

Programme de recherche
Bases de l'économie énergétique

Retombées économiques des initiatives «Sortir du nucléaire» et «Moratoire-plus»

Analyse avec un modèle d'équilibre général

Résumé

Préparé par

André Müller, Marcel Wickart, Renger van Nieuwkoop

ECOPLAN Forschung und Beratung in Wirtschaft und Politik, Bern

Sur mandat de

Office fédéral de l'énergie

Février 2001

Ce projet a été accompagné par un groupe de travail:

Christian Albrecht, seco - Secrétariat d'État à l'économie

Conrad U. Brunner

Dr. Felix R. Bruppacher, entreprises électriques

Andrea Burkhardt, OFEFP - Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage

Kurt Infanger, ODT - Office fédéral du développement territorial

Prof. Eberhard Jochem, CEPE, EPF Zurich

Prof. Claude Jeanrenaud, Université Neuchâtel

Andreas Liechti, OFEFP - Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage

Dr. Ruedi Meier, chef du programme de recherche „Bases de l'économie énergétique“

OFEN - Office fédéral de l'énergie

Martin Renggli, Office fédéral de l'énergie

Dr. Felix Andrist, Office fédéral de l'énergie

Ladislav Dolecek, Office fédéral de l'énergie

Experts des perspectives énergétiques

Dr. Bernard Aebischer, CEPE, EPF Zurich

Dr. Walter Baumgartner, Basics AG, Zurich

Konrad Eckerle, Prognos AG, Bâle

Konrad Haker, Prognos AG, Bâle

Peter Hofer, Prognos AG, Bâle

ECOPLAN

André Müller (chef de projet)

Marcel Wickart (modélisation)

Renger van Nieuwkoop

Avec des contributions de:

Dr. Christoph Böhringer, ZEW-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim

Cette étude a été commandée par le programme de recherche „Bases de l'économie énergétique“ du l'Office fédéral de l'énergie (OFEN). Sans se prononcer définitivement sur son contenu, cet office en autorise la publication.

Distribution du rapport principal (en allemand):

Office central fédéral des imprimés et du matériel, 3003 Berne

N° de commande: 805.043 d

Table des matières

L'essentiel en deux pages	3
--	----------

Résumé	5
---------------------	----------

Introduction.....	5
-------------------	---

Modèle de calcul.....	5
-----------------------	---

Hypothèses sur le marché de l'électricité et de l'énergie	7
---	---

Retombées économiques sans diminution du CO ₂	8
--	---

Retombées économiques d'une neutralisation des rejets de CO ₂	12
--	----

Retombées économiques dans le respect des objectifs pour le CO ₂	16
---	----

Effets de la modification des prémisses	17
---	----

L'essentiel en deux pages

L'Office fédéral de l'énergie (OFEN) a chargé le bureau ECOPLAN d'étudier l'impact économique de deux initiatives déposées en septembre 1999, «Sortir du nucléaire» et «Moratoire-plus». La présente recherche est une première en Suisse: elle propose un modèle d'équilibre général dynamique combiné avec la production d'électricité. Les hypothèses émises dans ce contexte sont coordonnées avec l'étude Prognos qui envisage, à la demande de l'OFEN aussi, l'impact des deux initiatives pour l'économie énergétique.

L'**initiative «Sortir du nucléaire»** préconise l'abandon progressif de l'énergie nucléaire et la limitation à 30 ans de l'activité des cinq centrales nucléaires suisses. Les travaux menés sur l'impact de cette initiative ont abouti pour l'essentiel aux résultats et conclusions suivants:

Il est possible d'abandonner l'énergie nucléaire, comme le demande l'initiative «Sortir du nucléaire» – mais il faut en payer le prix.

L'abandon du nucléaire tel que le demande l'initiative implique une nouvelle régulation dans la libéralisation du marché de l'électricité. Un système de certificats permettrait d'orienter la création d'installations à couplage chaleur-force (CCF) comme alternative aux centrales nucléaires (CN).

Dans l'hypothèse d'un abandon de l'énergie nucléaire, l'électricité renchérira en Suisse de 20 % au maximum par rapport au scénario de référence (marché libéralisé de l'électricité, maintien des CN pendant 60 ans). Ce renchérissement est lié à la création de nouvelles installations non nucléaires en Suisse, création privilégiée par rapport aux importations d'électricité. L'économie en est directement pénalisée. Le produit intérieur brut (PIB) diminue de 0,6 % et il faut prévoir une perte de bien-être de l'ordre de 0,14 % du PIB ou CHF 750 millions par an. La hausse substantielle des prix de l'électricité se répercute sur l'évolution structurelle. Les branches du papier et du textile, grosses consommatrices d'électricité, enregistrent un fort recul du chiffre d'affaires. Sur le plan de l'emploi également, il faut s'attendre à un déficit – léger toutefois – avec la perte de 3500 postes de travail.

Il est possible d'abandonner l'énergie nucléaire sans augmenter les rejets de CO₂ – le rééquilibrage du bilan du CO₂ grèverait toutefois l'économie.

Un abandon du nucléaire au sens de l'initiative «Sortir du nucléaire» entraînerait – à moins de mesures particulières – une détérioration du bilan du CO₂ en Suisse. Une redevance sur le CO₂ pourrait rééquilibrer ce bilan. Nous estimons que pour y parvenir, il faudrait prélever une redevance de 40 CHF/tonne de CO₂ sur les combustibles et les carburants. Or cette taxe grèvera l'économie et causera une certaine perte de bien-être. Globalement, une sortie du nucléaire ne modifiant pas le bilan du CO₂ entraînerait une diminution du PIB d'au moins 0,7 %. Il faut aussi prévoir une perte de bien-être de l'ordre de 0,19 % du PIB ou CHF 1 milliard par an. L'emploi n'en sortira pas tout-à-fait indemne, avec la disparition de 4400 postes de travail.

Il est possible d'abandonner l'énergie nucléaire en respectant les objectifs en matière de CO₂ – à condition de prélever une taxe élevée sur le CO₂.

D'après nos estimations, le scénario de référence – sans abandon du nucléaire – n'atteint pas les objectifs en matière de CO₂ au sens de la loi. Pour y parvenir, il sera nécessaire

de prélever une taxe se montant à CHF 210/ tonne de CO₂ pour les carburants et à CHF 30/tonne de CO₂ pour les combustibles. Afin d'atteindre les objectifs tout en sortant du nucléaire, il faudrait porter le taux de la taxe sur les combustibles à CHF 90/ tonne de CO₂.

L'évaluation macroéconomique de l'initiative «Sortir du nucléaire» doit intégrer les coûts externes liés au risque d'une catastrophe nucléaire.

Les propriétaires de centrales nucléaires suisses devraient certes en assumer entièrement la responsabilité civile en cas de catastrophe nucléaire dans le pays. Dans la pratique, leur responsabilité est tributaire de la solvabilité. Ainsi la population supporterait l'essentiel des dépenses. Les coûts liés à de tels risques diminueraient sans doute en cas d'abandon du nucléaire, encore que cette baisse ne soit guère chiffrable. D'où l'impossibilité de déterminer si, du point de vue macroéconomique, la prise en compte de ces coûts fait de l'abandon du nucléaire une opération payante.

Les pertes de bien-être que subirait l'économie nationale en cas d'abandon du nucléaire représentent 200 francs par an et par ménage. La question de l'évaluation des risques peut donc aussi se poser ainsi: sommes-nous prêts à payer en moyenne 200 francs par an et par ménage pour éviter le risque de catastrophe nucléaire en abandonnant avant terme ce type de production d'électricité?

Si la technique des piles à combustible réussissait une percée sur le marché, le coût macroéconomique dû à l'abandon de l'énergie nucléaire diminuerait.

Si dans les années qui viennent, la technique des piles à combustibles s'imposait sur le marché grâce à des prix compétitifs, les coûts liés à l'abandon du nucléaire pourraient diminuer de moitié.

L'initiative «Moratoire-plus» demande de geler pour 10 ans toute nouvelle autorisation d'exploiter une centrale nucléaire. En outre, elle en limite à 40 ans la durée d'utilisation. Il faudrait promulguer un arrêté fédéral soumis au référendum populaire pour la prolonger à 50 ans. Une étude de l'impact de cette initiative a abouti pour l'essentiel aux résultats et conclusions ci-après:

L'initiative «Moratoire-plus» infligerait à l'économie nationale des pertes bien moindres que l'initiative «Sortir du nucléaire».

L'initiative «Moratoire plus» a un impact économique peu important si l'on renonce à rééquilibrer le bilan du CO₂. L'électricité ne renchérit que de 2 à 3 %. Le PIB diminue d'environ 0,1 %. Quant aux pertes de bien-être, elles avoisinent CHF 300 millions par an (près de 0,06 % du PIB) si la durée d'utilisation des centrales est limitée à 40 ans, et 130 millions (un peu plus de 0,02 % du PIB) si on la porte à 50 ans. Par ailleurs, l'initiative n'a aucun effet sur l'emploi – si l'on renonce à rééquilibrer le bilan du CO₂.

L'introduction d'une taxe est toutefois impérative pour prévenir les augmentations d'émissions de CO₂ qu'induirait l'initiative. Si la durée d'utilisation des centrales est limitée à 40 ans et si la taxe se monte à CHF 45/tonne de CO₂, la diminution du PIB reste inférieure à 0,3 %. Quant à la perte de bien-être, elle se monte à CHF 430 millions par an, soit 0,08 % du PIB. Si la durée de fonctionnement est portée à 50 ans, l'impact économique d'un rééquilibrage du bilan du CO₂ ne sera guère important.

Résumé

Introduction

L'Office fédéral de l'énergie (OFEN) a chargé ECOPLAN d'étudier l'impact économique des initiatives populaires «Sortir du nucléaire» et «Moratoire-plus», toutes deux déposées en septembre 1999. L'**initiative «Sortir du nucléaire»** entend abandonner graduellement la filière nucléaire et limiter la durée d'exploitation des cinq centrales nucléaires suisses à 30 ans. L'**initiative «Moratoire-plus»** se propose de limiter à quarante ans la durée d'exploitation et de geler pendant dix ans l'octroi de nouvelles autorisations d'exploitation de centrales nucléaires. Elle ménage la possibilité d'une prorogation de la durée d'exploitation de 40 à 50 ans moyennant un arrêté fédéral soumis au référendum obligatoire.

Le tableau ci-après répertorie les années de fermeture des centrales nucléaires suisses pour chacune des deux initiatives. La double échéance prévues par «Moratoire-plus» (40 et 50 ans) y figure également. Enfin, il contient un scénario de référence qui prévoit une durée d'exploitation de 50 ans pour les trois petites centrales et de 60 ans pour Gösgen et Leibstadt.

Dernière année d'exploitation dans les différents scénarios

	Beznau I	Beznau II	Mühleberg	Gösgen	Leibstadt
Scénario de référence	2019	2021	2022	2039	2044
«Sortir du nucléaire»: SdN	2004	2004	2004	2009	2014
«Moratoire+»: M+ (40)	2009	2011	2012	2019	2024
«Moratoire+»: M+ (50)	2019	2021	2022	2029	2034

Nos travaux ont été coordonnés avec l'étude Prognos, qui traite du volet énergétique des initiatives populaires (offre et demande d'énergie, coût des différentes technologies de production et d'économie d'énergie).

Modèle de calcul

La présente analyse étudie, pour la première fois dans le cas de la Suisse, l'évolution d'un modèle d'équilibre général dynamique combiné avec un secteur précis, celui de la production d'électricité. Ce modèle quantifiable comprend une économie nationale subdivisée en 38 secteurs d'activité, 13 biens de consommation courante et 6 types de ménages. Les producteurs et les consommateurs modulent leurs choix en fonction du prix courant, mais également en fonction des prix et des décisions politiques futurs. En d'autres termes, les agents économiques anticipent les futures hausses du prix de l'électricité. L'analyse de l'abandon de la filière nucléaire se fonde sur un marché de l'électricité composé de 20 filières de production d'électricité et de cinq débouchés commerciaux.

La méthodologie choisie, qui revient à combiner un modèle d'équilibre général dynamique avec un secteur de production d'énergie électrique non-agrégé et explicitement défini, s'est révélée extrêmement féconde et mériterait d'être déclinée sur d'autres recherches

destinées à mesurer l'impact d'un choix politique sur l'activité économique. Le mérite d'une telle combinaison tient au fait que dans notre modèle, les effets de substitution au stade de la production d'électricité ne procèdent pas de simples estimations ou d'extrapolations. Ces processus sont au contraire explicitement modélisés dans les différentes filières de production d'électricité et l'étude fait apparaître en détail les technologies de production mises en œuvre et les retombées économiques qui en découlent. La combinaison d'un modèle d'équilibre général dynamique et de la modélisation bottom-up du secteur de l'électricité a permis de dégager, dans l'hypothèse de l'abandon du nucléaire, les effets macroéconomiques suivants:

Coûts et effets macroéconomiques

Coûts et bénéfices directs d'un abandon anticipé du nucléaire:

- Perte d'un potentiel de production d'électricité rentable (stranded costs): elle est égale à la différence entre le prix du marché et les coûts marginaux (coûts d'exploitation et coûts d'entretien) des centrales vouées à être désaffectées. Il n'y a pas lieu de tenir compte des coûts de capital pour les centrales en exploitation: les dépenses de construction sont irréversibles, que les centrales soient désaffectées ou non (sunk costs)
- Réduction des coûts de gestion des déchets nucléaires
- Suppression des coûts de modernisation des centrales

Les renchérissements de l'électricité et la montée des investissements au profit des technologies de substitution et des économies d'énergie entraînent des **coûts et des bénéfices indirects**:

- augmentation des dépenses d'électricité, réduction des dépenses consacrées à d'autres consommations (effet budgétaire)
- effets de substitution dans la consommation et la production, mutations structurelles (abandon progressif des biens et des techniques de production consommant beaucoup d'électricité)
- baisse du revenu des exploitants de centrales nucléaires, recul induit de leur demande (effet indirect des coûts mis à leur charge)
- augmentation de la production et de l'emploi du fait de la montée des investissements et des charges d'exploitation des centrales de substitution et des mesures d'économie d'électricité (effet d'investissement positif)
- Les investissements importants dans le secteur de l'électricité détournent l'investissement des autres secteurs (effet d'investissement négatif, effet d'éviction)
- Modification de la structure des importations et des exportations
- Non-réalisation de bénéfices dans le commerce de l'électricité, compétitivité internationale affectée

L'introduction d'une **redevance sur le CO₂** pour limiter le surcroît d'émissions de CO₂ imputable à l'abandon de la filière nucléaire induit des effets **positifs autant que négatifs**:

- effet négatif, distorsion due à la redevance: augmentation des prix de l'énergie -> effets de substitution -> détérioration du commerce extérieur -> recul de l'investissement
- effet positif de la rétrocession de la redevance: baisse du coût du facteur travail -> effet positif sur l'emploi -> amélioration de la compétitivité des branches employant beaucoup de main d'œuvre

Hypothèses sur le marché de l'électricité et de l'énergie

L'évaluation des retombées macroéconomiques suppose quelques hypothèses de base concernant le marché de l'électricité:

Coûts de production de l'électricité pour la filière nucléaire et les technologies de substitution:

Actuellement, les coûts d'exploitation et de combustible ainsi que les coûts variables de gestion du combustible irradié s'élèvent à 2,5 ct/kWh pour les grandes centrales de Gösgen et de Leibstadt. Ils sont de 3,5ct/kWh pour les petites centrales de Mühleberg, Beznau I et Beznau II. La prolongation de la durée d'exploitation de 10 ans au-delà de la quarantième année implique des rééquipements qui entraînent, selon nous, des coûts supplémentaires de 0,75 ct/kWh. Il convient de souligner que seuls les coûts marginaux sont pris en compte, vu que les investissements initiaux pour construire les centrales ont déjà été réalisés. Le coût total -avec les coûts de capital et les coûts fixes de désaffectation et d'élimination des déchets nucléaires - est nettement plus élevé.

Le coût intégral des technologies de substitution est supérieur au coût marginal des centrales nucléaires. Nous prévoyons pour une installation à couplage chaleur-force alimentée au gaz naturel un prix de revient de l'électricité compris entre 5,8 et 10,7 ct/kWh. La production sans couplage chaleur-force à partir d'énergies fossiles, à laquelle l'initiative «Sortir du nucléaire» interdit de recourir, se situe dans une fourchette de 6,3 à 7,4 ct/kWh, plus avantageuse que celle du CCF.

La disparition du courant d'origine nucléaire peut être compensée par une production supplémentaire tirée d'autres sources, mais aussi par des mesures d'économie d'énergie. Nous admettons qu'un potentiel non négligeable d'économies d'énergie pourrait être réalisé.

Régulation du marché de l'électricité: les certificats

Sur un marché pleinement libéralisé, les prix finiraient, après suppression des capacités de production excédentaires, par s'aligner sur le coût marginal à long terme des centrales électriques les plus modernes. Le marché se tournerait alors en priorité vers les technologies de production les plus avantageuses. L'initiative «Sortir du nucléaire» restreint la gamme des technologies disponibles en n'autorisant que l'électricité produite à partir d'installations à couplage chaleur-force ou alimentées aux agents renouvelables. Il faudra donc réguler le marché de l'électricité pour permettre le recours aux technologies „autorisées“, plus coûteuses.

Aux fins de la présente étude, nous supposons qu'un marché des certificats verra le jour. Un commissaire-priseur déterminera le volume de production d'électricité d'origine renouvelable ou avec CCF, nécessaire pour couvrir la demande sans passer par des d'importations de courant d'origine non-renouvelable ou sans CCF. L'entreprise qui vend de l'électricité au consommateur final devra acquérir auprès du commissaire-priseur un nombre donné de certificats d'achat d'électricité produite à partir de sources renouvelables ou d'installations à CCF. Les certificats seront offerts par les producteurs d'électricité avec CCF et par ceux qui mettent en œuvre des technologies renouvelables.

Distinction entre courant produit en été et en hiver, sécurité de l'approvisionnement de 50 % au moins

Le courant électrique est payé plus cher en hiver qu'en été, du fait d'une demande plus importante et de la réduction de l'offre pour certains types de centrales. Ce facteur saisonnier a son importance parce que les centrales nucléaires produisent plus de courant en hiver, que les technologies de substitution donnent leur pleine mesure en hiver et que les économies d'électricité (p.ex. par remplacement des chauffages électriques) produisent l'essentiel leurs effets en hiver.

La distinction entre courant produit en hiver et en été a une autre raison d'être: le commanditaire de l'étude postule une sécurité d'approvisionnement de 50 % en hiver. Cet état est réputé atteint lorsque l'approvisionnement moyen en courant électrique hivernal (production domestique plus droits de prélèvement sur la production à l'étranger) égale la consommation domestique moyenne durant le semestre d'hiver.

Le marché européen de l'électricité est excédentaire et contribue à faire baisser les prix à l'importation et à l'exportation

Du fait de la surproduction d'électricité dans la plupart des pays européens, les prix actuels ne correspondent pas aux coûts marginaux à long terme, mais à court terme. C'est particulièrement vrai pour les exportations et importations libres (c.a.d. qui ont lieu indépendamment des droits de prélèvement), dont nous situons le prix actuel à 3,5 ct/kWh pour l'été et à 4,5,ct/kWh pour l'hiver. Nous pensons que la surproduction va persister à moyen terme, et que ce n'est qu'à partir de 2010 que les prix de l'électricité refléteront les coûts marginaux à long terme, que nous estimons à 5 ct/kWh pour l'été et 6 ct/kWh pour l'hiver.

Il convient d'intégrer cet excédent de l'offre dans les différents scénarios: en effet, la Suisse devrait être exportatrice nette sur le marché libre durant les années à venir. L'arrêt des centrales nucléaires pourrait dès lors être compensé par une réduction de ces exportations.

Légère augmentation des prix du pétrole et du gaz naturel

Nous escomptons une augmentation, en termes réels, du prix du brut de 1,1 % par an sur les marchés internationaux. Pour le gaz naturel, nous appliquons le principe de la parité des prix, ce qui nous amène à postuler un renchérissement annuel de 0,8 % par an.

Retombées économiques sans diminution du CO₂

Ce chapitre est consacré aux retombées macroéconomiques d'un abandon de la filière nucléaire ou de l'instauration d'un moratoire, dans l'hypothèse que des mesures de réduction ou de neutralisation des émissions de CO₂ ne seront pas prises. Les différents scénarios se rapportent à un scénario de référence dans le tableau ci-dessous:

Aperçu des scénarios hors neutralisation du CO₂ et objectifs de réduction du CO₂

Scénario	Durée Des CN	Politique énerg.	CO ₂ but atteint	CO ₂ inchang é	Production d'électricité fos- sile autorisée même sans récup. de chaleur
Référence	50/60	loi sur l'énergie (LEn)	non	--	oui
SdN	30	loi sur l'énergie (LEn)	non	non	non
M+(40)	40	loi sur l'énergie (LEn)	non	non	oui
M+(50)	50	loi sur l'énergie (LEn)	non	non	oui

Le tableau ci-dessus et les chiffres ci-après doivent se lire par rapport au scénario de référence. Si le scénario d'abandon de la filière nucléaire prévoit pour 2020 un recul de 0,57 % du PIB, cela signifie qu'en 2020 le PIB dans ce cas est inférieur de 0,57 % à celui du scénario de référence.

Les tableaux ci-dessous récapitulent les principaux indicateurs macroéconomiques auxquels sont appliqués le scénario d'abandon du nucléaire (SdN) ainsi que les deux moratoires M+40 et M+50.

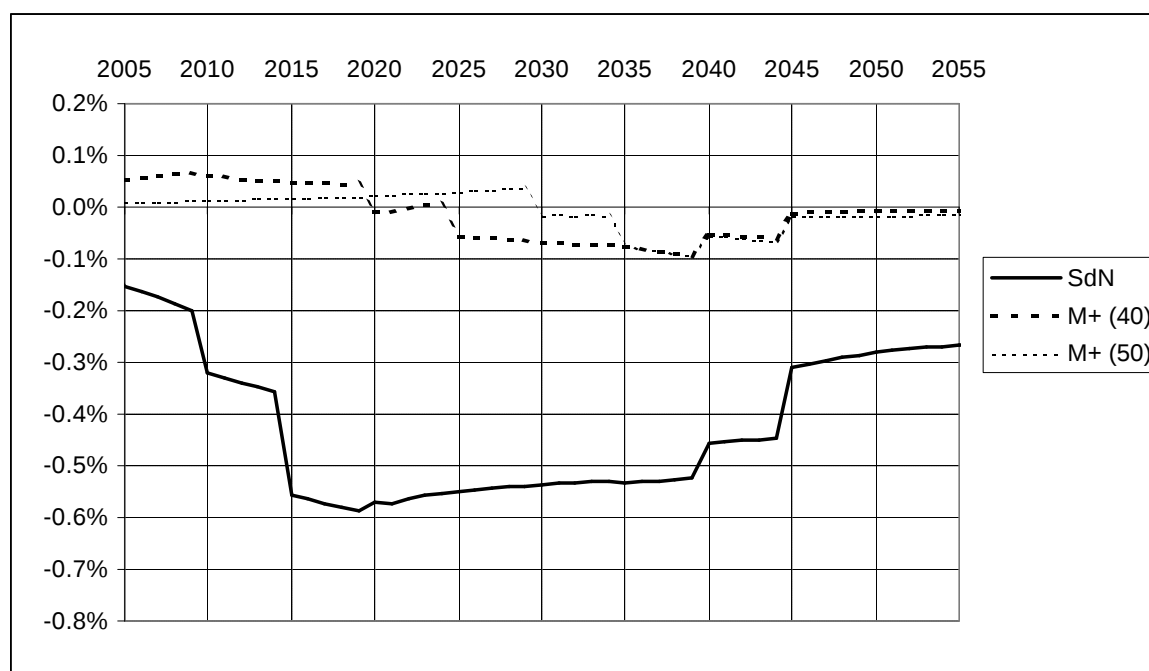
Retombées des scénarios SdN, M+(40) et M+(50) sur les principales variables macroéconomiques (écart en pour-cent par rapport au scénario de référence).

	SdN				M+ (40)					M+ (50)				
	2010	2020	2030	2055	2010	2020	2025	2030	2055	2010	2020	2030	2035	2055
PIB	-0.32%	-0.57%	-0.54%	-0.27%	0.06%	-0.01%	-0.06%	-0.07%	-0.01%	0.01%	0.02%	-0.02%	-0.07%	-0.01%
Production domestique	-0.20%	-0.34%	-0.33%	-0.21%	0.04%	0.02%	0.04%	0.01%	-0.03%	0.01%	0.02%	0.03%	0.02%	-0.02%
Valeur ajoutée	-0.13%	-0.24%	-0.27%	-0.20%	0.03%	0.01%	0.00%	-0.01%	-0.05%	0.01%	0.02%	0.02%	0.01%	-0.02%
Facteur travail	-0.12%	-0.16%	-0.13%	-0.07%	0.02%	-0.01%	-0.01%	-0.02%	-0.03%	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	-0.01%
Facteur capital	-0.14%	-0.35%	-0.45%	-0.34%	0.03%	0.03%	0.02%	-0.01%	-0.08%	0.01%	0.02%	0.05%	0.03%	-0.04%
Dépenses de consom.	-0.15%	-0.33%	-0.36%	-0.15%	-0.05%	-0.07%	-0.09%	-0.09%	-0.02%	-0.01%	-0.01%	-0.04%	-0.05%	-0.01%
Investissements (hors él.)	-1.23%	-1.48%	-1.22%	-0.68%	0.27%	0.04%	-0.04%	-0.07%	0.04%	0.07%	0.11%	0.00%	-0.25%	-0.02%
Consommation de courant	-4.33%	-8.55%	-7.48%	-0.24%	0.15%	-0.98%	-1.36%	-1.28%	-0.05%	0.00%	0.00%	-1.05%	-0.18%	-0.02%
Consommation énergie fossile	2.27%	7.99%	8.61%	-0.25%	0.03%	5.79%	12.76%	11.26%	-0.05%	0.00%	0.01%	4.99%	11.25%	-0.02%
Exportations	0.02%	-0.10%	-0.09%	-0.23%	0.14%	0.28%	0.43%	0.35%	-0.03%	0.03%	0.04%	0.20%	0.39%	-0.02%
Importations	-0.26%	-0.20%	-0.16%	-0.26%	0.04%	0.16%	0.41%	0.31%	-0.04%	0.01%	0.03%	0.16%	0.34%	-0.02%
Salaires réels	-0.21%	-0.34%	-0.33%	-0.17%	0.02%	-0.02%	-0.02%	-0.03%	0.00%	0.01%	0.01%	-0.01%	-0.03%	-0.01%
Rémunération du capital	-0.08%	0.07%	0.15%	0.01%	0.01%	-0.02%	0.00%	0.00%	-0.08%	0.00%	0.01%	0.03%	0.02%	-0.02%
Indice des prix à la consommation	0.11%	0.41%	0.48%	0.15%	-0.04%	-0.03%	0.00%	0.01%	-0.09%	-0.01%	0.00%	0.03%	0.02%	-0.01%

Contrairement au scénario „abandon“, les deux scénarios „moratoire“ ne diffèrent guère du scénario de référence. Avant l'arrêt de l'une des deux grandes centrales (Gösgen ou Leibstadt), les variables économiques sont très proches. On relève que les industriels et les entreprises anticipent le renchérissement de l'électricité en majorant leurs investissements, ce qui entraîne une légère augmentation du PIB (cf. graphique ci-après). Toutefois, ces ajustements restent modestes car l'arrêt des centrales nucléaires pourra être corrigé par un recours accru aux centrales thermiques classiques, qui fourniront en quantité suffisante de l'électricité au prix du marché. Le prix moyen de l'électricité ne devrait augmenter de quelque 2,5% qu'après la désaffectation des deux grandes centrales nucléaires de Gösgen et Leibstadt, ce qui entraînera une légère baisse de l'activité économique. Le moratoire, quel que soit sa durée, ne débouche pas sur une restructuration économique, et le coût des facteurs (capital et travail) retombe à la longue au niveau de référence.

Seule la consommation d'énergie fossile devrait augmenter plus vite en cas de moratoire, ce qui n'a rien de surprenant puisqu'il faudra remplacer l'électricité des centrales nucléaires alimentées à l'uranium par celle des centrales thermiques classiques, alimentées aux combustibles fossiles, et plus particulièrement au gaz naturel. De fait, la consommation d'énergie fossile augmente de 12,8 % au maximum par rapport au scénario de référence dans l'hypothèse d'un moratoire M+40, et de 11,2 % pour le moratoire M+50. Cette augmentation dépasse celle du scénario d'abandon du nucléaire (+8,6%) pour trois raisons: premièrement, les deux moratoires permettent de recourir à la technologie thermique classique, plus gourmande en gaz naturel que le couplage chaleur-force imposé par l'initiative « Sortir du nucléaire ». Deuxièmement, les prix relativement bas de l'électricité font augmenter la consommation, ce qui oblige à produire d'avantage d'électricité à partir de combustibles fossiles. Enfin, l'activité économique et, partant, la consommation d'électricité se situent à des niveaux plus élevés dans le cas du moratoire que dans celui de l'abandon de la filière nucléaire.

Evolution relative du PIB par rapport au scénario de référence



L'évolution du PIB (cf. ci-dessus) permet de présenter les effets macroéconomiques du **scénario d'abandon du nucléaire**. Il convient de distinguer entre des effets à court terme sur les prix et les marges et des effets structurels à long terme tendant à modifier le tissu économique même de la Suisse.

Les effets à court et à moyen terme se traduisent par des fléchissements peu perceptibles du PIB qui coïncident avec la fermeture des différentes centrales nucléaires. Chaque fois qu'une centrale est désaffectée, la structure de la production électrique se modifie. De nouvelles technologies sont mises en œuvre, la structure des coûts et des revenus des électriciens s'en ressent. Le fléchissement dû à l'abandon du nucléaire est particulièrement marqué au moment de l'arrêt des centrales de Gösgen (2010) et de Leibstadt (2015). L'arrêt de la production à Beznau I et II et à Mühleberg sera vraisemblablement

compensé par la réduction des exportations de courant, les prix et les quantités d'électricité sur le marché domestique restant pratiquement inchangés. A l'opposé, la production de Gösgen et de Leibstadt devra être compensée, en partie du moins, par des techniques coûteuses comme le couplage chaleur-force. Le recours à ces techniques produira un triple effet: d'une part, le secteur de la production d'électricité devra multiplier les investissements en amont, car à production égale, ces techniques exigent des investissements plus importants. Ensuite, la demande accrue d'intrants pour permettre cette production conduit à une augmentation de leurs prix. De ce fait, le prix moyen de l'électricité augmentera de quelque 20 %, ce qui devrait induire des économies d'électricité et déboucher sur une baisse des dépenses d'électricité. Troisièmement, le renchérissement de l'électricité entraîne celui de la production, et partant des autres intrants. Il en résulte une augmentation générale des coûts, une baisse du PIB et une accélération de l'inflation.

L'augmentation substantielle du prix de l'électricité ne manquera pas de produire des **ajustements structurels**. Les branches papetière et textile, particulièrement gourmandes d'électricité, devraient connaître ralentissement sensible, de l'ordre de 5 %.

Ces effets à court et à moyen terme auront des répercussions sur l'évolution à long terme de l'activité économique. Pendant la phase de fermeture des centrales nucléaires (2010 à 2044), les prix élevés de l'électricité en réduisent la consommation dans la production industrielle: cela engendre des effets de substitution, notamment par des facteurs comme le capital et le travail, et un recul de la production elle-même. Il s'ensuit que le recours aux facteurs capital et travail baisse également. Le scénario „abandon de la filière nucléaire“ conduit donc à un tassement du stock de capital destiné à l'activité économique. La fin de la période de fermeture des centrales coïncide avec le point bas du stock de capital. Le maintien d'un stock de capital réduit réclame un volume d'investissements réduit dans les mêmes proportions. La canalisation des investissements vers les technologies de substitution pénalise l'investissement dans d'autres secteurs (crowding out). Il en résulte une baisse modeste, mais durable, du PIB.

La **production domestique** ainsi que la **valeur ajoutée** baissent au même rythme que le PIB. Le renchérissement de l'électricité réduit le recours au capital dans la production, d'où une diminution de la valeur ajoutée, alors que le niveau de l'emploi remonte, à terme, quasiment au niveau du scénario de référence. L'abandon de la filière nucléaire entraîne donc la mise en place d'une production moins gourmande de capital dans le scénario de référence et le moratoire. La réduction de la dotation en capital entraîne une légère baisse de la productivité du travail suivie d'une légère baisse des salaires réels. Il devrait s'ensuivre également une baisse modérée du niveau de l'**emploi**. En chiffres absolus, le recul du facteur travail devrait se traduire par la suppression de quelque 3'500 postes de travail. Les deux moratoires ne devraient pas, quant à eux, avoir d'effets négatifs dans ce sens (cf. tableau ci-dessous)

L'abandon du nucléaire entraînera une détérioration des termes de l'échange pour la Suisse. Le franc suisse se dépréciera. De ce fait, les produits suisses coûteront moins cher à l'exportation, et les importations en Suisse renchériront. La détérioration des termes de l'échange conduira à une baisse des **importations** totales - malgré la hausse des

importations de gaz - par rapport au scénario de référence. Pour pouvoir financer ses importations, et notamment celles de gaz, la Suisse devra exporter davantage. Dans un premier temps, les **exportations** devraient même progresser malgré le recul sensible des exportations d'électricité. Par la suite, les exportations baisseront du fait du ralentissement économique pendant la phase de désaffectation des centrales nucléaires. Mais elles baisseront nettement moins que les importations.

Le tableau ci-après détaille les effets des moratoires et de l'abandon du nucléaire sur le **bien-être**. Par bien-être, nous entendons le revenu national auquel on ajoute une valeur représentant les loisirs. Les effets externes tels la disparition du risque d'accident nucléaire ne sont pas pris en considération.

Effets sur l'emploi et le bien-être par rapport au scénario de référence

scénario	emploi [nombre d'emplois]	pertes/gains de bien-être entre 2000 et 2045		
		[Mio. CHF/an]	[PIB%]	effet sur les ménages [CHF/ménage/an]
SdN	-3500	-750	-0.14%	-200
M+(40)	+/- 0	-300	-0.06%	-60
M+(50)	+/- 0	-130	-0.02%	-20

L'abandon prématuré par la Suisse de la filière nucléaire devrait entraîner une baisse du bien-être de 0,14 % du PIB, ce qui équivaut à 750 millions de francs par an entre 2000 et 2045. Chaque ménage subirait une ponction de l'ordre de 200 francs par an. La perte en termes de bien-être est inférieure à la baisse du PIB (-0,14 % contre -0,5 %) du fait des changements au niveau de l'offre de travail et de la réorientation des flux d'investissement. Quant aux deux moratoires, leurs effets en termes de bien-être général sont nettement plus faibles que ceux de l'abandon du nucléaire.

Retombées économiques d'une neutralisation des rejets de CO₂

La démonstration vient d'être faite que l'abandon ou un moratoire nucléaire entraînent une hausse de la consommation d'énergies fossiles, et donc des émissions de CO₂. L'adoption de l'initiative «Moratoire-plus» ou «Sortir de l'atome» conduirait donc, si aucune mesure corrective n'était prise, à une détérioration du bilan des rejets de gaz carbonique. Pour corriger le tir, il convient d'envisager l'introduction d'une redevance sur le CO₂. Dans cette hypothèse, on pourrait obtenir un volume d'émissions de CO₂ comparable à celui du scénario de référence. Le tableau ci-dessous décrit différents scénarios dans ce sens.

Récapitulatif des scénarios avec neutralisation du CO₂

scénario	durée expl. CN	politique énergétique	CO ₂ but at- teint	CO ₂ inchangé	production d'électricité fos- sile autorisée même sans récup. de chaleur
référence	50/60	loi sur l'énergie (LEn)	non	--	oui
SdN-N	30	LEn+redevance CO ₂ pour bilan CO ₂ neutre après abandon du nu- cléaire	non	oui	non
M+(40)-N	40	LEn+redevance CO ₂ pour bilan CO ₂ neutre après abandon du nu- cléaire	non	oui	oui
M+(50)-N	50	LEn+redevance CO ₂ pour bilan CO ₂ neutre après abandon du nu- cléaire	non	oui	oui

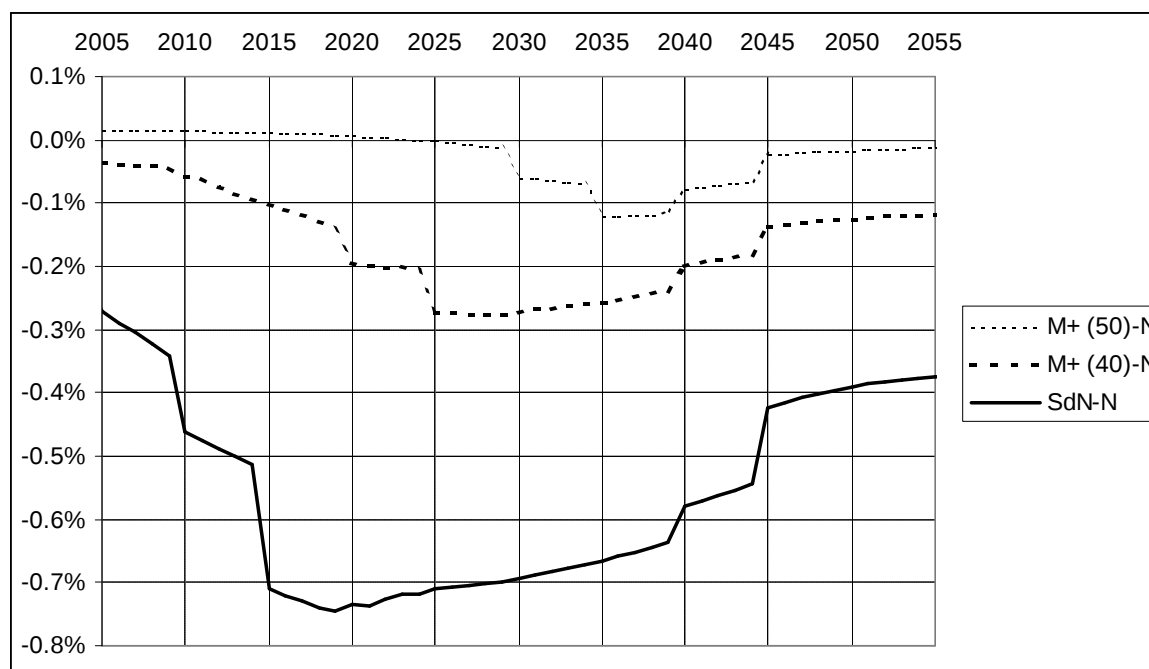
Pour garantir que l'abandon de la filière nucléaire ne modifiera pas le bilan des émissions de CO₂ (scénario SdN-N), il convient d'introduire dès 2010 une modeste redevance sur le CO₂, qui sera portée à CHF 40 par tonne dès 2015. Dans le cas des deux initiatives demandant un moratoire, la redevance pourra être introduite plus tard, à savoir en 2020 pour l'initiative M+(40)-N et en 2030 pour l'initiative M+(50)-N. Son montant devra être plus élevé pour assurer la réduction d'un volume d'émissions plus important. Par exemple, la consommation d'énergies fossiles devra diminuer de 10 à 12% entre 2025 et 2034, ce qui suppose une redevance de CHF45 par tonne de CO₂.

Nous partons du principe que, conformément à la loi du même nom, le produit de la redevance sur le CO₂ sera remboursé aux entreprises (sous forme de réduction des charges sociales) et aux ménages (sous forme de restitution). Le tableau ci-après expose les retombées, sur quelques grandes variables macroéconomiques, d'un régime de neutralisation des émissions de CO₂ appliqué aux scénarios du moratoire et de l'abandon du nucléaire. Le tableau suivant présente l'évolution du produit intérieur brut (PIB).

Retombées des scénarios SdN-N, M+(40)-N et M+(50)-N sur les principaux indicateurs économiques (pour-cent par rapport au scénario de référence)

	SdN-N				M+ (40)-N					M+ (50)-N				
	2010	2020	2030	2055	2010	2020	2025	2030	2055	2010	2020	2030	2035	2055
PIB	-0.46%	-0.73%	-0.69%	-0.38%	-0.06%	-0.19%	-0.27%	-0.27%	-0.12%	0.01%	0.01%	-0.06%	-0.12%	-0.01%
Production domestique	-0.34%	-0.62%	-0.58%	-0.25%	-0.04%	-0.23%	-0.36%	-0.35%	-0.10%	0.01%	0.01%	-0.11%	-0.22%	-0.01%
Valeur ajoutée	-0.19%	-0.32%	-0.35%	-0.21%	-0.02%	-0.13%	-0.16%	-0.18%	-0.10%	0.00%	-0.01%	-0.05%	-0.07%	-0.03%
Facteur travail	-0.17%	-0.20%	-0.17%	-0.06%	-0.02%	-0.12%	-0.14%	-0.13%	-0.04%	0.02%	0.01%	-0.04%	-0.05%	0.01%
Facteur capital	-0.21%	-0.48%	-0.57%	-0.37%	-0.03%	-0.14%	-0.20%	-0.23%	-0.16%	-0.02%	-0.03%	-0.06%	-0.09%	-0.07%
Dépenses de consommation	-0.15%	-0.37%	-0.43%	-0.17%	-0.02%	-0.09%	-0.17%	-0.20%	-0.07%	0.01%	0.02%	-0.04%	-0.11%	-0.01%
Investissements (hors électricité)	-1.93%	-2.19%	-1.80%	-1.06%	-0.31%	-0.81%	-0.87%	-0.76%	-0.29%	0.00%	-0.06%	-0.32%	-0.46%	-0.04%
Consommation de courant	-4.90%	-9.10%	-8.81%	-0.26%	0.13%	-2.69%	-5.10%	-5.03%	-0.11%	0.00%	0.00%	-2.32%	-3.95%	-0.04%
Consommation d'énergie (fossile)	0.39%	1.86%	2.29%	-0.27%	0.02%	1.05%	0.90%	1.17%	-0.12%	-0.01%	-0.01%	0.44%	1.65%	-0.04%
Exportations	-0.15%	-0.38%	-0.35%	-0.27%	0.05%	-0.04%	-0.17%	-0.16%	-0.11%	0.02%	0.01%	0.00%	0.01%	-0.03%
Importations	-0.51%	-0.61%	-0.56%	-0.30%	-0.07%	-0.29%	-0.40%	-0.38%	-0.12%	-0.01%	-0.02%	-0.16%	-0.23%	-0.04%
Salaires réels	-0.27%	-0.38%	-0.39%	-0.23%	-0.04%	-0.12%	-0.14%	-0.16%	-0.08%	0.02%	0.02%	-0.02%	-0.04%	0.00%
Rémunération du capital	-0.06%	0.20%	0.32%	0.10%	-0.03%	-0.04%	0.08%	0.12%	0.00%	-0.01%	-0.03%	0.00%	0.11%	-0.01%
Indice des prix à la consommation	0.23%	0.73%	0.84%	0.31%	-0.01%	0.13%	0.35%	0.40%	0.07%	-0.05%	-0.07%	0.06%	0.26%	-0.03%

Evolution relative du PIB par rapport au scénario de référence



La comparaison avec les scénarios sans neutralisation des émissions de CO₂ et sans redevance sur le CO₂ révèle que cette dernière conduit à un ralentissement plus marqué de l'activité économique, et ce pour deux raisons: D'une part, la distorsion induite par la redevance, qui grève certaines productions plus lourdement que d'autres, ne peut pas être entièrement compensée par la réduction des charges sociales. D'autre part, la redevance induit un renchérissement des biens produits qui entraîne une réduction de l'investissement. De ce fait, le stock de capital croît moins vite et la productivité du travail baisse légèrement, ce qui renforce encore l'effet négatif de la redevance sur l'activité économique. Ces effets seront d'autant plus importants que son taux sera élevé. De fait, le recul du PIB atteint son maximum dans le scénario M+(40)-N, qui prévoit la perception d'une redevance élevée pendant une durée relativement longue pour réaliser l'objectif de la neutralisation.

A l'instar du PIB, la valeur ajoutée diminue sous le régime de la neutralisation du bilan du CO₂, essentiellement pour cause de réduction du capital disponible pour l'investissement productif. Par contre, le recul du facteur travail est nettement moins marqué. Le coût de ce facteur baisse du fait de la réduction des charges sociales, ce qui encourage les entreprises à remplacer le capital par le travail. Nous estimons que 4300 **emplois** disparaîtraient en cas d'abandon du nucléaire, tandis que le moratoire M+(40)-N se solderait par 2300 suppressions d'emplois. Quant à l'effet du moratoire prorogé M+(50)-N, il est négligeable.

L'introduction d'une redevance sur le CO₂ ne fait pas que déprimer l'activité économique, elle entraîne également une réduction du **bien-être** général. Le tableau ci-après indique les baisses que subirait le bien-être dans les différents scénarios de neutralisation du bilan du CO₂. Il convient de relever que les coûts externes - ceux d'un accident nucléaire, par exemple - ne sont pas pris en compte dans le calcul.

Effets sur l'emploi et le bien-être par rapport au scénario de référence

scénario	emploi [nombre d'emplois]	pertes/gains de bien-être entre 2000 et 2045		
		[Mio. CHF/an]	[PIB%]	effet sur les ménages [CHF/ménage/an]
SdN-N	-4300	-1000	-0.19%	-230
M+(40)-N	- 2300	-430	-0.08%	-110
M+(50)-N	+/- 0	-180	-0.03%	-40

La redevance perçue pour neutraliser le bilan du CO₂ diminue le bien-être général de 0,05 % de PIB supplémentaires (comparaison entre les scénarios SdN et SdN-N), ce qui équivaut à 250 millions de francs environ. La perte se chiffrera donc à 0,19 % du PIB, soit 1 milliard de francs par an entre les années 2000 et 2045, dans l'hypothèse d'un abandon de la filière nucléaire accompagné d'une compensation intégrale des émissions de CO₂, ce qui équivaut à 250 francs par ménage et par an. En termes de pertes de bien-être, les moratoires produisent des effets nettement plus modérés, de l'ordre de 40 à 110 francs par ménage et par an.

La décision d'abandonner prématurément le nucléaire procède généralement de la volonté d'éviter le risque d'accidents nucléaires et de réduire la production de déchets radioactifs. Ces risques inhérents à la filière n'ont pas été quantifiés ici. On n'a pas davantage pris en compte l'effet sur le bien-être des coûts externes induits par la consommation d'énergies fossiles. Or, pour arriver à chiffrer fidèlement le bien-être, il conviendrait de tenir compte du **coût du risque** et du **coût écologique**. On constate alors que ces coûts influent directement sur le bien-être général.

En cas d'accident nucléaire majeur dans une centrale suisse, l'exploitant de la centrale endosse certes une responsabilité civile illimitée. En pratique, cette dernière se borne à sa puissance financière, et une grande partie des coûts consécutifs à un accident nucléaire seront à la charge de la collectivité. En d'autres termes, la majeure partie du risque nucléaire est supporté par la collectivité et non pas par l'exploitant. L'abandon de la filière nucléaire permettrait de réduire les coûts inhérents à ces risques, mais il est difficile d'apprécier l'ampleur de l'allègement. En tout état de cause, on ne peut répondre à la question de savoir quel serait le bénéfice économique de la disparition du risque d'accident nucléaire.

Par contre, le coût d'un abandon du nucléaire en termes de perte de bien-être a été calculé: il se chiffre à 200 francs par ménage et par an. Il est donc permis de poser la question dans les termes suivants: serions-nous prêts à payer 200 francs en moyenne par ménage et par an pour éliminer le risque d'accident nucléaire ?

Retombées économiques dans le respect des objectifs pour le CO₂

Nos calculs indiquent que si la situation réelle évolue selon le scénario de référence, les objectifs de réduction du CO₂ ne seront pas atteints. Rappelons que la loi prévoit pour 2010 une réduction de 10% du CO₂ par rapport à 1990, après une économie de 15 % sur les combustibles et de 8 % sur les carburants.

Nous avons donc construit un nouveau scénario de référence (CO₂-Z dans le tableau ci-dessous) au terme duquel les objectifs de réduction fixés par la loi sont atteints. Y figure une taxe sur le CO₂ dont le taux varie suivant qu'il s'applique aux combustibles ou aux carburants. Nous pensons que la réalisation des objectifs de réduction du CO₂ hors abandon du nucléaire suppose la perception d'une taxe de CHF 210 par tonne de carburants et de CHF 30 par tonne de combustible.

Scénarios avec neutralisation du bilan du CO₂ et respect des objectifs de la loi.

scénario	durée expl. CN	politique énergétique	CO ₂ but atteint	CO ₂ inchangé	production d'électricité fos- sile autorisée même sans récup. de chaleur
référence CO ₂ -Z	50/60	LEn + redevance CO ₂ (objectif légal)	oui	--	oui
SdN CO ₂ -Z-N	30	LEn + redevance CO ₂ (objectif légal +neutral. du bilan CO ₂ avec abandon du nucléaire	oui	oui	non

Il faut se demander si l'abandon de la filière nucléaire est compatible avec la réalisation des objectifs légaux de réduction du CO₂ au moyen d'une redevance dont le montant maximum, 210 CHF/tonne, est lui aussi fixé par la loi. Le taux perçu sur les carburant étant déjà au maximum légal dans le scénario de référence, la réduction passera nécessairement par une redevance plus élevée sur les combustibles. Nous tablons sur un relèvement de 60 CHF/tonne, ce qui met le total de la redevance à 90 CHF/tonne dans le scénario SdN CO₂-Z-N.

Les retombées macroéconomiques du scénario SdN-Z-N sont légèrement plus négatives que celles du scénario SdN-N, sans atteindre pour autant un niveau significatif.

Effets de la modification des prémisses

Nous allons tenter de décrire ci-après les effets d'une modification des prémisses sur les résultats obtenus.

Dans le scénario d'abandon de la filière nucléaire, nous avons supposé que la production des installations à couplage chaleur-force de type classique prendrait, du moins partiellement, le relais des centrales nucléaires. Si la **pile à combustible** s'impose dans les années à venir comme une alternative viable, les coûts macroéconomiques d'une sortie anticipée du nucléaire s'en trouveraient réduits. Au cas où la pile de combustible permettrait de produire de l'électricité pour un prix de revient compris entre 5 et 9 ct/kWh, les pertes macroéconomiques supportées par la collectivité pour remplacer la filière nucléaire seraient réduites de moitié par rapport à celles de la filière CCF.

Les réactions des agents économiques, consommateurs et producteurs, sont modélisés par des fonctions d'utilité et de production qui permettent de substituer le travail au capital ou de remplacer la consommation d'électricité par celle d'autres biens. L'intensité de la substitution est fonction de l'**élasticité de substitution**, elle-même exogène, fixée par les auteurs de l'étude. Nous avons mené une analyse de sensibilité pour évaluer l'effet de différentes élasticités de substitution sur nos résultats. Nous pouvons dire en synthèse que la variation des élasticités de substitution n'entraîne pas de variation significative dans les effets de bien-être. Cela tient essentiellement au fait que les pertes d'efficacité dues aux renchérissements de l'énergie et les gains d'efficacité liés à la rétrocession de la redevance sur le CO₂ s'annulent en partie.

On observe des effets un peu plus perceptibles dans les grandes variables macroéconomiques, par exemple dans le PIB. A ce niveau, le choix d'une élasticité de substitution donnée entre biens de consommation et énergie n'est pas innocent: plus la possibilité de substitution est faible, plus le recul du PIB est marqué. Toutefois, l'effet de l'abandon de la filière nucléaire ne dépasse jamais 1% de recul du PIB.

Comme l'abandon du nucléaire prendra nécessairement la forme d'un processus de longue haleine aux effets prévisibles, les consommateurs et les producteurs pourront en anticiper les effets et à s'adapter. Cela valide à nos yeux les élasticités de substitution que nous avons retenues pour la présente étude ainsi que les résultats qui en découlent au titre des retombées économiques.