

Les potentiels de réduction du CO₂ dans le système énergétique suisse: perspectives jusqu'en 2010

Atteindre les objectifs de la loi sur le CO₂ ou respecter les engagements de Kyoto requiert des efforts considérables en matière de politique énergétique, de la construction et des transports ainsi que de la part des investisseurs, des pouvoirs publics et des ménages. Les trois quarts environ des objectifs fixés pourraient être réalisés en utilisant plus efficacement l'énergie, le dernier quart se composant d'un recours accru au gaz naturel et d'une extension des sources d'énergie renouvelable. La croissance économique n'en serait quasiment en rien compromise. Les coûts supplémentaires inhérents à ces objectifs de réduction sont comparables aux coûts externes évités.

Défis et chances à long terme

Trois tendances générales en matière de politiques énergétique et environnementale suggèrent, d'accélérer la consommation de gaz naturel, l'utilisation rationnelle de l'énergie et le recours à des sources d'énergie renouvelables en Suisse:

- le *changement climatique dû à des émissions de gaz à effet de serre anthropiques* a déjà commencé (IPCC 2001). Il ne fait pratiquement plus aucun doute qu'il est nécessaire de réduire les émissions de gaz à effet de serre dues à la production d'énergie en valeur absolue dans les pays industrialisés et en valeurs relatives dans les pays en développement. Cela représente des opportunités considérables pour les producteurs de technologie et les prestataires de services suisses;
- le *haut niveau de dépendance de la Suisse vis-à-vis du pétrole* (actuellement 46% des besoins en énergies primaires) représente un risque croissant pour la sécurité de l'approvisionnement avec une production de pétrole qui se concentre de plus en plus dans les pays de l'Opep (notamment au Proche-Orient, une région politiquement instable). Ce risque existe à l'échelle mondiale notamment pour les transports routier, aérien et maritime, qui dépendent presque à 100% des produits pétroliers;
- des *hausse sensibles du prix du pétrole, qui sert de référence sur les marchés énergétiques*, sont attendues entre 2015 et 2030 environ, lorsque la production pétrolière mondiale aura atteint son maximum. En raison du cycle de réinvestissements relativement long des raffineries, des stations-service et des installations de chaudières, il semble que l'accélération de la substitution des produits

pétroliers en matière de chauffage et de chaleur industrielle revête également une importance stratégique.

Ces trois défis constituent une chance pour les producteurs de nouvelles technologies énergétiques et les fournisseurs de gaz naturel: Ils constituent le point de départ de l'analyse dont les résultats sont résumés ici (voir Jochem et Jakob 2004).

Où se situent les chances technologiques pour la Suisse?

La question qui dominait les analyses effectuées était de déterminer les solutions technologiques applicables ainsi que leurs coûts pour la Suisse dans le but d'atteindre les objectifs visés par la loi sur le CO₂ et le Protocole de Kyoto.

Sur le *plan méthodologique* l'analyse a procédé à deux comparaisons: deux scénarios de réduction des émissions poursuivant des buts différents ont été comparés à l'évolution d'un scénario de référence propre à la Suisse en matière d'économie énergétique. Ce dernier comprend toutes les mesures décidées et mises en œuvre jusqu'à présent en matière de politique énergétique et environnementale à l'exception de la loi sur le CO₂ et du Protocole de Kyoto. Les deux scénarios de réduction (I et II) reposent sur l'application complète ou partielle de la loi sur le CO₂. L'ambitieux scénario II, visant à atteindre les objectifs au plan national, implique des mesures supplémentaires en matière de politique énergétique, dont:

- une taxe sur le carburant réduite pour le gaz naturel et la biomasse;
- une taxe incitative sur le CO₂ de 50 fr./t de CO₂ pour les combustibles, de 100 fr./t de CO₂ pour les carburants, soit 1,0 ct./kWh pour le gaz naturel, 13 ct./l pour le mazout, 24 ct./l pour l'essence et 26 ct./l pour le diesel.

Les analyses ont porté sur l'évolution des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques conventionnels, les répercussions financières (effets de coûts directs et coûts externes) ainsi que les conséquences sur le plan énergétique et économique global. Pour les analyses, on a utilisé des modèles de calcul sectoriel basés sur les processus, développés par le Centre for Energy Policy and Economics (Cepe) et l'Institut Paul Scherrer (PSI).



P' Eberhard Jochem
Professeur en économie de l'énergie, Centre for Energy Policy and Economics (Cepe) de l'École polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ)



Martin Jakob
Centre for Energy Policy and Economics (Cepe) de l'École polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ)

Le calcul des coûts au niveau de l'économie des processus ou microéconomique se base le plus souvent sur les frais d'investissement et d'exploitation relatifs à un projet donné. Pour le calcul des coûts de capital annuels, on a utilisé un taux d'intérêt réel de 2,5% au plan macroéconomique et de 8% (ou 5% pour les bâtiments) pour les agents économiques eux-mêmes. Les chiffres ne comprennent en général pas de coûts de transaction ou de programmes car il n'existe actuellement encore que peu d'informations empiriques directement utilisables en ce domaine.

Que peut-on attendre de l'efficacité énergétique?

Par rapport au produit intérieur brut (PIB), l'intensité de l'énergie finale – autrement dit le rapport entre le besoin en énergie finale et le PIB – s'améliore dans le scénario de référence d'en moyenne un bon pour cent par an, une valeur que l'on retrouve couramment dans de nombreux pays de l'OCDE ces vingt dernières années. Dans ce scénario de référence, se dessinent des tendances typiques: améliorations techniques dans le cycle de réinvestissements (p. ex. pour les installations de chauffage, les processus industriels et les bâtiments), changement structurel supplémentaire vers des productions et des services nécessitant moins d'énergie ainsi que des effets de saturation dans une société ayant un revenu élevé par habitant.

En revanche, dans le scénario de réduction II, le besoin en énergie finale s'élève en 2010 à 760 PJ avec une baisse d'environ 30 PJ (-5,7%) par rapport à 1999. Les plus grandes réductions en besoins énergétiques sont obtenues dans le domaine des bâtiments et des véhicules routiers. De plus, les besoins en énergie ont été largement réduits en raison des modifications subies par la politique des transports et, dans une moindre mesure, de la politique suivie en matière d'efficacité des matériaux. Ces gains d'efficacité énergétique sont réalisables en prenant des mesures dans les seuls domaines de l'investissement et de l'organisation, qui n'entravent pas l'utilité de la consommation ou de la production.

Comment le gaz naturel contribue-t-il à la diminution du CO₂?

Depuis que le gaz naturel a été introduit au début des années septante, il a conquis un territoire considérable. Bien que les deux tiers de la population vivent dans des communes raccordées au gaz naturel, le raccordement effectif a nettement moins progressé: seul un cinquième des logements et un bon dixième des maisons familiales sont reliés au réseau de gaz naturel. Dans les services et l'industrie, le de-

gré de raccordement comparé à celui de l'équipement est légèrement supérieur.

Cette situation ainsi que les analyses effectuées, qui recouvrent la dimension spatiale, donnent à entendre que, quel que soit le scénario, la densification de l'approvisionnement en gaz, autrement dit le raccordement de nouveaux clients dans une zone déjà équipée, jouera un rôle important, l'effet de synergie réduisant les coûts. L'équipement des nouvelles zones d'aménagement sera également essentiel. Le scénario de réduction II postule une extension et une accélération de l'alimentation en gaz en raison de la diversification des énergies primaires et des contraintes liées aux mesures de prévention contre le changement climatique; la vitesse de diffusion des années nonante subsisterait jusqu'en 2012 (contrairement au scénario de référence évoquant des phénomènes de saturation). L'augmentation de la part du gaz naturel par rapport au scénario de référence donne lieu à une réduction des besoins en pétrole ainsi que des émissions de CO₂ d'environ 340 000 t CO₂ en 2012 (scénario de réduction II).

La contribution des énergies renouvelables

Le développement de l'utilisation d'énergies renouvelables jusqu'en 2012 est surtout important en ce qui concerne la production de chaleur. Malgré la stagnation de ce dernier marché, le scénario de référence évoque une augmentation de la part du bois (la régression observée des chauffages à bois traditionnels sera surcompensée par les technologies modernes) et du nombre de pompes à chaleur (les besoins supplémentaires en électricité seront surcompensés par le remplacement des chauffages et chauffe-eau électriques), la combustion des déchets organiques et la production d'eau chaude solaire. Dans le scénario II, la part des énergies renouvelables et de l'exploitation des déchets (à l'exclusion de l'énergie hydraulique) dans les besoins en énergie primaire passe de 6% à 7,7%. C'est surtout dans les décennies qui suivent que les énergies renouvelables joueront un rôle important.

Jusqu'en 2012, les énergies renouvelables n'auront qu'un rôle mineur dans le trafic routier, en raison du temps nécessaire à la mise en place des infrastructures. Les carburants issus d'énergies renouvelables pourront contribuer eux aussi, à moyen terme, à réduire les émissions de CO₂.

Le rendement écologique (souvent oublié) des émissions réduites

Les polluants traditionnels (NO_x, SO₂ et particules) diminueront d'environ un tiers par rapport à 1999. Rien que pour ce qui est des conséquences sur la santé publique, en termes de mortalité et de morbidité, le scénario de rédu-

Encadré 1

Rapport coûts/bénéfices des investissements

Dans le scénario de réduction II, les investissements pour l'efficacité et la substitution engendrent des coûts supérieurs pour un montant total de 400 millions de fr./an (agents économiques) et de 160 millions de fr./an (macroéconomie) par rapport au scénario de référence. La plus grande part revient aux bâtiments et au trafic routier. Les coûts nets supplémentaires pour l'extension de l'usage du gaz naturel dépendent du rapport entre les pertes de revenus dues à un marché de la chaleur en recul et l'amélioration de l'utilisation de l'infrastructure existante par la densification. Ces coûts nets sont compensés par les coûts externes auxquels on échappe en évitant d'émettre des polluants atmosphériques et des gaz à effet de serre (voir tableau 1). Selon les études les plus récentes, les coûts des agents économiques renchérissement en partie, car les bénéfices supplémentaires (p. ex. rénovation des bâtiments ou constructions plus efficaces sur le plan de l'énergie, augmentation du confort, meilleure protection acoustique, rendements locatifs plus élevés, meilleure évolution de la valeur des bâtiments) n'ont pas été intégrées dans le calcul (voir Ott et al. 2005).

Tableau 1

Coûts annuels nets de l'efficacité énergétique et de la substitution des carburants

Avec des taux d'intérêts différents, scénario durable I (par rapport au scénario de référence) et scénario durable II (par rapport au scénario durable I) ainsi que coûts externes évités (en millions de francs/an)

Mesure de réduction du CO ₂ et secteur	Scénario durable I		Scénario durable II	
	Intérêt 8%	Intérêt 2.5%	Intérêt 8%	Intérêt 2.5%
Coûts: efficacité énergétique et substitution				
Ménages (résidences et appareils)	62 ^a	3	264 ^a	122
Services	26	4	57	21
Industrie	-1	-21	30	7
Transports	16	-26	87	30
Total des coûts nets directs	103	-40	440	180
Bénéfice: coûts externes évités				
- par les polluants atmosphériques	n.c.	-110	n.c.	-200
- par un changement climatique (gaz à effet de serre)	n.c.	-5 à -50	n.c.	-20 à -200
Total des coûts externes évités	n.c.	-115 à -160	n.c.	-220 à -400
Total global	-155 à -200		-40 à -220	

a Taux d'intérêt réel pour les bâtiments et le réseau de gaz naturel 5%.

Source: calculs du Cepe, PSI, s&p / La Vie économique

tion II implique une diminution des coûts externes de l'ordre de 200 millions de francs en 2012 par rapport au scénario de référence (soit environ 1000 années de vie perdues par an au moins). Ce chiffre ne tient d'ailleurs pas compte des mesures d'adaptation aux changements climatiques qui, déjà aujourd'hui, coûtent fort cher aux cantons de montagne!

L'évaluation du montant des *dommages dus aux émissions de gaz à effet de serre* est encore incertaine, dans la mesure où ceux-ci n'apparaîtront que dans plusieurs décennies. On voit, cependant, aujourd'hui les premiers surplus d'investissements que provoquent les inondations, les avalanches, la protection contre les coulées, la neige artificielle et l'air conditionné. Ainsi, si l'on tient compte des économies faites sur les coûts des émissions de gaz à effet de serre dans les bénéfices attendus, ceux-ci se situent dans la même fourchette que les frais supplémentaires projetés (voir *tableau 1*).

Comparaison des trois options technologiques en matière de réduction du CO₂

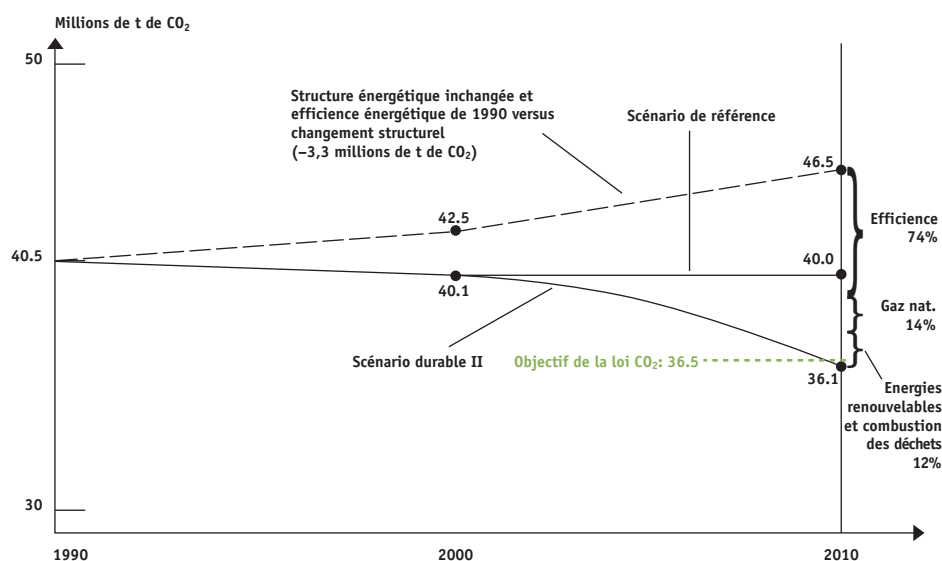
Si l'efficacité énergétique n'avait pas connu d'amélioration constante depuis 1990 (constructions nouvelles, rénovation de bâtiments, remplacement des installations industrielles et de chauffage, etc.), les émissions de CO₂ dépasseraient considérablement (de quelque 46 millions de t CO₂) le scénario de référence en raison de la croissance économique, de l'augmentation des surfaces chauffées, et du nombre de véhicules; la production de CO₂ dépasserait d'environ 10 millions de tonnes l'objectif à atteindre (voir *graphique 1*). Ainsi, quel que soit le mode de calcul, les augmentations d'efficacité représentent globalement la plus importante contribution (environ les trois quarts de l'effort global) à la réduction des émissions de CO₂ entre 1990 et 2012. Comparativement, la substitution par le gaz naturel représente une contribution certes importante (14%), mais pas majeure. Les énergies renouvelables (y compris la combustion des déchets organiques) apportent une contribution comparable de 12%. La substitution de carburants par l'électricité contribue peu à faire baisser les émissions de CO₂.

La croissance économique ne sera guère touchée

Selon les résultats des études dont nous disposons (voir *graphique 2*), les effets de la taxe sur le CO₂ sur la *croissance du PIB* sont à considérer comme marginaux. L'importance et le sens de l'écart du PIB par rapport au niveau de référence dépendent de la forme que prendra le remboursement de la taxe et de la situation sur le marché du travail. Si le niveau de la taxe reste li-

Graphique 1

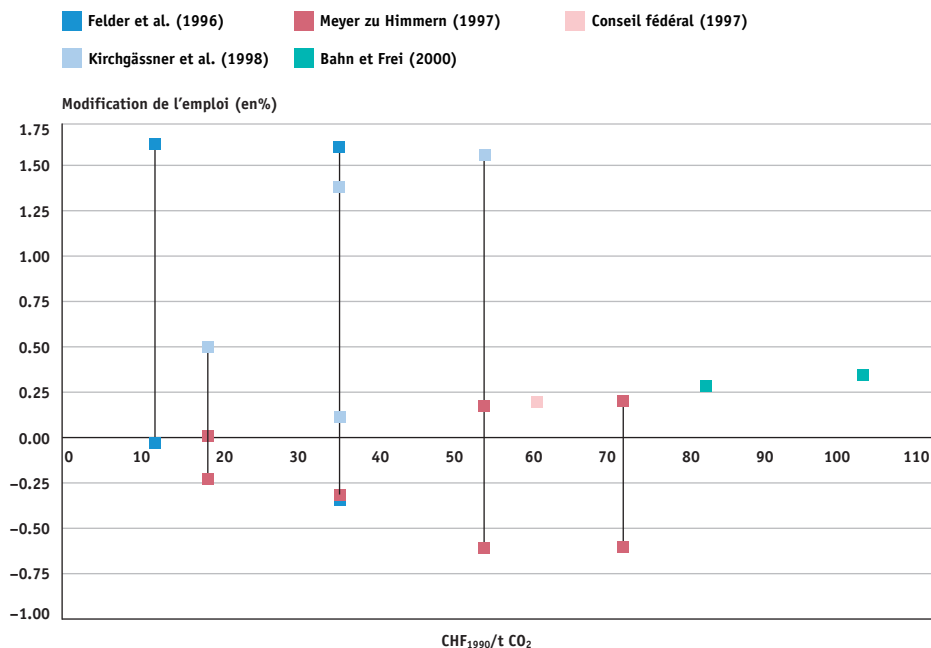
Évolution des émissions de CO₂ et réduction possible suivant le scénario II, de 1990 à 2010



Remarque: évolution des émissions de CO₂ entre 1990 et 2010 dans le cas d'une structure énergétique inchangée et sans progrès technique dans le domaine de l'énergie (courbe supérieure) et quote-parts respectives de l'augmentation de l'efficacité énergétique, des énergies nouvelles et du gaz naturel dans la réduction des émissions, suivant le scénario durable II.

Source: Jochem, Jakob / La Vie économique

Graphique 2

Modification de l'emploi après l'introduction d'une taxe sur le CO₂ en Suisse

Source: diverses (voir encadré 2) / La Vie économique

Encadré 2

Remerciements

Les auteurs remercient le Fonds de recherche de l'industrie gazière (Foga) et les institutions participantes de l'EPF Zurich, du Cepe, du PSI, d'ESU-services et de s&p pour leur soutien financier et l'aide fournie, qui ont permis l'étude résumée ici. Nous remercions également les coauteurs (B. Aebischer, G. Catenazzi, R. Madlener, M. Wickart, O. Bahn, L. Gutzwiller, Th. Heck, S. Hirschberg, A. Janssen, S. Kypreos, S. Lienin, R. Frischknecht, J. Schwarz) et tous les collaborateurs qui ont permis la réalisation de ce projet par leur engagement et leurs compétences.

Encadré 3

Bibliographie

- Bahn O. et Frei C., *GEM-E3 Switzerland: A Computable General Equilibrium Model Applied for Switzerland*, PSI-Bericht n° 00-01, Institut Paul Scherrer (PSI), Villigen, 2000.
- Felder S. et van Nieuwkoop R., «Revenue recycling of a CO₂ tax: Results from a general equilibrium model for Switzerland», *Annals of Operations Research* 68, 1996, pp. 233-265.
- IPCC, *Climate Change (2001). Mitigation: Contribution of Working Group III to TAR of the IPCC*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001; sommaire en langue française: GIEC, *Bilan 2001 des changements climatiques: mesures d'atténuation. Résumés du Groupe de travail III du GIEC*, 2001.
- Jochem E. et Jakob M. (éd.), *Energieperspektiven und CO₂-Reduktionspotenziale in der Schweiz bis 2010*, vdf Verlag, Zurich, 2004.
- Kirchgässner G., Müller U. et Savioz M., «Ecological tax reform and involuntary unemployment: Simulation results for Switzerland», *Swiss Journal of Economics and Statistics* 134, 1998, pp. 329-353.
- Meyer zu Himmern A.-C., *Strukturelle Auswirkungen umweltpolitischer Massnahmen zur Bekämpfung des Treibhauseffektes*, Dissertation n° 2002, université de Saint-Gall (HSG), Saint-Gall, 1997.
- Ott W., Baur M. et Jakob M., *Direkte und indirekte Zusatznutzen bei energieeffizienten Wohngebäuden*, econcept et Cepe; EPF Zurich, sur mandat de l'Ofen-FEE, OFL, HEV, ewz. Bern (à paraître cette année).

mité (de 30 à 40 fr./t de CO₂), si la quote-part de l'État est tempérée par le remboursement, et/ou si des innovations apparaissent dans les services et les applications énergétiques, l'augmentation de la productivité des ressources peut avoir une incidence positive.

Pour autant que la taxe sur le CO₂ soit limitée à environ 60 fr./t de CO₂, son incidence sur l'emploi peut être positive, selon les études dont nous disposons, dans la mesure où l'énergie importée serait remplacée en grande partie par des produits suisses à haute efficacité énergétique ainsi que par des services et des énergies renouvelables; en outre, la mise en œuvre de mesures rentables peut générer un effet positif complémentaire sur la demande (voir graphique 2). Les effets négatifs sur l'emploi se feront surtout sentir dans le secteur énergétique conventionnel, tandis que les producteurs de technologie et le secteur du bâtiment observeront un effet positif sur l'emploi net. Les travaux de planification, de construction et de rénovation consécutifs à cette politique seront particulièrement les bienvenus dans les zones rurales, qui ont souvent des problèmes structurels.

Conclusions

La politique énergétique et climatique menée jusqu'à présent – le plus souvent basée sur des mesures volontaires – ne permettra pas d'atteindre les objectifs de la loi sur le CO₂ et du Protocole de Kyoto. Il faudra de gros efforts pour y arriver avant l'échéance de 2012. L'augmentation de l'efficacité énergétique y contribuerait pour les trois quarts, tandis que la substitution du pé-

trôle par le gaz naturel et l'extension des énergies renouvelables y contribueraient – chacune pour moitié à peu près – pour le quart restant. Ainsi, l'importance de l'efficacité énergétique est sous-estimée dans notre politique énergétique, alors que le rôle des énergies renouvelables au cours de la présente décennie est surestimé dans l'opinion publique comme dans les médias. Jusqu'à présent, l'impact des mesures sur l'environnement (réduction des coûts externes) et dans le domaine du bâtiment (amélioration du confort domestique, conservation/augmentation de la valeur des immeubles) n'a pas été suffisamment mis en exergue. Du point de vue conceptuel, c'est toujours la stratégie de l'offre d'énergie (alternative) qui prévaut, alors qu'il faudrait se tourner vers l'efficacité économique des ressources et mettre en place une politique d'innovation offensive.

Plus le monde politique et les entreprises tardent à instaurer de nouvelles mesures, plus il sera onéreux de remplir les objectifs de Kyoto avant 2012. La Suisse, pays de haute technologie, risque de compromettre son image si elle n'est pas capable d'atteindre les buts qu'elle s'est elle-même fixés. En outre, l'économie suisse pourrait rater l'occasion de faire œuvre de pionnière et d'exporter des installations et machines à haut niveau d'efficacité. Il est certain que le changement climatique et la menace d'augmentation des prix des énergies fossiles resteront un défi permanent au cours des prochaines décennies. Il faut transformer la totalité du stock capital pour qu'il atteigne une plus haute efficacité énergétique et des matériaux.