à la baisse en raison des mesures et instruments proposés. Le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle» prolonge la tendance actuelle en l'accentuant légèrement. Pour atteindre les objectifs fixés dans le scénario «Nouvelle politique énergétique», des gains d'efficacité substantiels sont nécessaires. Ces gains d'efficacité se traduisent par un recul plus marqué de la consommation par habitant. Dans les trois scénarios, la tendance à la baisse s'atténue à partir de 2035 (cf. premier alinéa ci-dessus).

La demande énergétique par unité de PIB diminue dans les trois scénarios (cf. tableau 6), puisque la croissance du PIB (condition exogène pour les modèles, cf. Tableau 2) est plus forte que celle de la consommation d'énergie. Conformément aux conditions fixées pour tous les scénarios, la croissance du PIB est restée inchangée. De ce fait, la demande énergétique par unité de PIB baisse le plus fortement dans le scénario «Nouvelle politique énergétique», où la demande diminue le plus fortement. Dans le scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral», les instruments et mesures supplémentaires atténuent la demande d'énergie par unité de PIB par rapport au scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle». Dans le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle», la baisse de la demande d'énergie par unité de PIB entre 2010 et 2020 est du même ordre qu'entre 2000 et 2010, puis elle

s'atténue. Dans les scénarios «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique», les instruments et mesures, respectivement les objectifs fixés ont pour effet que la demande énergétique par unité de PIB diminue d'abord plus fortement que pendant les années 2000 à 2010. A partir de 2035, la baisse faiblit pour les raisons déjà évoquées au premier alinéa de la présente section.

Actuellement, les coûts de l'énergie (prix à la consommation finale, impôts et redevances compris) correspondent à près de 6 % du PIB. Au cours de la période observée, le rapport des coûts de l'énergie au PIB tend à diminuer, puisque la croissance du PIB et la baisse de la consommation énergétique surcompensent la hausse des prix de l'énergie. La croissance réelle du PIB entre 2010 et 2050 est d'environ 46 %, alors que la demande énergétique recule de 33 % dans le scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral» (PCF), respectivement de 22 % dans le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle» (PPA). On observe la même tendance dans l'accroissement de l'intensité énergétique totale (c'est-à-dire une baisse plus accentuée de la demande énergétique par unité de PIB (cf. Tableau 6). Pendant la période considérée, les prix de l'énergie progressent de 20 à 30% pour les carburants et l'électricité, alors qu'ils grimpent de 60 % pour le mazout et le gaz naturel.

Graphique 2 Consommation énergétique<sup>1)</sup> en Suisse par habitant, 1950 – 2050, en MJ.



1) Sans le trafic aérien international, sans différence statistique

Légende

in MJ pro Kopf : en MJ par habitant

EEV WWB pro Kopf : Consommation finale d'énergie par habitant, scénario PPA

EEV POM pro Kopf : Consommation finale d'énergie par habitant, scénario PCF

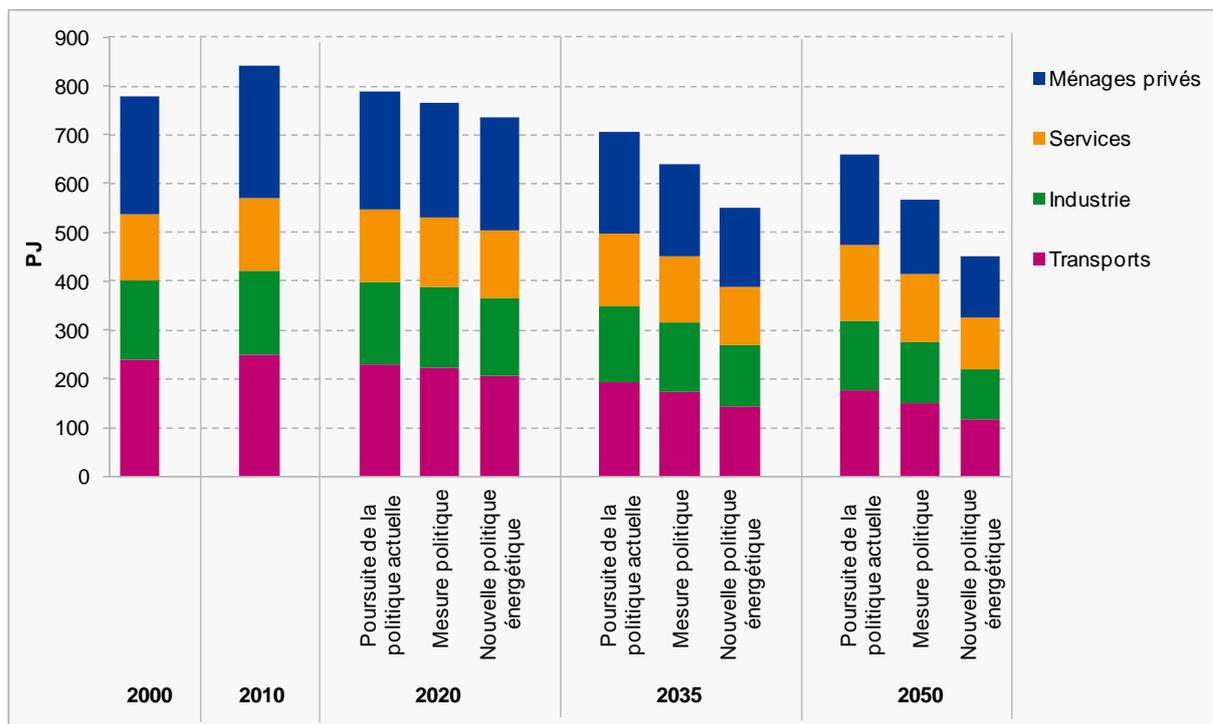
EEV NEP pro Kopf : Consommation finale d'énergie par habitant, scénario NPE

Source: Prognos, 2012

## 4.2 Demande énergétique finale par secteurs

Dans les trois variantes de politique, les secteurs Ménages privés, Industrie et Transports présentent une baisse de la demande énergétique finale par rapport à l'année 2000 (cf. Graphique 3 ou Tableau 7). La demande énergétique finale des Services se stabilise dans le scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral» et elle augmente dans le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle». Dans ce dernier cas, l'augmentation de l'emploi entraîne une hausse de la demande.

Graphique 3 Demande énergétique finale par secteurs<sup>1)</sup>, scénarios «Poursuite de la politique énergétique actuelle», «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique», en PJ.



1) Sans le trafic aérien international, sans différence statistique

Source : Prognos, 2012

Dans le secteur Industrie, la demande est atténuée par le facteur exogène du déplacement structurel vers une société industrielle et de services hautement technologique (cf. section 3.1). Il apparaît que les branches hautement technicisées et fortement axées sur les connaissances, qui croissent plus rapidement dans cette évolution structurelle (p. ex. la chimie/pharma, l'électrotechnique, la construction mécanique, les techniques de mesure, de régulation et de commande très précises), sont également les branches qui profitent le plus d'une politique énergétique davantage axée sur l'efficacité et les objectifs.

Tableau 7 Demande énergétique finale<sup>1)</sup> par secteurs économiques, scénarios «Poursuite de la politique énergétique actuelle», «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique», en PJ.

Secteur	2000	2010	2020			2035			2050		
			PPA	PCF	NPE	PPA	PCF	NPE	PPA	PCF	NPE
Ménages privés	240	272	241	237	232	209	188	163	183	152	124
Services	137	149	148	143	137	150	136	119	156	136	107
Industrie	161	171	170	164	158	154	141	125	143	127	104
Transports <sup>1)</sup>	239	250	229	224	207	194	174	143	177	150	116
<b>Total</b>	<b>777</b>	<b>841</b>	<b>788</b>	<b>767</b>	<b>734</b>	<b>706</b>	<b>639</b>	<b>549</b>	<b>658</b>	<b>565</b>	<b>451</b>

1) Sans le trafic aérien international, sans différence statistique

PPA: «Poursuite de la politique énergétique actuelle»

PCF: «Mesures politiques du Conseil fédéral»

NPE: «Nouvelle politique énergétique»

Source: Prognos, 2012

### 4.3 Emissions de CO<sub>2</sub> liées à la demande énergétique finale

Dans le scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral», les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la demande énergétique finale par habitant diminuent jusqu'en 2050 pour atteindre un tiers des émissions de l'année 2000 (cf. Tableau 8). Dans le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle» déjà, ces émissions se réduisent de moitié (de 5,4 tonnes par habitant en 2000 à 2,3 tonnes par habitant en 2050, cf. Tableau 8). Cette évolution s'explique par la substitution du gaz naturel et des agents énergétiques renouvelables au mazout pour couvrir la demande de chaleur, par la substitution de l'essence au diesel

et par l'électrification du trafic privé. En outre, les normes d'émission appliquées aux véhicules pour voyageurs (cf. Tableau 1) modèrent la consommation de carburants fossiles.

Dans le scénario «Nouvelle politique énergétique», les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la demande énergétique finale diminuent à 0,9 tonne par habitant en 2050. Ce scénario, fondé sur les objectifs visés, renforce la tendance à l'abandon des agents énergétiques fossiles au profit des énergies renouvelables et d'une utilisation plus efficace de l'énergie. La baisse de la demande d'agents énergétiques fossiles, qui découle de cette combinaison de consommation, est accentuée par l'électrification et par une forte augmentation de la demande de carburants biogènes dans les transports (notamment les carburants de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> générations à partir de 2035).

Tableau 8 Emissions de CO<sub>2</sub> liées à la demande énergétique finale<sup>1)</sup> par habitant, scénarios «Poursuite de la politique énergétique actuelle», «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique», en tonnes (t).

	2000	2010	2020			2035			2050		
			PPA	PCF	NPE	PPA	PCF	NPE	PPA	PCF	NPE
<b>t par habitant</b>	5,38	5,03	3,98	3,76	3,36	2,90	2,41	1,63	2,30	1,71	0,85
<b>Δ % par rapport à 2000</b>											
			-26,1	-30,1	-37,5	-46,2	-55,3	-69,7	-57,2	-68,3	-84,3
<b>Δ % par rapport à 2010</b>											
			-20,9	-25,1	-33,1	-42,4	-52,1	-67,6	-54,2	-66,0	-83,2

1) Sans le trafic aérien international, sans différence statistique

PPA: «Poursuite de la politique énergétique actuelle»

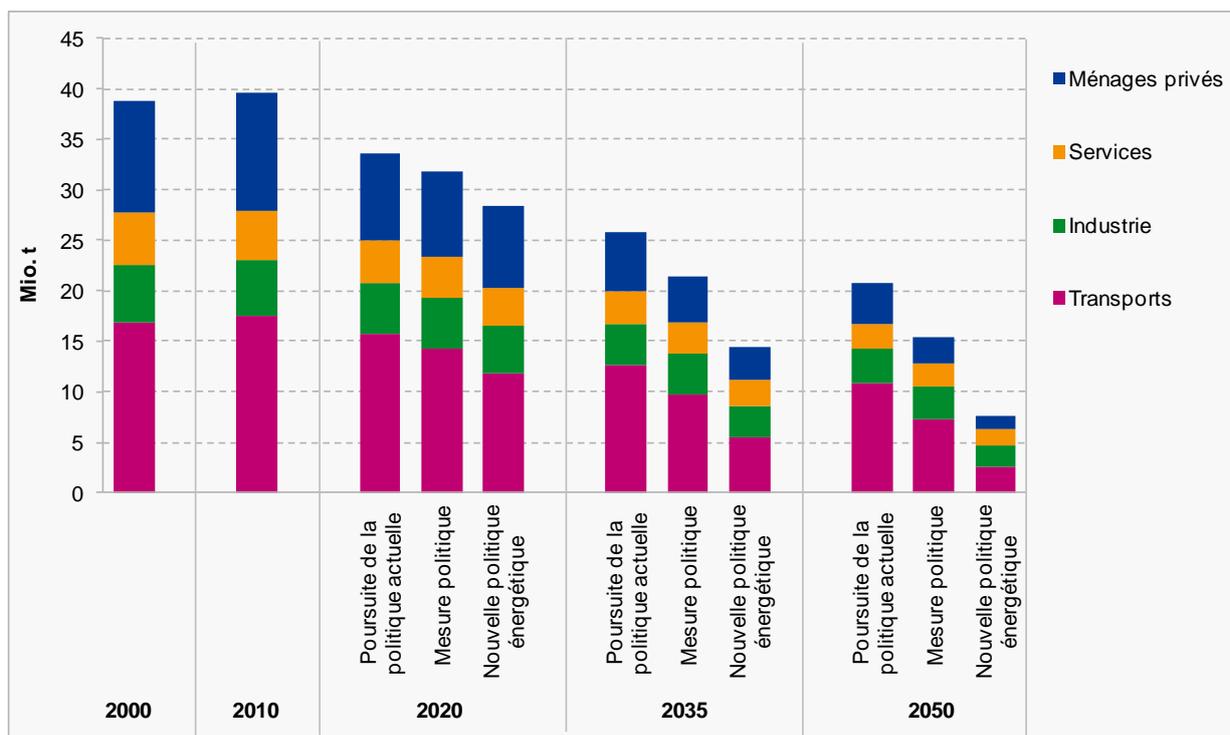
PCF: «Mesures politiques du Conseil fédéral»

NPE: «Nouvelle politique énergétique»

Source: Prognos, 2012

Les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la demande énergétique finale diminuent jusqu'en 2050 dans tous les secteurs et dans tous les scénarios (cf. Tableau 9 ou Graphique 4). La baisse des émissions est considérable dans tous les secteurs. Dans le secteur de l'industrie, les développements de branche déterminés par les facteurs exogènes, combinés à l'utilisation des carburants correspondants, induisent une diminution même dans le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle».

Graphique 4 Emissions de CO<sub>2</sub> des secteurs économiques<sup>1)</sup>, scénarios «Poursuite de la politique énergétique actuelle», «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique», en millions de tonnes.



1) Sans le trafic aérien international, sans différence statistique

Source: Prognos, 2012

Les structures de branche restent inchangées pour les trois scénarios. Autrement dit, les variantes de politique ne modifient pas la structure existante des industries plus ou moins gourmandes en énergie. L'étude n'examine pas dans quelle mesure les taux de redevance devraient être différents pour que cette structure soit maintenue.

Tableau 9 Emissions de CO<sub>2</sub> des secteurs économiques<sup>1)</sup>, scénarios «Poursuite de la politique énergétique actuelle», «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique», en millions de tonnes.

Secteurs	2000	2010	2020			2035			2050		
			PPA	PCF	NPE	PPA	PCF	NPE	PPA	PCF	NPE
Ménages privés	11,1	11,6	8,6	8,4	8,0	5,8	4,6	3,3	4,1	2,6	1,3
Services	5,2	4,9	4,1	4,0	3,9	3,2	3,0	2,5	2,5	2,2	1,7
Industrie	5,6	5,5	5,1	5,1	4,6	4,1	4,0	3,1	3,3	3,3	2,2
Transports <sup>1</sup>	16,9	17,5	15,7	14,2	11,8	12,7	9,8	5,6	10,9	7,3	2,5
<b>Somme</b>	<b>38,8</b>	<b>39,6</b>	<b>33,6</b>	<b>31,7</b>	<b>28,4</b>	<b>25,7</b>	<b>21,4</b>	<b>14,5</b>	<b>20,8</b>	<b>15,4</b>	<b>7,6</b>

1) Sans le trafic aérien international, sans différence statistique

PPA: «Poursuite de la politique énergétique actuelle»

PCF: «Mesures politiques du Conseil fédéral»

NPE: «Nouvelle politique énergétique»

Source: Prognos, 2012

#### 4.4 Autres structurations de la demande énergétique finale

Le chapitre 1 de l'annexe 2 (Approfondissement de certaines sections du résumé) présente la consommation énergétique finale structurée

- par agents énergétiques;
- en fonction de l'application;
- par agents énergétiques renouvelables (chaleur et mobilité);
- par agents énergétiques fossiles.

## 5. Demande en électricité dans les scénarios «Poursuite de la politique énergétique», «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique»

### 5.1 Demande en électricité en chiffres absolus, par habitant et par unité de PIB

Dans le scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral», la demande d'électricité diminue jusqu'en 2035 pour atteindre un niveau légèrement inférieur à celui de 2010, avant de croître de nouveau. En 2050, elle dépasse légèrement le niveau de 2010 (cf. Tableau 10 et Graphique 5).

La demande en électricité croît continuellement entre 2000 et 2050 dans le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle» (cf. Tableau 10 et Graphique 5). Dans le scénario «Nouvelle politique énergétique», la demande en électricité augmente jusqu'en 2016, puis elle diminue légèrement jusqu'en 2035 et 2050 (cf. Tableau 10 et Graphique 5).

Dans le scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral» les instruments et mesures proposés permettent de réduire la demande en électricité par habitant jusqu'en 2035. Dès 2035, la demande progresse de nouveau légèrement (cf. Tableau 10 et Graphique 6).

Tableau 10 Demande en électricité, scénarios «Poursuite de la politique énergétique actuelle», «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique», en chiffres absolus (PJ), par habitant et par unité de PIB, selon les scénarios.

	Demande en électricité en PJ					Demande en électricité par habitant en GJ					Demande en électricité selon le PIB en MJ par CHF				
	2000	2010	2020	2035	2050	2000	2010	2020	2035	2050	2000	2010	2020	2035	2050
<b>PPA</b>	185,1	211,5	221,3	232,0	248,5	25,7	26,8	26,2	26,1	27,5	0,40	0,39	0,36	0,33	0,31
<b>PCF</b>	185,1	211,5	211,1	208,5	219,1	25,7	26,8	25,0	23,5	24,2	0,40	0,39	0,34	0,30	0,27
<b>NPE</b>	185,1	211,5	210,4	198,2	190,9	25,7	26,8	24,9	22,3	21,1	0,40	0,39	0,34	0,28	0,24
<b>Modification en % par rapport à 2000</b>															
<b>PPA</b>		14,3	19,6	25,3	34,3		4,6	2,2	1,7	7,1		-2,2	-10,0	-16,7	-22,0
<b>PCF</b>		14,3	14,1	12,6	18,4		4,6	-2,5	-8,6	-5,6		-2,2	-14,1	-25,1	-31,2
<b>NPE</b>		14,3	13,7	7,1	3,1		4,6	-2,8	-13,1	-17,7		-2,2	-14,4	-28,8	-40,1
<b>Modification en % par rapport à 2010</b>															
<b>PPA</b>			4,6	9,7	17,5			-2,3	-2,8	2,4			-7,9	-14,8	-20,2
<b>PCF</b>			-0,2	-1,4	3,6			-6,8	-12,6	-9,7			-12,2	-23,4	-29,7
<b>NPE</b>			-0,5	-6,3	-9,8			-7,1	-16,9	-21,3			-12,4	-27,2	-38,7

PPA: «Poursuite de la politique énergétique actuelle»

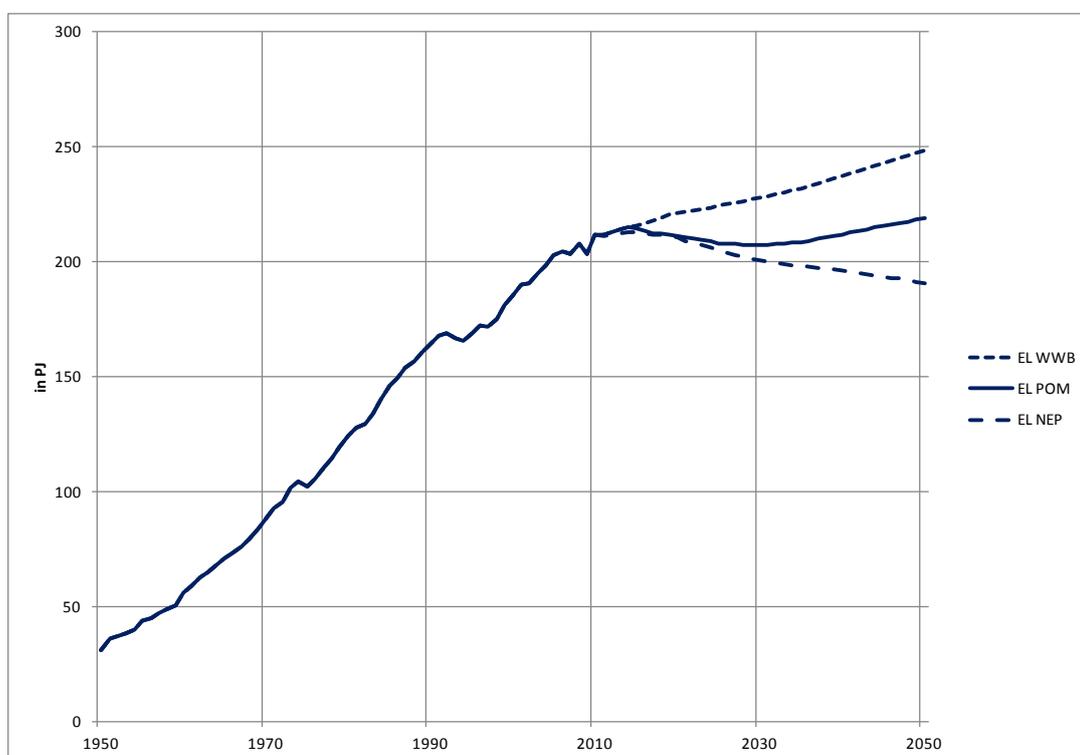
PCF: «Mesures politiques du Conseil fédéral»

NPE: «Nouvelle politique énergétique»

Source: Prognos, 2012

Il faut considérer d'une part, comme pour la demande énergétique, que les instruments et mesures sont dotés de moyens inchangés (c'est-à-dire nominalement constants) jusqu'en 2050 et que les mesures d'efficacité les moins onéreuses sont prises les premières années. D'autre part, l'électrification accrue du trafic privé influence aussi la demande en électricité par habitant à partir de 2035.

Graphique 5 Demande en électricité de 1950 à 2050, scénarios «Poursuite de la politique énergétique actuelle», «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique», en PJ.



Légende

EL WWB : Demande en électricité, scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle» PPA

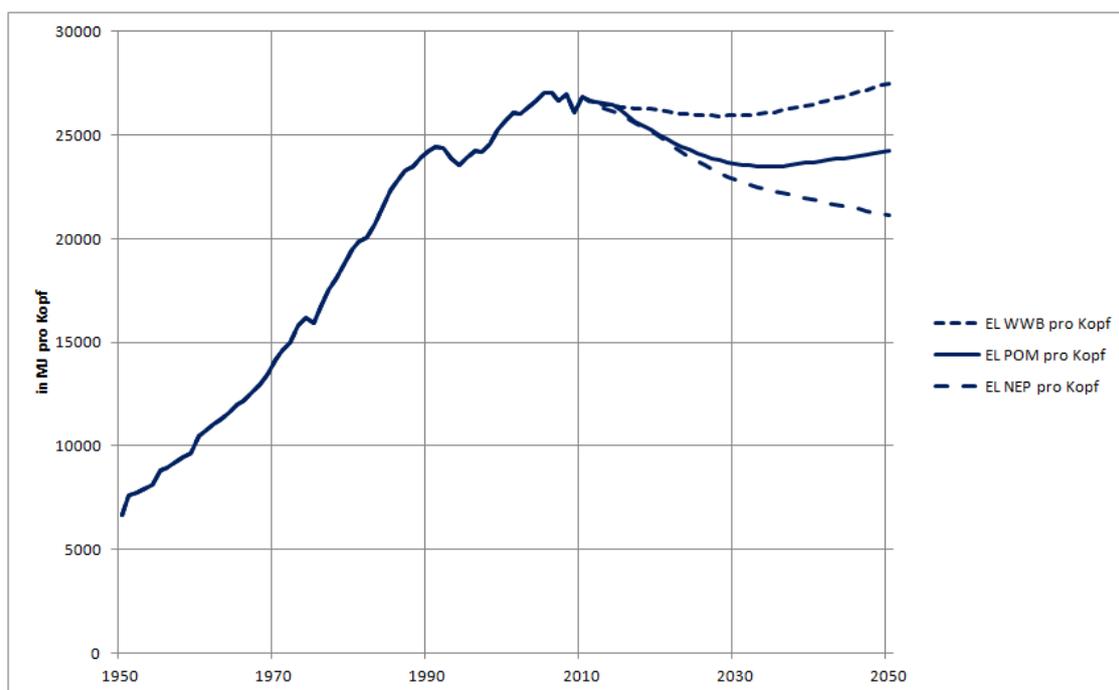
EL POM : Demande en électricité, scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral» PCF

EL NEP : Demande en électricité, scénario «Nouvelle politique énergétique» NPE

Source: Prognos, 2012

Les observations concernant le scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral» valent aussi pour le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle». Mais comme ce dernier scénario prévoit nettement moins d'instruments et de mesures que le premier (à savoir ceux déjà décidés aujourd'hui, cf. Tableau 1), la demande par habitant y est supérieure (cf. Tableau 10 et Graphique 6). Quant au scénario «Nouvelle politique énergétique», toutes les mesures d'efficacité doivent être mises en œuvre pour atteindre les objectifs fixés. Il en résulte une réduction de la consommation d'électricité par habitant jusqu'en 2050. Mais cette baisse s'atténue à partir de 2035, puisque les transports privés de voyageurs seront davantage électrifiés que dans le scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral».

Graphique 6 Demande en électricité par habitant de 1950 à 2050, scénarios «Poursuite de la politique énergétique actuelle», «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique», en MJ.



Légende

- EL WWB pro Kopf : Demande en électricité par habitant, scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle»
- EL POM pro Kopf : Demande en électricité par habitant, scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral»
- EL NEP pro Kopf : Demande en électricité par habitant, scénario «Nouvelle politique énergétique»
- in MJ pro Kopf : en MJ par habitant

Source: Prognos, 2012

La demande en électricité par unité de PIB (cf. Tableau 10) diminue dans tous les scénarios. En d'autres termes, l'efficacité électrique (mesurée par le rapport de la demande en électricité au PIB) augmente, bien qu'à des degrés divers. Son évolution dépend des instruments, mesures ou objectifs prévus dans les variantes politiques (cf. Tableau 1). La croissance économique – un facteur exogène – est supérieure à l'augmentation de la demande en électricité dans les trois scénarios, raison pour laquelle l'efficacité s'améliore pour chaque unité de PIB investie. Ce gain d'efficacité est plus marqué avant qu'après 2035, car l'électrification, l'évolution climatique et d'autres facteurs entraînent un accroissement de la demande dans les scénarios «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Poursuite de la politique énergétique actuelle», respectivement un ralentissement de la baisse dans le scénario «Nouvelle politique énergétique».

## 5.2 Demande en électricité par secteurs

La demande d'électricité est disparate d'un secteur à l'autre dans le scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral» (cf. Tableau 11 ou Graphique 7). Si la demande électrique diminue dans les secteurs Ménages privés et Industrie, elle augmente dans les secteurs Services et Transports. Dans le secteur Ménages privés, les équipements plus efficaces ont pour effet de surcompenser l'augmentation des quantités d'appareils et d'équipements qui découlent de la croissance démographique. Dans le secteur Industrie, l'évolution de la branche, due à des facteurs exogènes, et l'efficacité accrue des applications induisent un recul de la demande électrique.

Tableau 11 Demande électrique par secteurs économiques, scénarios «Poursuite de la politique énergétique actuelle», «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique», en PJ.

Secteur	2000	2010	2020			2035			2050		
			PPA	PCF	NPE	PPA	PCF	NPE	PPA	PCF	NPE
Ménages privés	56,6	67,0	64,6	63,7	63,9	63,8	56,7	55,9	64,1	54,4	48,4
Services	53,9	63,8	71,4	67,3	63,5	79,9	70,6	58,7	92,1	79,4	56,0
Industrie	65,1	69,4	71,5	65,6	66,6	69,3	57,3	53,5	68,6	53,7	45,5
Transports	9,5	11,4	13,8	14,4	16,5	19,0	23,8	30,0	23,7	31,5	41,0
<b>Somme</b>	<b>185</b>	<b>212</b>	<b>221</b>	<b>211</b>	<b>210</b>	<b>232</b>	<b>208</b>	<b>198</b>	<b>249</b>	<b>219</b>	<b>191</b>

PPA: «Poursuite de la politique énergétique actuelle»

Source: Prognos, 2012

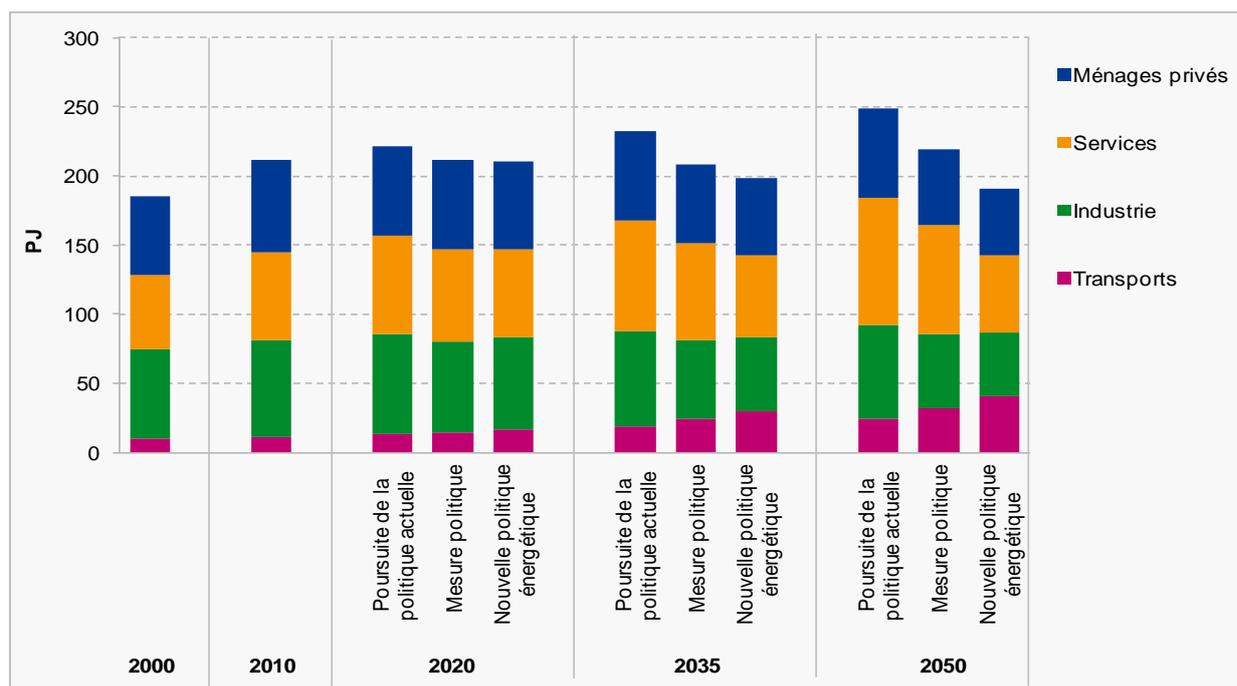
PCF: «Mesures politiques du Conseil fédéral»

NPE: «Nouvelle politique énergétique»

Dans les secteurs Services et Transports, la progression des quantités, respectivement l'électrification des transports causent une augmentation de la demande en électricité.

Dans le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle», la demande en électricité des secteurs Ménages privés et Industrie se situe au niveau de 2010. Ce scénario table sur les mesures actuellement mises en place (cf. Tableau 1). Comme la structure de branche des secteurs Industrie et Services reste la même dans les trois scénarios, l'évolution est largement déterminée par ces facteurs exogènes. La demande en électricité du domaine des Services augmente plus nettement dans le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle» que dans le scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral», puisque le premier de ces deux scénarios prévoit sensiblement moins de mesures et d'instruments pour améliorer l'efficacité. La demande en électricité du secteur Transports augmente à partir de 2035 dans le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle», en raison de l'électrification accrue du trafic privé, mais dans une mesure nettement moindre que dans le scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral». Le scénario axé sur les objectifs, «Nouvelle politique énergétique», produit les gains d'efficacité les plus importants dans les trois scénarios différents. Cette tendance sera encore renforcée dans le secteur Transports grâce à une pénétration accrue de l'électrification du trafic privé, mais les objectifs ne pourront être atteints que moyennant une politique énergétique coordonnée sur le plan international, puisque la Suisse ne produit pas de véhicules. C'est pourquoi la progression de la demande électrique des transports est la plus marquée dans ce scénario. Cependant, cette demande supplémentaire est plus que compensée par les gains d'efficacité réalisés dans les autres secteurs. Au total, le scénario «Nouvelle politique énergétique» présente la plus faible consommation d'électricité.

Graphique 7 Demande électrique par secteurs économiques, scénarios «Poursuite de la politique énergétique actuelle», «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique», en PJ.



Source : Prognos, 2012

### 5.3 Autre structuration de la demande électrique

L'annexe 2 (Approfondissement de certaines sections du résumé) présente la consommation électrique ventilée selon

- l'affectation prévue.

## 6. L'offre en électricité

### 6.1 Besoin de couverture dans les scénarios avec l'offre électrique actuelle

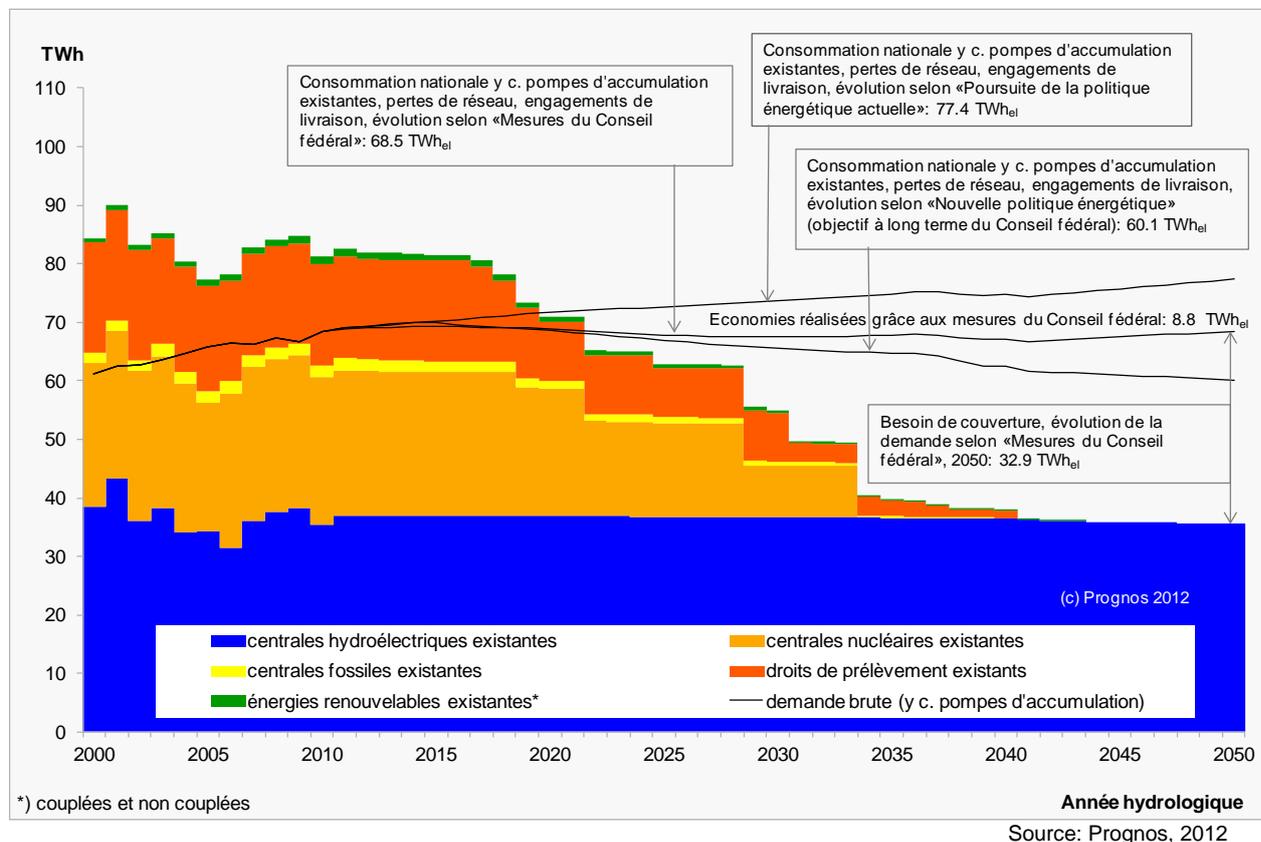
L'offre d'électricité actuelle permet de couvrir jusqu'en 2018 la demande en électricité de la variante politique «Mesures politiques du Conseil fédéral» (ceci vaut pour le semestre d'hiver, à partir de 2020 si l'on considère l'année selon la représentation du Graphique 8). Comme la demande électrique est plus importante au semestre d'hiver qu'au semestre d'été et que la production moyenne des centrales au fil de l'eau est significativement plus faible au semestre d'hiver qu'au semestre d'été, un besoin de couverture apparaît pour la première fois au semestre d'hiver 2017/2018. Le Graphique 8 table sur le parc de production actuel. En particulier, les constructions et les agrandissements prévus de centrale d'accumulation ne sont contenus ni dans la consommation nationale ni dans la production. La consommation nationale prise en compte en l'occurrence repose sur la demande électrique envisagée au chapitre 5, y compris la consommation des actuelles centrales d'accumulation, les pertes de réseau et les engagements de livraison dans les trois différents scénarios. L'offre électrique est généralement mesurée en térawattheures (TWh) et non pas en joules (J), l'unité usuelle pour l'énergie dans le système international d'unités (SI) pour les unités physiques. 1 TWh correspond à 3,6 pétajoules (PJ).

Le besoin de couverture qui subsiste, que l'on définit comme la différence entre la consommation nationale et la production d'électricité du parc de production actuel, varie selon la demande en électricité du scénario considéré. Dans le scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral», le besoin de couverture qui subsiste durant l'année hydrologique 2050 est de 32,9 TWh<sub>el</sub>/a. Les mesures et instruments supplémentaires génèrent des économies de 8,9 TWh<sub>el</sub>/a par rapport au scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle», qui présente une lacune de couverture de 41,8 TWh<sub>el</sub>/a. En revanche, en poursui-

vant les objectifs du scénario «Nouvelle politique énergétique», les gains d'efficacité encore plus importants ont pour effet que le besoin de couverture restant est d'environ 24,5 TWh<sub>el</sub>/a dans ce scénario.

Si les centrales à pompage-turbinage prévues sont construites entre 2015 et 2020, leur capacité augmentera de l'ordre de 3500 MW<sub>el</sub>. Selon le nombre d'heures d'exploitation de ces centrales durant l'année, la demande électrique augmentera et le besoin de couverture croîtra en conséquence.

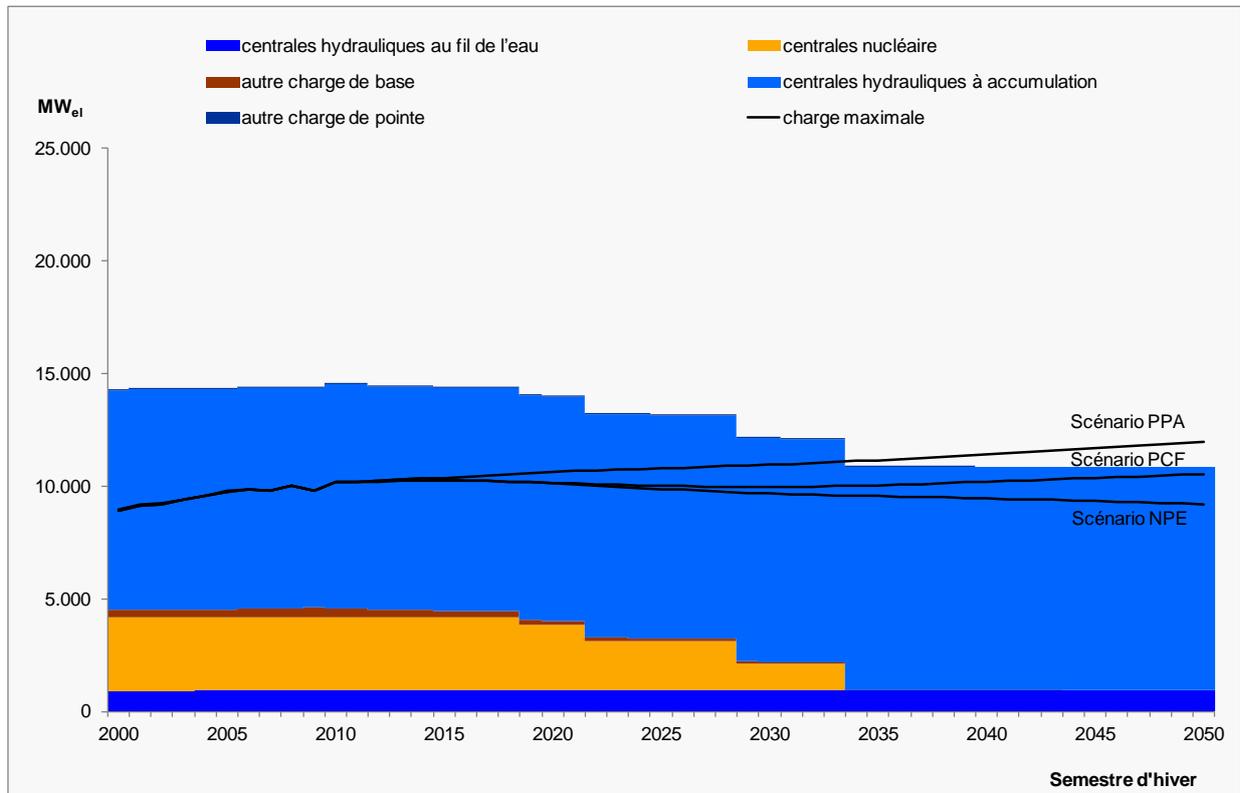
Graphique 8 Offre électrique et besoin de couverture de la variante de politique «Mesures politiques du Conseil fédéral», année hydrologique en TWh<sub>el</sub>/a.



## 6.2 Puissance

L'offre de puissance actuelle peut couvrir la charge maximale de la demande dans le scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral» (cf. graphique 9). L'importante puissance installée provient surtout des capacités des centrales d'accumulation. Cependant, il faut noter que le bilan hydraulique doit en outre être équilibré pour assurer le bilan énergétique (cf. graphique 8). Dans le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle», il faut s'attendre à un déficit de puissance au semestre d'hiver 2034. En été, un tel manque de puissance n'est pas probable d'ici à 2050. En été, la sécurité d'approvisionnement du pays est garantie même sans nouvelles centrales (en termes de puissance disponible, mais sans production supplémentaire, il ne sera pas possible d'y recourir en tout temps). Dans le scénario «Nouvelle politique énergétique», le parc de production actuel permet d'échapper à un déficit de puissance jusqu'en 2050, également pendant le semestre d'hiver.

Graphique 9 Puissance du parc de centrales actuel et demande de charge au semestre d'hiver (en MW<sub>el</sub>).



Légende

PPA: «Poursuite de la politique énergétique actuelle»

PCF: «Mesures politiques du Conseil fédéral»

NPE: «Nouvelle politique énergétique»

Source: Prognos, 2012

### 6.3 Potentiels de développement

Les variantes d'offre utilisent différentes options pour couvrir les besoins. Selon la variante d'offre choisie, divers potentiels peuvent être réalisés (cf. Tableau 12). Dans la variante C, on utilise surtout des centrales thermiques fossiles. Dans la variante C&E, les énergies renouvelables (et les capacités de développement actuelles de la force hydraulique) sont utilisées en priorité. Le besoin de couverture sera comblé, selon la variante choisie, avec des centrales thermiques fossiles centralisées (centrales à cycles combinés alimentées au gaz). La variante E recourt prioritairement aux énergies renouvelables et comble les lacunes de couverture au moyen des importations. S'agissant des installations CCF, toutes les variantes d'offre tablent sur un développement autonome. Deux voies distinctes sont considérées pour le développement des agents énergétiques renouvelables. Dans la variante d'offre C, on examine un développement modéré sur la base des instruments et mesures actuellement disponibles (cf. la liste du Tableau 1 au chapitre 2). Dans les variantes d'offre C&E et E, on suppose un fort développement, dont la vitesse est toutefois aussi limitée par les cycles de rénovation et la dynamique de construction. S'agissant des énergies renouvelables, leur vitesse de développement est restreinte par la limitation du coût des instruments sous-jacents et par leurs dynamiques de construction (également par la dynamique de développement dans le cas de la géothermie) ainsi que par les questions d'autorisation à résoudre (p. ex. pour les éoliennes et les centrales hydroélectriques).

Les potentiels de développement appliqués aux variantes d'offre sont tous inférieurs au développement théoriquement envisageable.

Tableau 12 Potentiel de développement réalisé par variantes d'offre en 2020, 2035 et 2050, scénarios «Poursuite de la politique énergétique actuelle», «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique», en GWh<sub>el</sub>/a.

Potentiel	Potentiel exploité (réalisé) par variantes d'offre en 2020, 2035 et 2050											
	Variante C			Variante C&E			Variante C&E, sensibilité 1			Variante E		
	2020	2035	2050	2020	2035	2050	2020	2035	2050	2020	2035	2050
<b>Force hydraulique <sup>1)</sup></b>	4'539	5'147	5'930	5'016	6'432	8'550	5'016	6'432	8'550	5'016	6'432	8'550
<b>CCF fossile</b>	439	1'094	1'095	527	1'397	1'444	527	1'397	1'444	527	1'397	1'444
Petite installation CCF (< 1 MW <sub>el</sub> ), surtout CETE fossile, microturbinés à gaz	240	600	600	188	570	599	188	570	599	188	570	599
Grande installation CCF: (> 1 MW <sub>el</sub> ), surtout dans l'industrie	184	460	460	158	446	460	158	446	460	158	446	460
Usines d'incinération des ordures ménagères (part fossile)	15	34	35	180	381	385	180	381	385	180	381	385
<b>Nouvelles énergies renouvelables</b>	927	4'647	8'766	2'249	10'473	22'758	3'075	13'148	22'758	2'249	10'473	22'758
Biomasse du bois	231	520	544	405	1'075	1'104	405	1'075	1'104	405	1'075	1'104
Installations au gaz d'épuration (STEP)	67	191	200	67	191	200	67	191	200	67	191	200
Biogaz	162	359	377	357	1'330	1'427	357	1'330	1'427	357	1'330	1'427
Photovoltaïque	256	2'440	5'839	434	4'355	11'036	1260	7030	11'036	434	4'355	11'036
Energie éolienne	108	738	1'372	624	1'723	4'222	624	1'723	4'222	624	1'723	4'222
Géothermie	88	365	399	182	1'418	4'384	182	1'418	4'384	182	1'418	4'384
Usines d'incinération des ordures ménagères (part renouvelable)	15	34	35	180	381	385	180	381	385	180	381	385
<b>Centrales nucléaires</b>	Pas de potentiel prévu (décision du Conseil fédéral de sortir du nucléaire)											
<b>Centrales thermiques fossiles</b>	Sans limitation dans le modèle											
<b>Importations</b>	Sans limitation dans le modèle											

<sup>1)</sup> Y compris la construction de centrales à pompage-turbinage d'une puissance totale d'environ 3500 MW<sub>el</sub>. Source: Prognos, 2012

Variantes: C: fossile centralisée  
C & E: fossile centralisée et renouvelable  
E: renouvelable, les lacunes d'électricité étant comblées par les importations

#### 6.4 Aperçu des variantes d'offre d'électricité du Conseil fédéral (développement jusqu'en 2050)

Les technologies de production les plus diverses sont à disposition pour combler le besoin de couverture. Les variantes d'offre d'électricité examinées ci-après reposent sur la variante 2 du Conseil fédéral, qui sera poursuivie conformément aux décisions du Conseil fédéral et du Parlement (cf. section 3.2). Les variantes d'offre examinées constituent des valeurs de référence. Des stratégies d'offre indépendantes, qui ne sont pas optimisées entre elles, sont présentées. La définition d'une combinaison d'offres optimale ne fait pas l'objet des modèles du système énergétique, d'autant qu'il ne faudrait pas seulement optimiser des aspects monétaires, mais aussi trouver un consensus au sein de la société. Les variantes de référence représentées indiquent les conséquences de la mise en œuvre conséquente d'une stratégie d'offre définie, en particulier d'une stratégie comportant de sévères restrictions pour certains types de centrale déterminés.

Les trois variantes d'offre suivantes sont utilisées dans les trois scénarios (cf. Tableau 4):

C: le besoin de couverture restant est comblé au moyen de nouvelles CCC (centrales à cycles combinés alimentées au gaz);

C&E: le besoin de couverture restant est comblé, autant que possible, en renforçant le développement des technologies de production renouvelable; si une lacune subsiste, elle est comblée par de nouvelles CCC;

E: le besoin de couverture restant est comblé, dans le cadre du développement possible, au moyen des technologies de production renouvelable; si une lacune subsiste, elle est comblée par des importations.

Comme la production électrique au moyen des technologies de production renouvelable augmente chaque année dans les scénarios comportant un développement accéléré, le nombre d'heures d'exploitation des CCC diminue continuellement au fil du temps. Cette hypothèse signifie implicitement que la demande nationale est couverte en priorité. Il est loisible aux exploitants d'utiliser les possibilités d'exportation si elles se présentent. La législation actuelle prévoit que les émissions de CO<sub>2</sub> d'une centrale à cycles combinés alimentée au gaz doivent être compensées au moins à concurrence de 50 % dans le pays et que seuls 50 % peuvent entrer dans le commerce des droits d'émission sous forme de certificats. Pour garantir que les centrales soient compétitives sur le marché de l'électricité également au niveau international, on suppose, pour les variantes comprenant des CCC, que les émissions de CO<sub>2</sub> de ces centrales peuvent être compensées à 100 % dans le cadre du système d'échange de quotas d'émission.

Le développement des technologies de production renouvelable est en 2050 de 10,3 TWh<sub>el</sub>/a dans tous les scénarios de la variante C (cf. Tableau 13). Comme cette variante permet de tabler sur l'électricité produite par les CCC, quel que soit le besoin de couverture, il n'est pas nécessaire de renforcer le développement des installations de production renouvelable. Celles-ci seront développées dans le cadre des mesures et instruments existants et en tenant compte du progrès technologique. Le nombre de CCC nécessaires varie en fonction des niveaux de la demande en électricité des différents scénarios. Dans le scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral», 7 CCC seront en exploitation à partir de 2034, alors que 9 CCC seront nécessaires dans le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle» et que 6 CCC seront construites dans le scénario «Nouvelle politique énergétique».

Tableau 13 Aperçu des variantes d'offre d'électricité, production et importations en 2035 et en 2050.

	Variante d'offre électrique avec la variante 2 du Conseil fédéral				Besoin de couverture	
	C	C & E	C & E, sens. 1	E	Année	Hiver
	2035					
Evolution de la demande dans «Poursuite de la politique énergétique actuelle»	8 CCC 6,1 TWh d'ER	7 CCC 11,9 TWh d'ER	-	-	35,2 TWh	22,6 TWh
Evolution de la demande dans «Mesures politiques du Conseil fédéral»	6 CCC 6,1 TWh d'ER	5 CCC 11,9 TWh d'ER	4 CCC 14,5 TWh d'ER	14,2 TWh d'importation 11,9 TWh d'ER	28,2 TWh	18,7 TWh
Evolution de la demande dans «Nouvelle politique énergétique»	6 CCC 6,1 TWh d'ER	4 CCC 11,9 TWh d'ER	-	11,7 TWh d'importation 11,9 TWh d'ER	25,2 TWh	17,0 TWh
2050						
Evolution de la demande dans «Poursuite de la politique énergétique actuelle»	9 CCC 10,3 TWh d'ER	6 CCC 24,2 TWh d'ER	-	-	41,8 TWh	25,9 TWh
Evolution de la demande dans «Mesures politiques du Conseil fédéral»	7 CCC 10,3 TWh d'ER	5 CCC 24,2 TWh d'ER	4 CCC 24,2 TWh d'ER	7,2 TWh d'importation 24,2 TWh d'ER	32,9 TWh	20,9 TWh
Evolution de la demande dans «Nouvelle politique énergétique»	6 CCC 10,3 TWh d'ER	4 CCC 24,2 TWh d'ER	-	2,6 TWh d'importation 24,2 TWh d'ER	24,5 TWh	16,3 TWh

Variantes: C: fossile centralisée  
 C & E: fossile centralisée et renouvelable  
 E: renouvelable, la lacune d'électricité restante étant comblée par les importations  
 CCF: développement autonome jusqu'en 2050 dans toutes les variantes d'offre.

Source: Prognos, 2012

Dans les variantes C&E et E (pour les scénarios «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique»), on table jusqu'à 2050, outre le développement autonome des CCF fossiles de 1,44 TWh<sub>el</sub>/a, sur un développement renforcé de la production électrique d'origine renouvelable à un niveau de production de 24,2 TWh<sub>el</sub>/a. La sensibilité 1 de la variante C&E tient compte de l'initiative parlementaire 12.400, acceptée après l'élaboration des Perspectives énergétiques 2050, et des développements effectifs du photovoltaïque en 2011 et 2012 (cf. aussi l'annexe 1). Il en résulte en 2035 une production renouvelable supérieure de 1,6 TWh à celle prévue dans la variante C&E des Perspectives éner-

gétiques 2050. La lacune de couverture sera comblée par des centrales à gaz à cycles combinés (variante C&E) ou par des importations (variante E). Dans le scénario „Mesures politiques du Conseil fédéral“, les importations atteignent 7,2 TWh<sub>el</sub>/a en 2050, alors qu'elles sont de 2,6 TWh<sub>el</sub>/a dans le scénario «Nouvelle politique énergétique».

Du fait qu'en 2035 (soit un an après la mise hors service de la dernière centrale nucléaire) le développement des installations de production renouvelable ne sera pas encore aussi avancé qu'en 2050, la variante E requiert davantage d'importations en 2035 qu'en 2050 (cf. Tableau 13).

Les trois variantes d'offre suivent les mêmes principes de développement dans les trois scénarios. Dans la variante d'offre C, l'abandon des grandes installations (centrales nucléaires) est surtout compensé par de grandes installations. A cet effet, la variante 2 du Conseil fédéral, qui est utilisée, prévoit des centrales à gaz à cycles combinés. Parallèlement, on observe un développement autonome de toutes les autres technologies de production existantes. Les valeurs de la demande en électricité et ainsi la consommation nationale diffèrent entre les trois scénarios. Cette disparité explique que le nombre de grandes installations (CCC) ou le volume des importations (dans les variantes d'offre E) varient en fonction des scénarios. En revanche, le développement des modes de production renouvelable reste aussi modéré quelle que soit la variante d'offre C. Dans les variantes d'offre C&E et E, la progression de la production renouvelable est renforcée.

Le Tableau 14 présente par le détail les trois variantes d'offre ainsi que la sensibilité 1 (aussi valable pour les deux autres scénarios) de la variante C&E du scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral». En 2050, la production d'électricité des CCC et des CCF (centrales fossiles dans les Tableau 14) atteint 21,7 TWh<sub>el</sub>/a dans la variante d'offre C, contre seulement 10,7 TWh<sub>el</sub>/a dans la variante C&E, cette dernière variante prévoyant un plus fort développement de la force hydraulique et des énergies renouvelables, ce qui réduit sa lacune de couverture par rapport à la variante C. Le développement de la production renouvelable atteint 10,25 TWh<sub>el</sub>/a en 2050 dans la variante d'offre C, alors que les variantes C&E et E, axées sur le développement soutenu des installations de production renouvelable, génèrent 24,22 TWh<sub>el</sub>/a. La prise en compte de l'initiative parlementaire 12.400 lors de l'analyse de sensibilité 1 de la variante C&E influence l'approvisionnement en électricité en 2020 et en 2035. Le plus fort développement du photovoltaïque accroît la production basée sur cette technologie au cours des années mentionnées, tout en réduisant simultanément en conséquence la production des centrales fossiles. Dans la variante E, le besoin de couverture restant est comblé par les importations. La demande d'électricité présente une augmentation entre 2010 et 2020 en raison du développement du pompage d'accumulation (la consommation nationale inclut en l'occurrence les pompes d'accumulation). Le développement des centrales à pompage-turbinage, qui équivaut à une puissance de l'ordre de 3500 MW<sub>el</sub> entraîne une augmentation de la consommation d'électricité. Les pompes d'accumulation consommeront 7,5 TWh<sub>el</sub>/a en 2050.

Tableau 14 Scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral», approvisionnement électrique pendant l'année hydrologique avec les variantes d'offre C, C&E et E, en TWh<sub>el</sub>/a.

	2000	2010	«Mesures politiques du Conseil fédéral»											
			Variante C			Variante C&E			Variante C&E, sensibilité 1			Variante E		
			2020	2035	2050	2020	2035	2050	2020	2035	2050	2020	2035	2050
<b>Force hydraulique</b>	<b>38,38</b>	<b>35,42</b>	<b>41,48</b>	<b>41,75</b>	<b>41,58</b>	<b>41,96</b>	<b>43,02</b>	<b>44,15</b>	<b>41,96</b>	<b>43,02</b>	<b>44,15</b>	<b>41,96</b>	<b>43,02</b>	<b>44,15</b>
Dont nouvelle			4,61	5,21	6,01	5,09	6,48	8,57	5,09	6,48	8,57	5,09	6,48	8,57
<b>Centrales nucléaires</b>	<b>24,73</b>	<b>25,13</b>	<b>21,68</b>			<b>21,68</b>			<b>21,68</b>			<b>21,68</b>		
<b>Centrales fossiles</b>	<b>1,79</b>	<b>2,18</b>	<b>3,94</b>	<b>22,29</b>	<b>21,65</b>	<b>3,13</b>	<b>15,21</b>	<b>10,65</b>	<b>3,13</b>	<b>13,69</b>	<b>10,65</b>	<b>3,13</b>	<b>3,58</b>	<b>3,45</b>
Centrales existantes	1,79	2,18	1,48	0,32		1,48	0,32		1,48	0,32		1,48	0,32	
Nouvelles CCC			0,97	19,05	18,54		11,63	7,20		10,11	7,20			
Nouvelles centrales fossiles CCF			1,49	2,92	3,11	1,65	3,26	3,45	1,65	3,26	3,45	1,65	3,26	3,45
<b>Energies renouvelables</b>	<b>0,81</b>	<b>1,38</b>	<b>2,37</b>	<b>6,13</b>	<b>10,25</b>	<b>3,68</b>	<b>11,94</b>	<b>24,22</b>	<b>4,42</b>	<b>14,53</b>	<b>24,22</b>	<b>3,68</b>	<b>11,94</b>	<b>24,22</b>
Dont nouvelles			1,45	6,03	10,25	2,77	11,84	24,22	3,51	14,43	24,22	2,77	11,84	24,22
<b>Production brute moyenne</b>	<b>65,71</b>	<b>64,11</b>	<b>69,47</b>	<b>70,17</b>	<b>73,48</b>	<b>70,45</b>	<b>70,17</b>	<b>79,02</b>	<b>71,19</b>	<b>71,24</b>	<b>79,02</b>	<b>70,45</b>	<b>58,54</b>	<b>71,82</b>
Consommation des pompes d'accumulation	2,22	2,56	7,54	7,54	7,54	7,54	7,54	7,54	7,54	7,54	7,54	7,54	7,54	7,54
<b>Production nette moyenne</b>	<b>63,49</b>	<b>61,55</b>	<b>61,93</b>	<b>62,63</b>	<b>65,94</b>	<b>62,91</b>	<b>62,63</b>	<b>71,48</b>	<b>63,65</b>	<b>63,69</b>	<b>71,48</b>	<b>62,91</b>	<b>51,00</b>	<b>64,28</b>
<b>Importations</b>	<b>18,72</b>	<b>17,24</b>	<b>10,06</b>	<b>2,61</b>	<b>0,00</b>	<b>10,06</b>	<b>2,61</b>	<b>0</b>	<b>10,06</b>	<b>2,61</b>	<b>0,00</b>	<b>10,06</b>	<b>14,24</b>	<b>7,20</b>
Droits de prélèvement existants	18,72	17,24	10,06	2,61		10,06	2,61		10,06	2,61		10,06	2,61	
Nouvelles importations													11,63	7,20
<b>Exportations</b>	<b>26,07</b>	<b>15,19</b>	<b>7,99</b>	<b>2,26</b>	<b>0,00</b>	<b>8,97</b>	<b>2,26</b>	<b>5,53</b>	<b>9,71</b>	<b>3,34</b>	<b>5,53</b>	<b>8,97</b>	<b>2,26</b>	<b>5,53</b>
Engagements de livraison	2,83	2,26	2,26	2,26		2,26	2,26		2,26	2,26		2,26	2,26	
Autres exportations	23,24	12,93	5,73			6,71	0,00	5,53	7,45	1,08	5,53	6,71	0,00	5,53
<b>Consommation nationale</b>	<b>56,14</b>	<b>63,60</b>	<b>64,00</b>	<b>62,98</b>	<b>65,95</b>	<b>64,00</b>	<b>62,98</b>	<b>65,95</b>	<b>64,00</b>	<b>62,98</b>	<b>65,95</b>	<b>64,00</b>	<b>62,98</b>	<b>65,95</b>

Variante C: fossile centralisée

C & E: fossile centralisée et renouvelable

E: renouvelable, la lacune d'électricité restante étant comblée par les importations

CCF: développement autonome jusqu'en 2050 dans toutes les variantes d'offre.

Source: Prognos, 2012

Le développement des installations de production renouvelable est présenté au Tableau 15 pour le scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral». Avec la variante d'offre C, qui prévoit un développement modéré de la production renouvelable, la production passe de 1,38 TWh<sub>el</sub>/a en 2010 à 10,25 TWh<sub>el</sub>/a. Plus de la moitié du développement concerne le photovoltaïque (cf. Tableau 15). A cela s'ajoute un développement de la production d'électricité au moyen de l'énergie éolienne, de la biomasse et du biogaz par la technologie du couplage chaleur-force (installations dites «couplée»). Dans les variantes d'offre C&E et E, de même que dans la sensibilité 1 de la variante C&E, qui prévoient un développement plus important de la production d'électricité d'origine renouvelable, la production photovoltaïque s'élève à 11,12 TWh<sub>el</sub>/a. La sensibilité 1 de la variante C&E, qui tient compte des effets de l'initiative parlementaire 12.400 d'ici à 2035, prévoit un accroissement plus marqué de la production électrique d'origine photovoltaïque que les variantes d'offre C&E et E. Les productions éolienne et géothermique présentent également une forte progression. Les potentiels de la production dite «couplée» sont eux aussi davantage exploités.

Tableau 15 Scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral», production électrique renouvelable pendant l'année hydrologique avec les variantes d'offre C, C&E et E, en TWh<sub>el</sub>/a.

	2000	2010	«Mesures politiques du Conseil fédéral»											
			Variante C			Variante C&E			Variante C&E, sensibilité 1			Variante E		
			2020	2035	2050	2020	2035	2050	2020	2035	2050	2020	2035	2050
<b>Production renouvelable totale</b>	<b>0,81</b>	<b>1,38</b>	<b>2,37</b>	<b>6,13</b>	<b>10,25</b>	<b>3,68</b>	<b>11,94</b>	<b>24,22</b>	<b>4,42</b>	<b>14,53</b>	<b>24,22</b>	<b>3,68</b>	<b>11,94</b>	<b>24,22</b>
<b>Non couplée</b>	<b>0,01</b>	<b>0,12</b>	<b>0,58</b>	<b>3,69</b>	<b>7,75</b>	<b>1,37</b>	<b>7,63</b>	<b>19,77</b>	<b>2,11</b>	<b>10,22</b>	<b>19,77</b>	<b>1,37</b>	<b>7,63</b>	<b>19,77</b>
Photovoltaïque	0,01	0,08	0,34	2,52	5,92	0,52	4,44	11,12	1,26	7,03	11,12	0,52	4,44	11,12
Energie éolienne	0,00	0,04	0,14	0,77	1,41	0,66	1,76	4,26	0,66	1,76	4,26	0,66	1,76	4,26
Biomasse (gaz de bois)														
Géothermie			0,10	0,39	0,42	0,20	1,43	4,39	0,20	1,43	4,39	0,20	1,43	4,39
<b>Couplée</b>	<b>0,80</b>	<b>1,26</b>	<b>1,79</b>	<b>2,44</b>	<b>2,50</b>	<b>2,31</b>	<b>4,31</b>	<b>4,46</b>	<b>2,31</b>	<b>4,31</b>	<b>4,46</b>	<b>2,31</b>	<b>4,31</b>	<b>4,46</b>
Biomasse (bois)	0,01	0,14	0,42	0,65	0,68	0,6	1,21	1,24	0,59	1,21	1,24	0,60	1,21	1,24
Biogaz	0,01	0,08	0,26	0,51	0,53	0,46	1,48	1,58	0,46	1,48	1,58	0,46	1,48	1,58
STEP	0,09	0,12	0,16	0,29	0,30	0,16	0,29	0,30	0,16	0,29	0,30	0,16	0,29	0,30
UIOM (50% d'ER)	0,63	0,92	0,94	0,98	0,99	1,10	1,32	1,33	1,10	1,32	1,33	1,10	1,32	1,33
Gaz de décharge	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Variante C: fossile centralisée

C & E: fossile centralisée et renouvelable

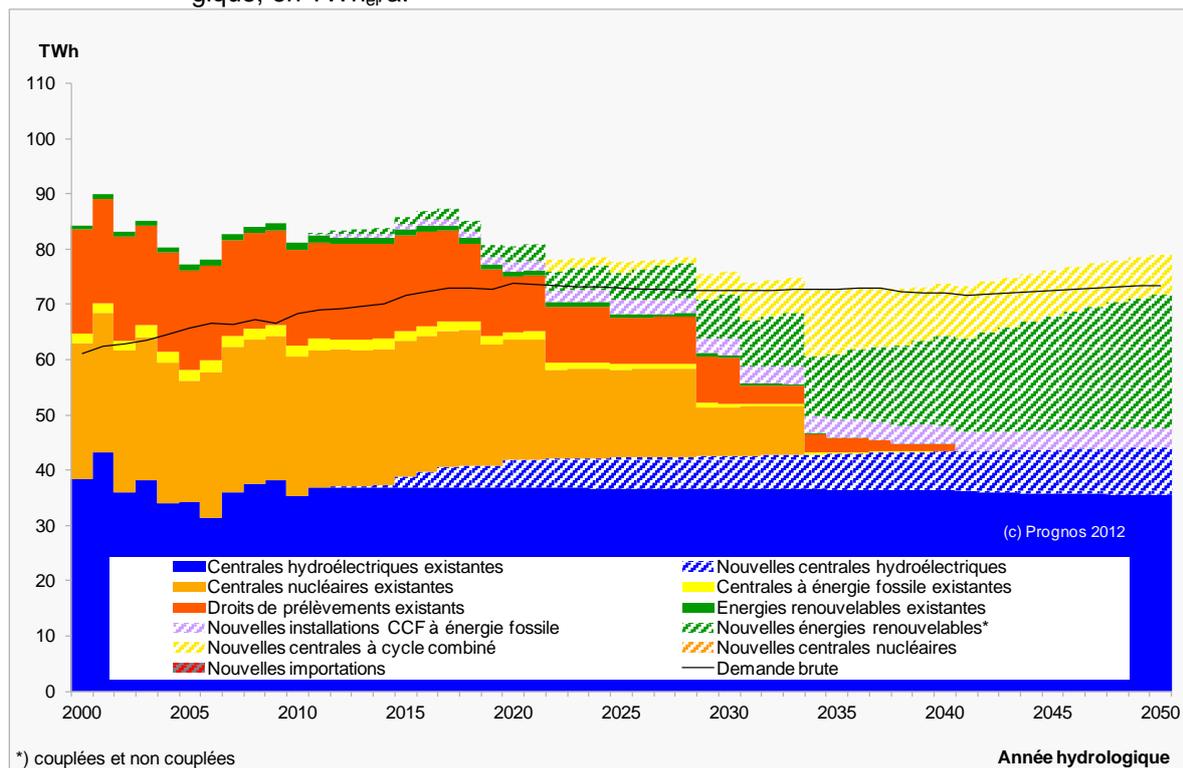
E: renouvelable, la lacune d'électricité restante étant comblée par les importations

CCF: développement autonome jusqu'en 2050 dans toutes les variantes d'offre.

Source: Prognos, 2012

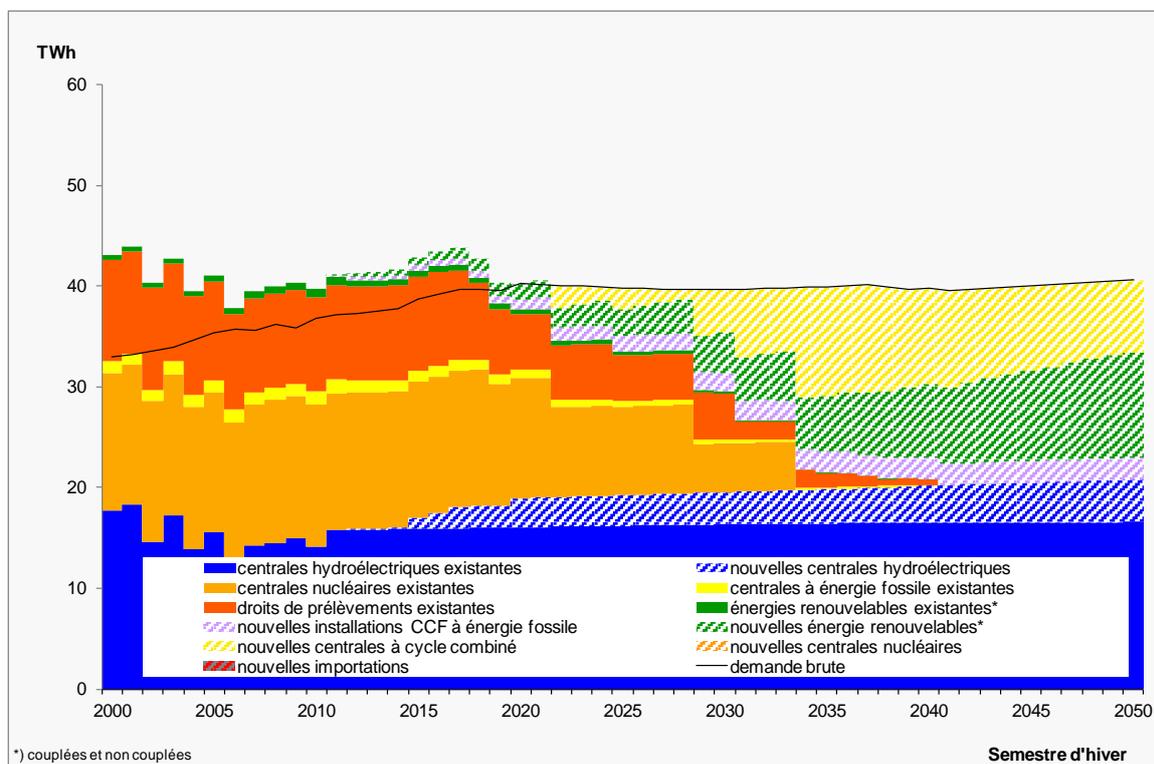
Le scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral», variante d'offre C&E, présente un excédent de production sur l'année hydrologique. Cette situation résulte des surproductions qui, durant les années précédant de peu la mise hors service des centrales nucléaires et, à partir de 2040, en raison du fort développement de la production photovoltaïque et de l'injection prioritaire d'électricité postulés, ne seront absorbées ni par la réduction de puissance d'autres centrales ni par le stockage de l'énergie produite. Pour l'essentiel, les centrales à cycles combinés alimentées au gaz ne fonctionneront pas durant le semestre d'été. En hiver, par contre, la demande est plus élevée qu'en été et, en raison des conditions météorologiques, les installations photovoltaïques et les centrales au fil de l'eau produisent nettement moins. C'est pourquoi, en hiver, les CCC devront fonctionner chaque année, même en 2049, avec un nombre d'heures à pleine charge relativement élevé pour garantir l'approvisionnement. L'année hydrologique bouclera toutefois avec des excédents (cf. graphique 10).

Graphique 10 Scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral», variante d'offre C&E, année hydrologique, en TWh<sub>el</sub>/a.



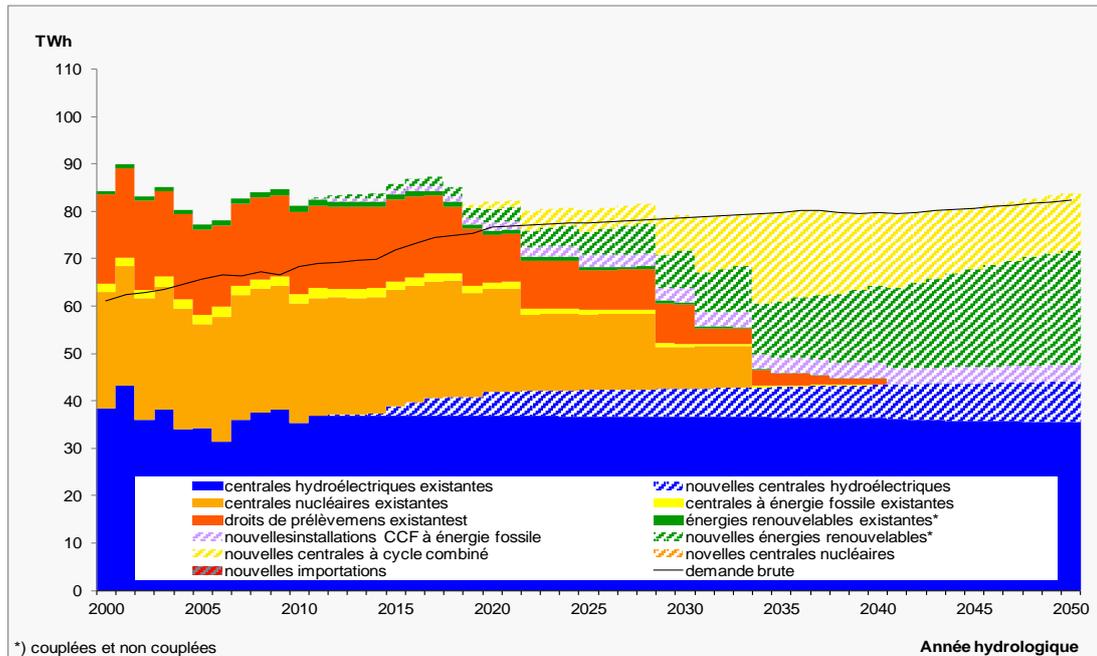
Au semestre d'hiver, la demande (représentée ici par la consommation nationale) est juste couverte (cf. Graphique 11). Les centrales à gaz à cycles combinés sont exploitées de manière à couvrir la consommation nationale. La production de l'année entière est axée sur cette demande hivernale supplémentaire (qui est liée à un besoin accru de puissance).

Graphique 11 Scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral», variante d'offre C&E, semestre d'hiver, en TWh<sub>el</sub>/a.



Dans le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle», la demande électrique plus élevée induit une consommation nationale supérieure au scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral» (cf. Graphique 12). Comme la production renouvelable est développée dans la même mesure (variante d'offre C&E) qu'avec le scénario «Mesures de politiques du Conseil fédéral», les CCC doivent produire dans ce scénario davantage d'électricité pour couvrir la demande. En raison du développement des énergies renouvelables, on observe de nouveau, vers 2050, une baisse du nombre d'heures de production des CCC nécessaires à couvrir la demande indigène.

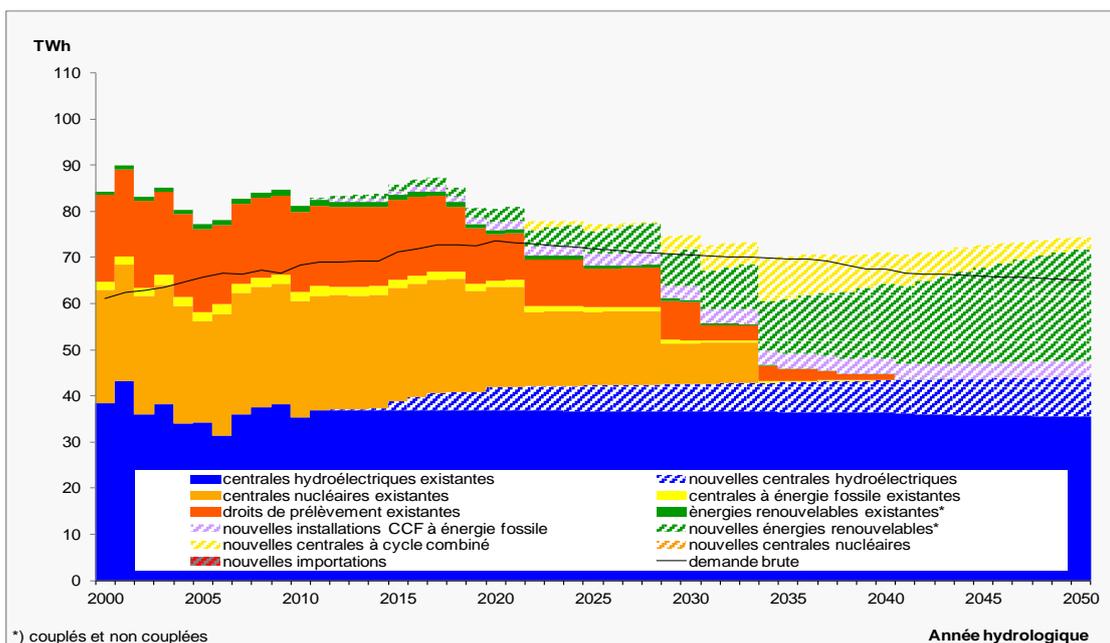
Graphique 12 Scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle», variante d'offre C&E, année hydrologique, en TWh<sub>e</sub>/a.



Source : Prognos 2012

La plus faible consommation nationale des trois scénarios étudiés apparaît dans le scénario «Nouvelle politique énergétique», car la demande électrique des secteurs économiques y est la plus basse (cf. Graphique 13). La consommation nationale augmente jusqu'en 2020 en raison du développement du pompage-turbinage.

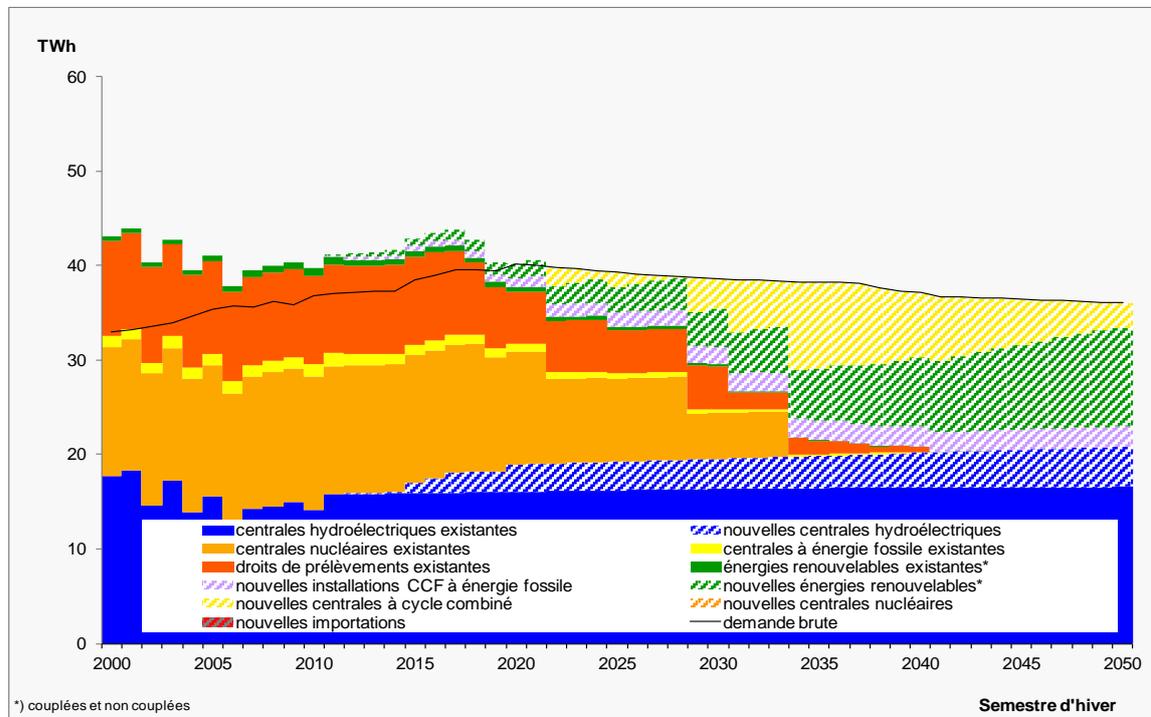
Graphique 13 Scénario «Nouvelle politique énergétique», variante d'offre C&E, année hydrologique, en TWh<sub>e</sub>/a.



Source : Prognos 2012

La consommation nationale diminue à partir de 2020. Vers 2050, la production des CCC baissent nettement. Mais il faut, au semestre d'hiver, de l'électricité produite par les CCC durant toute la période d'observation (cf. Graphique 14), dans la mesure où – c'est le cas dans la variante d'offre C&E – la lacune de couverture restante doit être comblée par les CCC.

Graphique 14 Scénario «Nouvelle politique énergétique», variante d'offre C&E, semestre d'hiver, en TWh<sub>el</sub>/a.



Source : Prognos 2012

## 7. Sécurité d'approvisionnement

Nous discutons ci-après deux indicateurs qui présentent d'importants aspects du développement de la sécurité d'approvisionnement: la dépendance de l'étranger et la structure des agents énergétiques au niveau de la consommation énergétique brute.

### 7.1 Dépendance de l'étranger

La dépendance de l'étranger correspond à la part importée des produits énergétiques pour l'ensemble de la demande. Cette approche tient compte, par exemple, des combustibles nucléaires et de l'utilisation de la force hydraulique, mais non pas de l'électricité produite en y recourant. En revanche, les importations dont il est fait état comportent les importations d'électricité.

Dans tous les scénarios, on assiste à un repli de la consommation énergétique, y compris de la consommation liée à la production électrique, grâce aux progrès technologiques et à l'amélioration de l'efficacité. Le recul des importations est encore plus marqué, car la part des énergies renouvelables produites en Suisse augmente. De ce fait, la dépendance de l'étranger pour l'approvisionnement énergétique diminue globalement au fil du temps dans les trois scénarios même si, dans le domaine électrique, il faut s'attendre – à tout le moins au gré des fluctuations saisonnières – à ce qu'il soit nécessaire d'importer davantage d'électricité ou de gaz destiné à la production électrique. S'agissant du niveau de dépendance envers l'étranger, il est pratiquement indifférent que l'on importe de l'électricité ou du gaz pour produire de l'électricité. En ce qui concerne l'offre électrique, les centrales nucléaires, dont le rendement est faible, seront remplacées par des énergies renouvelables domestiques, par des CCC hautement efficaces ou par des importations d'électricité.

Tableau 16 Consommation finale d'énergie, consommation nécessaire à la production électrique, importations et parts d'importation dans les scénarios «Poursuite de la politique énergétique actuelle», «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique», en PJ ou en pour-cent.

	2000	2010	2020			2035			2050		
			Var C	Var C&E	Var E	Var C	Var C&E	Var E	Var C	Var C&E	Var E
<b>Consommation brute d'énergie, en PJ</b>											
«Poursuite de la politique énergétique actuelle»	1050	1093	1026	1034		852	854		803	793	
«Mesures politiques du Conseil fédéral»	1050	1093	1008	1017	1017	771	773	706	692	704	662
«Nouvelle politique énergétique»	1050	1093	975	984	984	673	678	625	556	589	574
<b>Importe in PJ</b>											
«Poursuite de la politique énergétique actuelle»	808	864	777	767		569	526		501	408	
«Mesures politiques du Conseil fédéral»	808	864	755	745	745	486	443	417	388	303	287
«Nouvelle politique énergétique»	808	864	720	711	711	387	345	325	247	169	164
<b>Parts d'importation dans la consommation brute d'énergie, en %</b>											
«Poursuite de la politique énergétique actuelle»	77	79	76	74		67	62		62	51	
«Mesures politiques du Conseil fédéral»	77	79	75	73	73	63	57	59	56	43	43
«Nouvelle politique énergétique»	77	79	74	72	72	58	51	52	44	29	29

Variantes: C: fossile centralisée  
C & E: fossile centralisée et renouvelable  
E: renouvelable, la lacune d'électricité restante étant comblée par les importations

Source: Prognos, 2012

## 7.2 Diversification des agents énergétiques

Les parts des agents énergétiques ou des groupes d'agents énergétiques en 2000 et en 2050 présentent une baisse sensible des carburants fossiles dans tous les scénarios (cf. Tableau 17, partie inférieure). Par contre, la part du gaz (gaz naturel), utilisé pour la production d'électricité, augmente dans les variantes d'offre C et C&E. En chiffres absolus (en PJ), la consommation de gaz ou d'autres combustibles fossiles destinée à la production électrique est supérieure à son niveau de 2000 dans les variantes d'offre C et C&E des scénarios «Poursuite de la politique énergétique actuelle» et «Mesures politiques du Conseil fédéral». La production électrique hydraulique, y compris le pompage-turbinage, augmente nettement, tant en chiffres absolus qu'en proportion de la production électrique totale. Les autres agents énergétiques comprennent les déchets (part non renouvelable des déchets communaux, déchets industriels), la chaleur produite avec le gaz d'épuration et la chaleur ambiante injectée dans les réseaux de chaleur à distance.

Tableau 17 Diversification des agents énergétiques dans les scénarios «Poursuite de la politique énergétique actuelle», «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique», en PJ ou en pour-cent.

Agents énergétiques	2000	2050							
		PPA		PCF			NPE		
		Var C	Var C&E	Var C	Var C&E	Var E	Var C	Var C&E	Var E
<b>Consommation, en PJ</b>									
Mazout/carburants	442	201	201	141	141	141	57	57	57
Gaz/agents fossiles pour la prod. électrique	101	268	181	199	134	92	132	88	73
Chaleur renouvelable	39	94	94	94	94	94	98	98	98
Carburants renouvelables	0	5	5	19	19	19	40	40	40
Solde d'électricité importée	0	0	0	0	0	6	0	0	0
Combustibles nucléaires	262	0	0	0	0	0	0	0	0
Force hydraulique	138	150	159	150	159	159	150	159	159
Electricité produite avec les autres ER	23	67	136	67	136	136	67	136	136
Autres	70	20	25	23	42	16	14	46	36
Consommation brute d'énergie	1075	805	801	693	725	663	558	624	599
<b>Parts, en pour-cent</b>									
Mazout/carburants	42%	25%	25%	20%	20%	21%	10%	10%	10%
Gaz/agents fossiles pour la prod. électrique	10%	33%	23%	29%	19%	14%	24%	15%	13%
Chaleur renouvelable	4%	12%	12%	14%	13%	14%	18%	17%	17%
Carburants renouvelables	0%	1%	1%	3%	3%	3%	7%	7%	7%
Solde d'électricité importée	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%
Combustibles nucléaires	25%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Force hydraulique	13%	19%	20%	22%	23%	24%	27%	27%	28%
Electricité produite avec les autres ER	2%	8%	17%	10%	19%	21%	12%	23%	24%
Autres	7%	2%	3%	3%	6%	2%	3%	8%	6%
Consommation brute d'énergie	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

PPA: «Poursuite de la politique énergétique actuelle»

PCF: «Mesures politiques du Conseil fédéral»

NPE: «Nouvelle politique énergétique»

Variantes: C: fossile centralisée

C & E: fossile centralisée et renouvelable

E: renouvelable, la lacune d'électricité restante étant comblée par les importations

Source: Prognos, 2012

## 8. Emissions totales de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie, valeurs absolues et par habitant

Le total des émissions de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie se compose des émissions liées à la demande et de celles liées à l'offre. L'exemple du scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral», variante d'offre C&E, présenté au Tableau 18, montre la structure de la demande et de l'offre d'énergies fossiles. D'une part, la demande d'agents énergétiques fossiles baisse déjà jusqu'en 2020 (cf. chapitre 5). D'autre part, le développement des CCC (et du CCF) entraîne des besoins supplémentaires en gaz naturel. Le besoin maximal apparaît dans les années suivant la mise hors service de la dernière centrale nucléaire (2034). Toutefois, le développement de la production électrique renouvelable a pour effet de réduire continuellement la production nécessaire d'électricité au moyen des CCC. De ce fait, la demande de gaz naturel diminue également entre 2035 et 2050. Malgré le développement de la production électrique thermique fossile, la consommation nationale (demande des secteurs économiques et production électrique) recule déjà en 2020 par rapport à 2010.

Tableau 18 Agents énergétiques fossiles dans les scénarios «Poursuite de la politique énergétique actuelle», «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique»: demande énergétique et variante d'offre C&E.

Agents énergétiques	2000	2010	2020			2035			2050		
			PPA	PCF	NPE	PPA	PCF	NPE	PPA	PCF	NPE
<b>Demande énergétique finale d'agents énergétiques fossiles</b>											
<b>Total</b>	<b>552,6</b>	<b>568,9</b>	<b>489,0</b>	<b>463,7</b>	<b>417,0</b>	<b>381,6</b>	<b>319,5</b>	<b>221,9</b>	<b>310,9</b>	<b>233,2</b>	<b>121,8</b>
Dont produits pétroliers	212,8	198,2	137,8	135,4	126,8	81,2	71,0	49,5	53,0	41,6	22,5
Dont gaz naturel	87,0	108,2	111,3	107,4	104,0	103,2	88,2	76,0	87,7	70,0	50,9
<b>Agents énergétiques fossiles, variante d'offre C&amp;E</b>											
Huiles minérales	2,9	2,2	2,7	2,7	2,7	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
Gaz naturel	10,9	11,6	28,2	18,7	18,7	129,2	87,9	73,5	89,2	60,7	33,7

PPA: «Poursuite de la politique énergétique actuelle»

PCF: «Mesures politiques du Conseil fédéral»

NPE: «Nouvelle politique énergétique»

Source: Prognos, 2012

En 2050, dans la variante politique «Mesures politiques du Conseil fédéral» et selon la variante d'offre, les émissions totales de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie au sens de la loi sur le CO<sub>2</sub> (demande, transformation et différence statistique) se situent entre 17,3 et 23,2 millions de tonnes (cf. Tableau 19).

Tableau 19 Emissions totales de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie, au sens de la loi sur le CO<sub>2</sub>, en millions de tonnes, taux de modification en pour-cent ( $\Delta$  %).

Variantes d'offre	2000	2010	2020			2035			2050		
			PPA	PCF	NPE	PPA	PCF	NPE	PPA	PCF	NPE
<b>Var. C</b>	40,8	41,5	36,4	34,3	30,8	36,1	29,7	21,5	31,4	23,2	12,4
<b>Var. C&amp;E</b>	40,8	41,5	36,1	34,0	30,5	33,7	27,3	19,3	26,6	19,6	10,0
<b>Var. E</b>	40,8	41,5		34,0	30,5		23,6	16,4		17,3	9,2
<b>Modification en % par rapport à 2000</b>											
<b>Var. C</b>		1,7	-10,8	-15,9	-24,5	-11,5	-27,2	-47,3	-23,0	-43,1	-69,6
<b>Var. C&amp;E</b>		1,7	-11,5	-16,7	-25,2	-17,4	-33,1	-52,7	-34,8	-52,0	-75,5
<b>Var. E</b>		1,7		-16,7	-25,2		-42,2	-59,8		-57,6	-77,5
<b>Modification en % par rapport à 2010</b>											
<b>Var. C</b>			-12,3	-17,3	-25,8	-13,0	-28,4	-48,2	-24,3	-44,1	-70,1
<b>Var. C&amp;E</b>			-13,0	-18,1	-26,5	-18,8	-34,2	-53,5	-35,9	-52,8	-75,9
<b>Var. E</b>				-18,1	-26,5		-43,1	-60,5		-58,3	-77,8

PPA: «Poursuite de la politique énergétique actuelle»

PCF: «Mesures politiques du Conseil fédéral»

NPE: «Nouvelle politique énergétique»

Variantes: C: fossile centralisée

C & E: fossile centralisée et renouvelable

E: renouvelable, la lacune d'électricité restante étant comblée par les importations

Source: Prognos, 2012

Comparativement à 2000, le recul des émissions de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie oscille entre 43,1 % et 57,6 % dans le scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral». Même dans le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle», la baisse de la demande d'agents énergétiques fossiles parvient à surcompenser dès 2020 l'augmentation de la consommation destinée à produire de l'électricité avec des agents énergétiques fossiles. En 2050, dans le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle», les émissions de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie se situent entre 23,0 % et 34,8 %, soit en dessous des valeurs de 2000.

Dans la variante de politique «Nouvelle politique énergétique», les émissions totales de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie sont comprises entre 9,2 et 12,4 millions de tonnes en 2050. Dans ce scénario, la diminution des émissions de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie est comprise entre 69,6 % et 77,5 % par rapport à l'année 2000.

Les émissions de CO<sub>2</sub> au sens de la loi sur le CO<sub>2</sub>, exprimées en tonnes de CO<sub>2</sub> par habitant, suivent la même logique que les émissions de CO<sub>2</sub> en valeurs absolues. Des différences apparaissent selon la combinaison de l'offre choisie. Le Tableau 20 présente, structurées par variantes d'offre et par variantes de politique, les émissions totales de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie au sens de la loi sur le CO<sub>2</sub>, par habitant. Dans la variante de politique «Mesures politiques du Conseil fédéral», les émissions totales de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie se situent entre 1,9 et 2,6 tonnes par tête en 2050, c'est-à-dire entre 54,6 % et 66,2 % en dessous de leur niveau de 2000. Dans le scénario «Poursuite de la politique actuelle», les émissions totales de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie sont, au sens de la loi sur le CO<sub>2</sub>, comprises entre 2,9 et 3,5 tonnes par habitant en 2050. Leur baisse est ainsi de 38,6 % à 48,0 % par rapport à l'année 2000. Dans la variante de politique «Nouvelle politique énergétique», les émissions totales de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie, au sens de la loi sur le CO<sub>2</sub>, oscillent entre 1,0 et 1,4 tonne par habitant en 2050. Ainsi, la diminution des émissions totales de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie, au sens de la loi sur le CO<sub>2</sub>, se situe entre 75,8 % et 82,0 % par rapport à l'année 2000.

Tableau 20 Emissions totales de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie, au sens de la loi sur le CO<sub>2</sub>, en tonnes de CO<sub>2</sub> par habitant, taux de modification en pour-cent ( $\Delta$  %).

Variantes d'offre	2000	2010	2020			2035			2050		
			PPA	PCF	NPE	PPA	PCF	NPE	PPA	PCF	NPE
Var. C	5,7	5,3	4,3	4,1	3,7	4,1	3,3	2,4	3,5	2,6	1,4
Var. C&E	5,7	5,3	4,3	4,0	3,6	3,8	3,1	2,2	2,9	2,2	1,1
Var. E	5,7	5,3		4,0	3,6		2,7	1,8		1,9	1,0
<b>Modification en % par rapport à 2000</b>											
Var. C		-6,9	-23,8	-28,2	-35,5	-28,2	-40,9	-57,3	-38,6	-54,6	-75,8
Var. C&E		-6,9	-24,4	-28,8	-36,1	-33,0	-45,7	-61,6	-48,0	-61,7	-80,5
Var. E		-6,9		-28,8	-36,1		-53,1	-67,4		-66,2	-82,0
<b>Modification en % par rapport à 2010</b>											
Var. C			-18,1	-22,8	-30,7	-22,9	-36,5	-54,1	-34,0	-51,3	-74,0
Var. C&E			-18,8	-23,5	-31,4	-28,0	-41,7	-58,8	-44,1	-58,8	-79,0
Var. E				-23,5	-31,4		-49,6	-65,0		-63,7	-80,7

PPA: «Poursuite de la politique énergétique actuelle»

PCF: «Mesures politiques du Conseil fédéral»

NPE: «Nouvelle politique énergétique»

Variantes: C: fossile centralisée

C & E: fossile centralisée et renouvelable

E: renouvelable, la lacune d'électricité restante étant comblée par les importations

Source: Prognos, 2012

## 9. Coûts du parc de centrales, de la production électrique, du réseau et coûts macroéconomiques directs

### 9.1 Valeur actualisée des coûts totaux

Le Tableau 21 présente la valeur actualisée des coûts totaux (installations et coûts d'exploitation annuels) du parc actuel et du supplémentaire construit entre 2010 et 2050, en fonction des variantes de politique<sup>2</sup>. Les capacités supplémentaires réglables seront utilisées de manière à tout juste couvrir la deman-

<sup>2</sup> La méthode de calcul des coûts utilisée est décrite au tome 4 des Perspectives énergétiques 2035 (Exkurse der Energieperspektiven 2035, Exkurs 9: «Methoden der Kostenberechnung»), [www.energieperspektiven.ch](http://www.energieperspektiven.ch).

de domestique. En d'autres termes, les installations concernées ne produiront pas en fonction de leur durée d'exploitation annuel optimal, mais selon la demande nationale. On renoncera donc aux exportations, mais ce sera au bénéfice de la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie. Autrement dit, il appartiendra aux exploitants de décider s'ils veulent exporter en sus ou non, cette décision dépendant de la situation du marché européen. Au total, le parc de centrales existant générera des coûts pour 126 milliards de CHF (cf. Tableau 21, effectif net). Ces coûts surviendront quelle que soit la variante d'offre retenue et quel que soit le scénario choisi. En revanche, les coûts des capacités supplémentaires diffèrent. Le Tableau 21 présente les coûts des installations supplémentaires, y compris le coût des crédits attribués pour l'exploitation des rejets de chaleur. Ces crédits doivent être comptabilisés en cas de production couplée d'électricité et de chaleur. Les coûts qui seraient causés par la consommation de combustibles et, le cas échéant, par une chaudière de pointe en cas de production d'électricité et de chaleur séparée, seront évités si l'on choisit une production couplée (CCF). Ces coûts évités sont crédités aux installations CCF. Le coût net du développement de capacités supplémentaires tient compte de ces crédits.

Tableau 21 Valeur actualisée des coûts totaux, effectifs existants et développement, valeurs réelles sur la base des prix de 2010, en milliards de CHF.

	Valeur actualisée des coûts totaux de 2010 à 2050									
	PPA			PCF				NPE		
	C	C&E	E	C	C&E	C&E, sens. 1	E	C	C&E	E
<b>Centrales hydroélectriques</b>	96	98		96	98	98	98	96	98	98
<b>Centrales nucléaires</b>	21	21		21	21	21	21	21	21	21
<b>Centrales thermiques conventionnelles</b>	39	24		26	14	13	0	25	13	0
<b>Installations CCF fossiles</b>	9	9		9	9	9	9	10	10	10
<b>ER avec CCF</b>	10	18		10	18	18	18	9	18	18
<b>ER</b>	6	13		6	13	17	13	6	13	13
<b>UIOM</b>	4	4		4	4	4	4	4	4	4
<b>Importations</b>	13	13		13	13	13	26	13	13	22
<b>Coûts totaux nets sans les crédits d'exploitation des rejets thermiques</b>	<b>197</b>	<b>201</b>		<b>185</b>	<b>191</b>	193	<b>190</b>	<b>185</b>	<b>190</b>	<b>186</b>
<i>Dont: développement net sans les crédits d'exploitation des rejets thermiques</i>	72	75		59	66	67	64	59	64	60
<i>Dont: effectifs nets sans les crédits d'exploitation des rejets thermiques</i>	126	126		126	126	126	126	126	126	126
Crédits d'exploitation des rejets thermiques	11	13		11	13	14	13	11	14	14
<b>Coûts totaux bruts</b>	<b>208</b>	<b>215</b>		<b>196</b>	<b>205</b>	<b>208</b>	<b>203</b>	<b>196</b>	<b>205</b>	<b>200</b>

PPA: «Poursuite de la politique énergétique actuelle»

PCF: «Mesures politiques du Conseil fédéral»

NPE: «Nouvelle politique énergétique»

Variantes: C: fossile centralisée

C & E: fossile centralisée et renouvelable

E: renouvelable, la lacune d'électricité restante étant comblée par les importations

CCF: développement autonome jusqu'en 2050 dans toutes les variantes d'offre.

Source: Prognos, 2012, 2013

Avec la variante de politique «Mesures politiques du Conseil fédéral», la variante C (CCC) présente le total de coûts le plus bas en valeur actualisée. Le développement renforcé des énergies renouvelables se reflète dans les variantes d'offre C&E et E de même que dans la sensibilité 1 de la variante C&E. Dans cette dernière, les coûts totaux sont légèrement supérieurs à ceux de la variante C&E. La prise en compte des mesures découlant de l'initiative parlementaire 12.400 entraîne un développement plus soutenu jusqu'en 2035 (cf. annexe 1 du résumé). La variante de politique «Poursuite de la politique énergétique actuelle» présente des coûts supérieurs, car une demande plus élevée entraîne une production plus forte. Pour la même raison, la valeur actualisée des coûts totaux du scénario «Nouvelle politique énergéti-

que» est inférieure, en comparaison directe entre les variantes d'offre (cf. p. ex. la variante d'offre C&E dans les trois scénarios).

## 9.2 Coûts de réseau

Les coûts sont de quelque 2 milliards de francs pour le développement du réseau de transport actuel, dans le cadre du Réseau stratégique 2015 décidé dès 2009 par le Conseil fédéral, et pour le développement futur de ce réseau en vue du Réseau stratégique 2020. Ces coûts surviendront indépendamment de la Stratégie énergétique 2050. Pour celle-ci, il faut prévoir en sus, d'ici à 2050, des coûts compris entre 0,4 et 0,7 milliard de francs selon la variante d'offre choisie. S'y ajoutent des coûts d'aménagement de réseau de 3,9 à 12,6 milliards de francs, nécessaires pour le réseau de distribution en raison du développement renforcé de la production décentralisée. Le cumul des coûts pour le Réseau stratégique 2020 et des coûts engendrés par la Stratégie énergétique 2050 sur les réseaux de transport et de distribution seront compris entre 6,3 et 15,3 milliards de francs en 2050. Cette liste de coûts ne comprend pas les coûts annuels courants, d'environ un milliard de francs, pour l'entretien et le renouvellement nécessaire de l'ensemble du réseau actuel (ces coûts surviendront indépendamment des aménagements prévus).

## 9.3 Comparaison des coûts macroéconomiques directs

Les coûts macroéconomiques directs des scénarios «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique» sont comparés à ceux du scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle», variante d'offre C. A cet effet sont présentées les différences d'investissement nécessaires pour mettre en œuvre les mesures du scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral» ou pour atteindre les objectifs du scénario «Nouvelle politique énergétique». Les coûts comprennent des forfaits pour les coûts de transaction, bien que ceux-ci ne constituent pas des investissements au sens strict. Les investissements directs correspondent aux coûts d'investissement annualisés, dont la valeur actualisée est calculée avec un taux d'intérêt macroéconomique sur la durée de vie technique, sous déduction des économies découlant de la diminution des importations d'énergie. L'optique de la comparaison des coûts n'est pas microéconomique (ce n'est pas celle d'un investisseur), mais macroéconomique. Pour permettre la comparaison directe des coûts qui surviendront à divers moments dans le futur, on calcule leur valeur actualisée sur la base du taux d'intérêt macroéconomique. Cette valeur indique le montant qui devrait être investi aujourd'hui au taux d'intérêt macroéconomique pour pouvoir réaliser les investissements à l'avenir.

Un investissement survient à un moment déterminé. Les réductions de la consommation énergétique induites par un investissement se répartissent généralement sur plusieurs années. Pour que les coûts et les économies se rapportent à la même période, le montant d'investissement est converti en annuités et réparti en tranches égales sur la durée de vie de l'investissement. La taxe sur la valeur ajoutée n'est pas prise en compte, puisqu'il s'agit de coûts macroéconomiques directs. La durée de vie n'est pas la même pour tous les biens: elle varie selon l'objet de l'investissement (p. ex. 20 ans pour les installations de chauffage, 35 ans pour les enveloppes de bâtiment).

Pour calculer les différences de coûts, on considère d'une part les écarts de coûts entre les investissements qui découlent de standards différents et les investissements dans les infrastructures de transport (infrastructures de recharge pour les véhicules électriques). D'autre part, on calcule les coûts économisés sur les importations d'énergie. Quant à la production d'électricité, on établit le solde, en fonction des variantes d'offre, entre les coûts totaux du parc de centrales (investissements et coûts de combustible) ou les coûts d'importation (variante E) et les économies réalisées sur les importations d'énergie qui surviendraient dans le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle», variante C.

Si des mesures politiques concrètes ont été évaluées pour le scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral», le scénario «Nouvelle politique énergétique» postule un environnement global modifié, caractérisé par une accélération du développement des technologies d'efficacité et de l'utilisation des énergies renouvelables, tout en tablant aussi sur les technologies actuellement connues. C'est pourquoi l'évolution des prix y est soumise à de plus grandes incertitudes. L'estimation des investissements, à l'instar de l'évaluation par scénarios, n'escompte pas de rupture technologique ni de changement subit des coûts. De ce fait, il faut considérer que les coûts appliqués sont plutôt élevés et que les économies envisagées sont plutôt basses.

### 9.3.1 Investissements supplémentaires des secteurs économiques dans les scénarios «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique» par rapport au scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle»

Les investissements supplémentaires des secteurs économiques sont résumés au Tableau 22. Ce tableau comprend aussi les coûts de transaction, tels que ceux de SuisseEnergie, par exemple. Ces coûts de transaction sont de 50 millions de francs par an dans le scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral» et de 100 millions de francs par an dans le scénario «Nouvelle politique énergétique». La valeur actualisée des coûts totaux pour la période 2010-2050 est d'environ 47 milliards de francs pour le scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral» et d'environ 89 milliards de francs pour le scénario «Nouvelle politique énergétique».

L'annexe 2, section 3, du résumé présente et discute le détail des investissements supplémentaires des divers secteurs.

Tableau 22 Investissements supplémentaires par secteurs dans les scénarios «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique» par rapport au scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle» (en millions de CHF).

Différences de coûts En millions de CHF	2010	2020		2035		2050		Total cumulé 2010-2050		Valeur actualisée 2010-2050	
		PCF	NPE	PCF	NPE	PCF	NPE	PCF	NPE	PCF	NPE
Ménages privés	0	145	317	938	2133	1445	3812	27167	65052	13989	33174
Industries et services	0	572	978	1031	2162	1048	2118	31315	62250	18069	35465
Transports	0	472	669	913	1125	468	648	24252	30986	14039	18047
Coûts de transaction	50	50	100	50	100	50	100	1950	3750	1255	2364
Investissements supplémentaires	50	1239	2064	2932	5520	3011	6678	84684	162038	47352	89050

PCF: «Mesures politiques du Conseil fédéral»  
NPE: Nouvelle politique énergétique»

Source: Prognos, 2012

### 9.3.2 Economies sur les importations d'agents énergétiques et solde des réductions et des suppléments de coûts du parc de centrales dans les scénarios «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique» par rapport au scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle»

Les investissements dans les secteurs (pour les détails, cf. annexe 2, chapitre 3) ont pour effet que la demande énergétique et la demande électrique des secteurs sont inférieures à celles prévues dans le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle», ce qui entraîne une diminution des importations d'agents énergétiques fossiles (mazout, autres huiles de chauffage, charbon, gaz, essence, diesel employés directement comme combustibles et carburants) pour la consommation énergétique des secteurs économiques, mais aussi une baisse des importations d'énergie pour la production électrique. Comme nous adoptons en l'occurrence une perspective macroéconomique «territoriale», les coûts ne comprennent que la simple charge des importations de l'économie nationale, sans les effets internes supplémentaires de répartition tels que les impôts ou le «centime climatique». On a adopté pour les divers scénarios le prix prévu dans le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle», puisque les différences de coûts ont été calculées par rapport à ce scénario de référence. Quant aux biocarburants, qui concernent surtout le scénario «Nouvelle politique énergétique», le calcul des coûts repose sur le prix du diesel.

#### Economies sur les importations d'agents énergétiques destinées à couvrir la demande énergétique

Par rapport au scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle», les investissements dans l'efficacité énergétique, respectivement le développement des énergies renouvelables permettent de réduire les importations destinées à la production de chaleur. Le Tableau 23 présente les économies annuelles et la somme des économies ainsi réalisées durant la période 2010-2050.

Tableau 23 Economies par agents énergétiques dans les scénarios «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique», par rapport au scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle», en PJ.

Economies en PJ	2010	2020		2035		2050		2010-2050	
		PCF	NPE	PCF	NPE	PCF	NPE	PCF	NPE
Electricité	0	-10	-11	-24	-34	-29	-58	-708	-1095
Mazout	0	-2	-11	-10	-31	-11	-29	-282	-862
Gaz	0	-4	-7	-15	-27	-18	-37	-432	-808
Charbon	0	0	-1	0	-3	0	-3	1	-74
Essence	0	-9	-25	-15	-39	-18	-44	-494	-1260
Diesel	0	-11	-28	-24	-57	-30	-69	-737	-1764
Biocarburants	0	0	28	0	34	0	36	0	1156

PCF: «Mesures politiques du Conseil fédéral»

Source: Prognos, 2012

NPE: «Nouvelle politique énergétique»

Les prix à l'importation, déterminants pour estimer les diminutions de coûts, découlent des prix du marché mondial du scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle», qui constitue la base de l'approche par différences des coûts. Outre les importants éléments que sont les prix du marché mondial (cf. section 3.3), les prix à l'importation comportent les coûts de transformation (carburants) et les coûts de transport. Le Tableau 24 présente, par agents énergétiques, les prix à l'importation utilisés pour les calculs.

Tableau 24: Prix à l'importation par agents énergétiques dans le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle», en CHF par tonne (aux prix de 2010)

Prix à l'importation en CHF / tonne (valeurs réelles au prix de 2010)	2010	2020	2035	2050
Mazout	0	949	1064	1086
Gaz	0	757	842	846
Charbon	0	155	160	154
Essence	0	1019	1133	1156
Diesel	0	991	1105	1128
Biocarburants	0	991	1105	1128

PCF: «Mesures politiques du Conseil fédéral»

Source: Prognos, 2012

NPE: «Nouvelle politique énergétique»

En multipliant les prix présentés au Tableau 24 par les quantités économisées (Tableau 23) (et par les facteurs de conversion correspondants des contenus énergétiques), on obtient les économies sur les importations visées au Tableau 25. L'utilisation de biocarburants dans le scénario «Nouvelle politique énergétique», accrue par rapport au scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle», se traduit par une augmentation des importations (qui se reflète dans des coûts d'importation positifs au Tableau 25). Cette présentation ne contient pas les importations d'électricité, puisqu'elles dépendent de la variante d'offre électrique retenue et qu'elles sont prises en compte dans les différences de coûts des divers parcs de centrales discutées ci-dessous.

Tableau 25 Economies sur les importations, ventilées par agents énergétiques, dans les scénarios «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique», par rapport au scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle»

Economies sur les importations En millions de CHF	2010	2020		2035		2050		2010-2050		Valeur actualisée 2010-2050	
		PCF	NPE	PCF	NPE	PCF	NPE	PCF	NPE	PCF	NPE
Mazout	0	-54	-238	-253	-769	-288	-749	-6992	-21248	-3733	-11757
Gaz	0	-63	-120	-273	-492	-323	-669	-7730	-14482	-4147	-7696
Charbon	0	0	-6	0	-14	0	-16	4	-415	2	-230
Essence	0	-221	-590	-401	-1036	-498	-1203	-12841	-32843	-7317	-18819
Diesel	0	-249	-639	-617	-1470	-791	-1810	-18752	-44810	-10339	-24952
Biocarburants	0	0	631	0	891	0	950	0	29185	0	17198
<b>Total des économies</b>	<b>0</b>	<b>-587</b>	<b>-962</b>	<b>-1543</b>	<b>-2891</b>	<b>-1899</b>	<b>-3497</b>	<b>-46310</b>	<b>-84614</b>	<b>-25534</b>	<b>-46255</b>

PCF: «Mesures politiques du Conseil fédéral»

Source: Prognos, 2012

NPE: «Nouvelle politique énergétique»

### Soldes des réductions et des suppléments de coûts des diverses variantes d'offre électrique

Comme au chapitre 3, on recourt aux variantes d'offre C (CCC), C&E (CCC et ER) et E (ER et importations). Les réductions de coûts découlent des coûts d'importation économisés sur les agents énergétiques destinés à la production d'électricité en Suisse (variantes C et C&E) ou sur les coûts d'importation d'électricité de la variante E. Comme la demande d'électricité est plus faible dans les scénarios «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique» que dans le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle», on relève des économies sur les importations si, comme c'est le cas dans la présente analyse, on considère les différences de coûts. Des suppléments de coûts proviennent des dépenses consenties pour développer le parc de centrales alimentées aux énergies renouvelables puisque, dans la variante C au contraire des variantes d'offre électrique C&E et E, on ne table pas sur un développement renforcé de la production électrique renouvelable. Le Tableau 26 présente, en les ventilant selon les variantes C, C&E et E, les soldes entre les économies réalisées sur les importations et les coûts supplémentaires requis par le développement de la production électrique renouvelable de la variante C, dans le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle», par rapport aux scénarios «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique». La variante C dans le scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral» requiert deux centrales à gaz de moins que dans le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle». Par conséquent, les coûts d'importation y sont inférieurs à ceux du scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle» (cf. Tableau 26). Dans le scénario «Nouvelle politique énergétique», l'économie est même de quatre CCC par rapport au scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle», ce qui réduit encore d'autant les coûts des importations. Comme les durées d'exploitation varient et que le nombre d'heures de production par an des CCC se réduit vers la fin de la période d'observation (2050), les économies réalisées ne sont pas très différentes entre les scénarios «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique».

Tableau 26 Soldes des coûts supplémentaires et des réductions de coûts des variantes d'offre électrique dans les scénarios «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique» par rapport au scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle».

Soldes des coûts des variantes d'offre, en millions de CHF	2010	2020		2035		2050		2010-2050		Valeur actualisée 2010-2050	
		PCF	NPE	PCF	NPE	PCF	NPE	PCF	NPE	PCF	NPE
Var. C	0	-156	-209	-927	-697	-1188	-1747	-24576	-26195	-12746	-13333
Var. C&E	0	182	-4	-753	-767	-766	-1283	-13135	-16978	-5659	-7553
Var. E	0	182	-4	-925	-1232	-939	-1574	-17005	-25328	-7614	-11764

PCF: «Mesures politiques du Conseil fédéral»

Source: Prognos, 2012

NPE: «Nouvelle politique énergétique»

Les coûts du soutien au développement des agents énergétiques renouvelables dans les variantes C&E et E sont inférieurs à la réduction des coûts d'importation, ce qui apparaît dans les soldes de coûts négatifs du Tableau 26. Toutefois, les coûts du développement de la production électrique renouvelable des variantes C&E et E ont pour effet de réduire le solde (des économies). La variante d'offre E ne comporte

pas d'importation pour la production électrique en Suisse, mais elle prévoit l'importation d'électricité pour couvrir la demande indigène. Les prix à l'importation s'alignent sur les coûts de revient moyens du parc de centrales européen, pour lequel on admet que la production électrique renouvelable sera également développée d'ici à 2050.

### 9.3.3 Différences de coûts des scénarios «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique» par rapport au scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle», variante d'offre électrique C

En mettant en regard les investissements supplémentaires et les économies présentés aux sections 9.3.1 et 9.3.2, on obtient toutes les différences de coûts, qui se composent des investissements supplémentaires du scénario considéré et dont ont déduit les économies que les investissements permettent (Tableau 27).

Tableau 27 Solde des coûts supplémentaires et des réductions de coûts des variantes d'offre électrique dans les scénarios «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique», par rapport au scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle».

Solde des coûts en millions de CHF	2010	2020		2035		2050		2010-2050		Valeur actualisée 2010-2050	
		PCF	NPE	PCF	NPE	PCF	NPE	PCF	NPE	PCF	NPE
Investissements	50	1'239	2'064	2'932	5'520	3'011	6'678	84'684	162'038	47'352	89'050
Importations d'agents énergétiques	0	-587	-962	-1'543	-2'891	-1'899	-3'497	-46'310	-84'614	-25'534	-46'255
<b>Economies du parc de centrales par rapport au scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle», variante C</b>											
Var. C	0	-156	-209	-927	-697	-1'188	-1'747	-24'576	-26'195	-12'746	-13'333
Var. C&E	0	182	-4	-753	-767	-766	-1'283	-13'135	-16'978	-5'659	-7'553
Var. E	0	182	-4	-925	-1'232	-939	-1'574	-17'005	-253'28	-7'614	-11'764
<b>Coûts totaux résultants par rapport au scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle», variante C</b>											
Variante C	50	496	893	461	1'932	-76	1'434	13'798	51'228	9'072	29'462
Variante C&E	50	834	1'098	635	1'862	346	1'898	25'239	60'445	16'159	35'242
Variante E	50	834	1'098	463	1'397	173	1'607	21'369	52'095	14'204	31'031

PCF: «Mesures politiques du Conseil fédéral»  
NPE: «Nouvelle politique énergétique»

Source: Prognos, 2012

Les coûts totaux résultants varient en fonction de la variante d'offre électrique choisie. Comme les investissements croissent jusqu'en 2050, les coûts totaux actualisés sont nettement inférieurs aux coûts cumulés.

## 10. Conséquences macroéconomiques

### 10.1 Introduction

Pour estimer les effets macroéconomiques des scénarios, on a recouru au modèle économétrique d'équilibre général dynamique SwissGEM-Energy (Ecoplan et Prof. Böhringer). Les résultats des modèles d'économie énergétique (demande énergétique, demande électrique, émissions de CO<sub>2</sub> et variantes d'offre électrique des trois scénarios «Poursuite de la politique énergétique actuelle», «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique») constituent la base des calculs.

Le modèle utilisé est un modèle économétrique d'équilibre général dynamique qui reproduit l'économie suisse dans son ensemble. Ce modèle, qui distingue 62 branches de l'industrie et des services, modélise en détail les technologies énergétiques, le secteur des transports et le domaine de la chaleur. Du côté de l'offre électrique, on a repris le parc de centrales des modèles d'économie énergétique (variante C). Les objectifs fixés correspondent aux émissions de CO<sub>2</sub> par agents énergétiques et à la demande électrique résultant des modèles d'économie énergétique. Le modèle ne permet pas de reproduire une à une les mesures détaillées du scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral». Mais ces mesures entraînent toutefois, dans les modèles d'économie énergétique, une modification de la demande énergétique qui intervient comme contrainte dans le modèle d'équilibre. Afin de respecter l'évolution de la demande, les agents énergétiques fossiles et la consommation électrique sont donc frappés de redevances d'un montant correspondant. Ces redevances sont payées par les ménages privés et par toutes les branches économiques qui ne participent pas au système d'échange de quotas d'émission (ETS). Les recettes sont redistribuées à l'économie et à la population conformément à la réglementation en vigueur. Les branches économiques comprises dans l'ETS ont un objectif de CO<sub>2</sub> analogue, mais elles peuvent remplir leurs obligations à l'étranger (par la prise en compte des droits d'émission attribués sur le territoire de l'UE, sur la base d'un accord correspondant). Une taxe est perçue sur l'électricité (la consommation d'électricité est taxée). Les recettes de cette taxe sont redistribuées comme la taxe sur le CO<sub>2</sub>.

Le modèle permet de formuler des propositions du type «si-alors» pour les divers scénarios. En d'autres termes, on examine les effets exercés sur l'ensemble de l'économie par les scénarios «Mesures politiques du Conseil fédéral» (PCF) et «Nouvelle politique énergétique» (NPE) par rapport au scénario de référence «Poursuite de la politique énergétique actuelle» (PPA). Le Tableau 28 présente les coûts macroéconomiques supplémentaires qui surviennent si l'on substitue les demandes finales d'énergie et d'électricité issues des scénarios PCF et NPE aux demandes correspondantes du scénario PPA. Afin d'atteindre les niveaux de la demande électrique qui découlent impérativement des modèles d'économie énergétique pour les scénarios «Mesures politiques du Conseil fédéral» et «Nouvelle politique énergétique», des redevances électriques sont introduites pour que les niveaux de demande voulus soient respectés.

Les effets macroéconomiques sont représentés en pour-cent de variation par rapport à l'évolution de référence PPA de la prospérité, du produit intérieur brut (PIB) et du niveau des prix virtuels des mesures politiques (en valeurs réelles). Le prix virtuel indique (en CHF par tonne de CO<sub>2</sub> économisée ou en % du prix de l'électricité) le coût des mesures de politique énergétique. La charge des redevances n'est pas la même dans toutes les branches et pour tous les ménages. La présentation montre quels acteurs supportent les coûts les plus importants et les plus faibles.

La prospérité est présentée avec et sans bénéfice secondaire. Typiquement, outre les émissions de CO<sub>2</sub>, une politique énergétique et climatique engagée réduit d'autres polluants, de sorte que les coûts externes baissent (calculs d'Ecoplan 2012 en annexe) et que la prospérité augmente par rapport à une approche qui ne tiendrait pas compte des externalités.

A la différence des effets macroéconomiques directs visés au chapitre 8, les effets macroéconomiques directs et indirects dont il est question ici comprennent notamment les effets suivants.

- «Effets d'évitement» indirects des mesures de politique énergétique: les taxes, les subventions ou les interdictions modifient les prix. Les entreprises et les ménages y réagissent par des «mesures d'évitement», ce qui entraîne des coûts macroéconomiques.
- Coûts d'opportunité: lorsqu'un acteur prend des mesures d'efficacité énergétique, il renonce (à tout le moins en partie) à d'autres investissements (rentables) en dehors du domaine de l'énergie.
- «Effet de rebond»: les économies d'énergie délestent le compte de fonctionnement ou le budget du ménage. Les entreprises et les ménages utiliseront ces économies sur les coûts énergétiques économisés pour acheter d'autres biens qui requerront eux-mêmes de l'énergie, que ce soit lors de leur production ou de leur consommation.

## 10.2 Résultats

Le Tableau 28 présente, aux horizons 2020, 2035 et 2050, les coûts macroéconomiques supplémentaires des scénarios par rapport au scénario de base «Poursuite de la politique énergétique actuelle» (PPA), dans la variante d'offre d'électricité C (cf. à ce sujet les résultats de l'offre électrique, Prognos 2012). Selon le modèle macroéconomique, les coûts (taxe sur le CO<sub>2</sub>) nécessaires à la réalisation des demandes du scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral» (PCF) sont de 70 CHF/tonne de CO<sub>2</sub> en 2020, de 140 CHF/tonne de CO<sub>2</sub> en 2035 et de 210 CHF/tonne de CO<sub>2</sub> en 2050. En outre, une redevance sur l'électricité sera nécessaire: elle entraînera une hausse du prix de l'électricité de +11% (en 2020), +23% (en 2035) et +22% (en 2050). Cette augmentation du prix de l'électricité ralentit légèrement entre 2035 et 2050, car le modèle prend en compte l'amélioration des possibilités de substitution à long terme.

Tableau 28 Objectifs de réduction et effets macroéconomiques des scénarios par rapport au scénario de référence PPA, variante d'offre d'électricité C.

	Premier paquet de mesures			NPE		
	PCF					
	2020	2035	2050	2020	2035	2050
<b>Contraintes:</b> objectifs de réduction par rapport au scénario de référence «Poursuite de la politique énergétique actuelle»						
<b>Objectif concernant le CO<sub>2</sub> (demande d'agents énergétiques fossiles)</b>	-5%	-17%	-26%	-15%	-44%	-63%
<b>Objectif concernant la demande électrique</b>	-5%	-10%	-12%	-5%	-15%	-23%
<b>Résultats:</b> montants des taxes / prix virtuels (coûts implicites) des mesures politiques						
<b>Taxe sur le CO<sub>2</sub> [CHF/tonne de CO<sub>2</sub>]</b>	70	140	210	150	540	1140
<b>Redevance sur l'électricité [supplément en % sur le prix de l'électricité]</b>	+11%	+23%	+22%	+12%	+31%	+40%
<b>Résultats:</b> effets sur l'économie nationale (modifications en % par rapport au scénario de référence «Poursuite de la politique énergétique actuelle»)						
<b>Prospérité sans bénéfice secondaire</b>	-0.1%	-0.1%	-0.2%	-0.0%	-0.5%	-0.9%
<b>Prospérité, bénéfice secondaire compris</b>	+0.0%	+0.0%	+0.1%	+0.2%	-0.1%	-0.4%
<b>Effet de niveau du PIB</b>	-0.2%	-0.5%	-0.6%	-0.4%	-1.8%	-2.7%
<b>Modification du taux de croissance annuel du PIB (par rapport à 2015)</b>	-0.05%	-0.03%	-0.02%	-0.07%	-0.09%	-0.08%
<b>Effet de niveau de la consommation</b>	-0.1%	-0.2%	-0.3%	0.0%	-1.0%	-1.9%
<b>Effet de niveau de l'emploi</b>	-0.1%	-0.2%	-0.2%	-0.2%	-0.6%	-0.7%

Source: Ecoplan, 2012

Les pertes de prospérité ou de PIB dans le scénario PCF sont au maximum de -0,2 %, respectivement de -0,6 % par rapport au scénario de référence PPA. En revanche, dans le scénario NPE, il faut s'attendre à des pertes sensibles de prospérité ou de PIB, de -0,9 %, respectivement de -2,7 %, à la fin de la période sous observation en 2050. Si l'on tient compte de l'utilité secondaire générée par la réduction d'effets externes (émissions de polluants), les effets de prospérité sont légèrement positifs. Vers la fin de la période sous observation, on ne doit prévoir des effets de prospérité négatifs tout en tenant compte des effets externes que dans le scénario NPE. Notons que les pertes présentées sont des effets de niveau par rapport au scénario PPA et non pas des variations annuelles. Si l'on convertit la différence de niveau du PIB de -0,6 % (PCF en 2050) en un taux de croissance annuel du PIB, les pertes de croissance sont de -0,02% par an. En raison d'effets de substitution, la perte de places de travail est moins marquée: on doit s'attendre, dans les deux scénarios, à des volumes de l'emploi en légère baisse. Quant à la consommation, elle devrait légèrement faiblir dans le scénario PCF, son recul pouvant atteindre -1,9 % dans le scénario NPE.

Ces coûts macroéconomiques doivent être comparés aux effets positifs non monétaires du tournant énergétique (réduction des gaz à effets de serre, sécurité d'approvisionnement accrue, etc.).

La charge des redevances n'est pas la même dans toutes les branches et pour tous les ménages. Les principaux effets négatifs concerneront les branches du textile et des métaux. Les transports publics des voyageurs peuvent escompter une forte augmentation de la demande. Si les branches gourmandes en énergie sont exemptées de taxe, une charge accrue pèsera sur les autres branches.

La répartition de la charge sur les ménages dépend de la redistribution du produit des redevances (cf. à cet égard le rapport sur la réforme fiscale écologique). Si, comme c'est aujourd'hui le cas de la taxe sur le CO<sub>2</sub>, les recettes provenant des redevances sont redistribuées à l'économie par le truchement d'une réduction des charges salariales et à la population par un forfait par habitant, les ménages les moins aisés seront favorisés. Les ménages de retraités tendront à subir les pertes les plus prononcées (pour un approfondissement de la discussion, cf. le rapport sur la réforme fiscale écologique).

### **10.3 Conclusion**

En résumé, il y a lieu de noter qu'il s'agit d'effets de niveau et non pas de modifications annuelles. Autrement dit, en 2050, dans le scénario PCF, le PIB sera au maximum de 0,6 % inférieur au niveau qu'il aurait sans autre mesure de politique énergétique. Si l'on table pour les prochaines décennies sur une croissance économique annuelle de 1 % en moyenne dans le scénario «Poursuite de la politique énergétique actuelle» (PPA), le recul mentionné du PIB de 0,6 % au total jusqu'en 2050 correspond à une croissance annuelle moyenne d'environ 0,98 % dans le scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral» (PCF). Il faut mettre ces coûts macroéconomiques en regard des effets positifs non monétarisés du tournant énergétique.