

EFFICACITÉ ÉLECTRIQUE ET ÉNERGIES RENOUVABLES – UNE ALTERNATIVE RENTABLE AUX GRANDES CENTRALES

Résumé du rapport final
Zurich, le 7 mai 2010



TNC CONSULTING AG
SEESTRASSE 141
8703 ERLNBACH
t +41 44 991 55 77
f +41 44 991 55 78

WWW.TNC.CH

The logo for INFRAS, consisting of the word 'INFRAS' in a white, lowercase, sans-serif font on a black rectangular background, which is partially overlaid by a yellow square on the right side.

inFRAS

INFRAS

BINZSTRASSE 23
POSTFACH
CH-8045 ZÜRICH
t +41 44 205 95 95
f +41 44 205 95 99
ZUERICH@INFRAS.CH

MÜHLEMATTSTRASSE 45
CH-3007 BERN

WWW.INFRAS.CH

IMPRESSUM

MANDANTS

WWF Suisse; Greenpeace Suisse; SES – Fondation Suisse de l'Énergie; Pro Natura
Departement für Wirtschaft, Soziales und Umwelt des Kantons Basel-Stadt
Service de l'énergie, Département du territoire, Etat de Genève

AVEC LE SOUTIEN DE

Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (ewz), Stromsparfonds
Energie Wasser Bern (ewb), Ökofonds

MANDATAIRES

INFRAS, Binzstrasse 23, Postfach, 8045 Zürich, www.infras.ch
TNC Consulting AG, Seestrasse 141, 8703 Erlenbach, www.tnc.ch

AUTEURS

Bernhard Oettli, Stephan Hammer, Fabia Moret, Rolf Iten (INFRAS)
Thomas Nordmann (TNC)

BEGLEITGRUPPE

Martin Bretscher, ewb
Markus Diacon, Amt für Umwelt und Energie Kanton Basel-Stadt
Kurt Egger, SuisseEnergie pour les communes
Myriam Garbely, Service de l'énergie, Etat de Genève
Patrick Hofstetter und Ulrike Saul, WWF Suisse
Beat Jans, Pro Natura
Annette Reiber, Greenpeace Suisse
Sabine von Stockar, SES
Marcel Wickart, ewz

Les mandataires sont responsables du contenu de cette étude.

RÉSUMÉ

INTRODUCTION

Préambule

Les grandes entreprises du réseau d'interconnexion suisse d'électricité partent du principe qu'en 2035, il manquera en Suisse 25 à 30 TWh d'électricité. En mars 2007, les entreprises membres de swisselectric¹ ont annoncé qu'il faudrait investir environ 30 milliards de francs d'ici 2035 afin de garantir l'approvisionnement en électricité (cf. swisselectric 2007). Des investissements sont prévus dans des centrales nucléaires, les énergies renouvelables, des centrales à cycle combiné, des centrales de pompage-turbinage et l'aménagement du réseau.

Les organisations de protection de l'environnement (WWF Suisse, Greenpeace Suisse, la Fondation suisse de l'énergie SES, Pro Natura) et les cantons de Bâle-Ville et de Genève en collaboration avec ewz (« Elektrizitätswerk der Stadt Zürich ») et ewb (« Energie Wasser Bern ») proposent une alternative à la stratégie de swisselectric: renoncer à investir dans de grandes centrales électriques et exploiter l'ensemble des potentiels décentralisés en matière d'énergies renouvelables et d'utilisation rationnelle de l'électricité.

Objet de l'étude

La présente étude compare les effets sur le bilan énergétique et sur l'économie nationale de la stratégie d'investissement des entreprises du réseau d'interconnexion suisse d'électricité (scénario «Grandes centrales») avec ceux d'une stratégie misant sur des investissements dans les énergies renouvelables et des mesures destinées à utiliser plus rationnellement l'électricité (scénario «Efficacité électrique et énergies renouvelables»). L'étude évalue également les répercussions sur l'environnement et les risques liés à ces deux scénarios. Pour ce qui est de la production supplémentaire et des économies d'électricité à réaliser, l'hypothèse de départ est celle de swisselectric selon laquelle, à défaut de mesures adéquates, il manquera en Suisse en 2035 entre 25 et 30 TWh d'électricité pour répondre aux besoins.

1 swisselectric est une organisation des entreprises du réseau d'interconnexion suisse d'électricité. Ses membres sont Alpiq, Axpo, BKW FMB, CKW et EGL.

Le scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables comporte deux variantes:

- › La Variante 1 prévoit que les investissements dans le domaine des énergies renouvelables pour la production d'électricité n'auront lieu qu'en Suisse.
- › Dans la Variante 2, par contre, l'électricité produite à partir d'énergies renouvelables sera achetée à l'étranger si son prix est plus avantageux ou si les sites de production étrangers offrent un potentiel de rendement technique plus important.

Méthodologie

Les scénarios ont été comparés à l'aide de deux modèles quantitatifs et de données qualitatives complémentaires. Les méthodes appliquées peuvent se résumer comme suit:

- › Dans les deux scénarios, la production supplémentaire et les économies d'électricité ainsi que les coûts (investissements et rentabilité) ont été estimés par rapport à une seule et même évolution de référence, à savoir celle admise par swisselectric pour l'évolution de la demande et de l'offre d'électricité. Cette évolution de référence postule une augmentation de la demande d'électricité, qui passerait de 60 TWh en 2005 à 77 TWh en 2035, et une réduction de l'offre (à défaut des investissements prévus), de 60 TWh en 2005 à 47 TWh en 2035. L'évolution de la demande est basée sur les éléments suivants: l'augmentation de la population, des besoins accrus (p. ex. dans le domaine de la ventilation, de la climatisation et du froid), des effets de substitution (dus notamment à des pompes à chaleur supplémentaires, à l'amélioration des transports publics et à l'électrification du trafic individuel motorisé) ainsi que la réduction de la consommation attendue en raison des mesures adoptées par les autorités politiques.
- › Les potentiels et les coûts des deux scénarios ont été évalués grâce à des modèles de simulation appliqués intégrant les technologies, et calculés à l'aide d'un «calculateur de scénario». Les plans d'investissement des deux variantes du scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables ont été ajustés à l'aide du calculateur de scénario de manière à atteindre, en 2035, la même quantité annuelle d'électricité que la production prévue, grâce aux investissements envisagés dans le scénario Grandes centrales. Le calculateur de scénario indique alors, pour chaque scénario, les investissements nécessaires ainsi que les effets sur le bilan énergétique et la rentabilité considérée sous l'angle de l'économie na-

tionale, c.-à-d. en prenant pour indicateur la valeur actuelle nette² de ces investissements.

- › Les impacts des deux scénarios sur la valeur ajoutée et l'emploi en Suisse ont été évalués à l'aide d'un modèle analytique de l'emploi. Cette évaluation des impacts sur la valeur ajoutée et l'emploi a été effectuée par comparaison avec une situation hypothétique dans laquelle des importations d'électricité compenseraient la production indigène insuffisante.
- › Les données de base et les renseignements qualitatifs nécessaires à cette comparaison ont été obtenus en analysant des publications et en interviewant dix-huit experts.

Les délimitations suivantes ont été opérées:

- › Parmi les mesures visant à augmenter l'efficacité électrique, seuls des investissements destinés à des améliorations techniques du côté de la demande ont été pris en considération. Aucune mesure en rapport avec l'offre (transport et distribution de l'électricité) ni aucune modification du comportement des utilisateurs n'a été incluse dans la modélisation.
- › Dans le scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables, les «potentiels» et leur évolution dans le temps sont définis comme les gains d'efficacité et le développement des énergies renouvelables qui seraient effectivement réalisables, à condition de renforcer les efforts en la matière. En général, ces potentiels se situent entre les potentiels techniques et les potentiels économiques d'une technologie ou d'une application donnée.
- › Les effets sur le bilan énergétique sont pris en compte annuellement. Une analyse différenciée (été/hiver et jour/nuit) de la consommation aurait été entachée d'incertitudes (p. ex. en ce qui concerne l'influence du changement climatique sur la demande) et aurait dépassé le cadre de la présente étude. De plus, nous sommes partis du principe que les échanges transfrontaliers en cours de journée auraient lieu comme aujourd'hui et que les capacités actuelles de stockage saisonnier en Suisse seraient pleinement mises à contribution.
- › La disponibilité de la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables (fluctuations de production dues à des facteurs météorologiques) et les conséquences de celle-ci sur la garantie de l'approvisionnement en électricité n'ont pas été analysées en profondeur. Toutefois, nous sommes convaincus que des solutions peuvent être apportées aux

² Pour calculer la valeur actuelle nette, on soustrait la somme des valeurs actuelles de toutes les dépenses de la somme des valeurs actuelles de toutes les recettes. Calculée sur la durée d'utilisation, c.-à-d. sur la durée de vie d'un investissement, elle permet d'évaluer la rentabilité de cet investissement.

défis liés à la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables. Ces défis concernent la disponibilité et l'intégration au réseau électrique. Parmi les solutions possibles, citons l'utilisation accrue des centrales de pompage-turbinage pour optimiser le système et diverses mesures techniques, notamment l'aménagement ciblé du réseau, une réserve de réglage plus importante, des réseaux intelligents de type «Smart Grid» et la combinaison de différents types de centrales.

- › Le niveau réel des sommes à investir dans l'aménagement du réseau étant incertain dans les deux scénarios, ces investissements n'ont pas été pris en considération dans la comparaison de ces scénarios. Cependant, nous sommes d'avis que les investissements nécessités par l'aménagement du réseau seront moins importants dans le scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables que dans le scénario Grandes centrales.
- › Actuellement, l'aménagement des centrales de pompage-turbinage est avant tout important pour le commerce de l'électricité (dans une «perspective européenne») et non pas pour garantir l'approvisionnement en électricité ou encore pour stabiliser le réseau au moment des pointes de charge. Dès lors, les investissements correspondants ne sont pas pris en considération dans la comparaison des scénarios. Toutefois, dans le cas d'un développement intense des énergies renouvelables, les centrales de pompage-turbinage pourraient jouer, à l'avenir, un rôle important dans l'intégration des différents systèmes d'approvisionnement en électricité.

LES SCÉNARIOS

Scénario Grandes centrales

Selon le plan d'investissement actualisé, swisselectric prévoit d'investir dans deux centrales nucléaires de 1'600 MW chacune, dans des énergies renouvelables (principalement mini-hydraulique et biomasse), dans une centrale à cycle combiné ainsi que dans l'aménagement du réseau et trois centrales de pompage-turbinage³. En 2035, il sera ainsi possible de produire 30 TWh supplémentaires d'électricité (voir Figure 1). D'après nos calculs, les coûts d'investissement devraient atteindre en tout 44 milliards de francs (voir Tableau 1). Ces investissements sont de l'ordre de 39 milliards de francs si l'aménagement du réseau et les centrales de pompage-turbinage ne sont pas pris en considération.

³ Le plan d'investissement actualisé de swisselectric se base sur le communiqué de presse du 22 mars 2007 (swisselectric 2007) et sur des indications complémentaires de swisselectric et d'Axpo (entretien du 11 août 2009). Toutefois, les compléments et les précisions de swisselectric et d'Axpo (entretien du 11 août 2009) ne constituent pas une prise de position officielle de l'association approuvée par son comité directeur.

SCÉNARIO GRANDES CENTRALES: PLAN D'INVESTISSEMENT³		
Investissements d'ici 2035, par secteur	Volume (milliards de CHF)	Energie supplémentaire produite en 2035
Énergies renouvelables (principalement mini-hydraulique et biomasse)	11 milliards ¹⁾	5 TWh
2 centrales nucléaires de 1'600 MW chacune	27 milliards ²⁾	24 TWh ¹⁾
1 centrale à cycle combiné	1 milliard ¹⁾	1 TWh ¹⁾
Aménagement du réseau	2 milliards	--
3 centrales de pompage-turbinage	3 milliards	Compensation des pointes de puissance appelée
Total	44 milliards	30 TWh

¹⁾ Calculs INFRAS

²⁾ D'après les documents les plus récents, les coûts d'investissement de l'ordre de 10 à 12 milliards de francs admis par swisselectric pour deux centrales nucléaires (cf. swisselectric 2007) sont trop bas. D'après nos calculs, les coûts d'investissement correspondants sont d'environ 27 milliards de francs (hypothèse: prix de revient du kWh nucléaire: 8.7 cts; calculs basés sur Prognos 2009, Schneider et al. 2009, Lovins et al. 2008, The Keystone Center 2007).

Tableau 1 Sources: swisselectric 2007; indications fournies par swisselectric/Axpo le 11 août 2009; calculs INFRAS.

Scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables

La Figure 1 propose une alternative au scénario Grandes centrales; il s'agit d'exploiter au maximum les potentiels d'utilisation rationnelle de l'électricité et de production à partir d'énergies renouvelables.

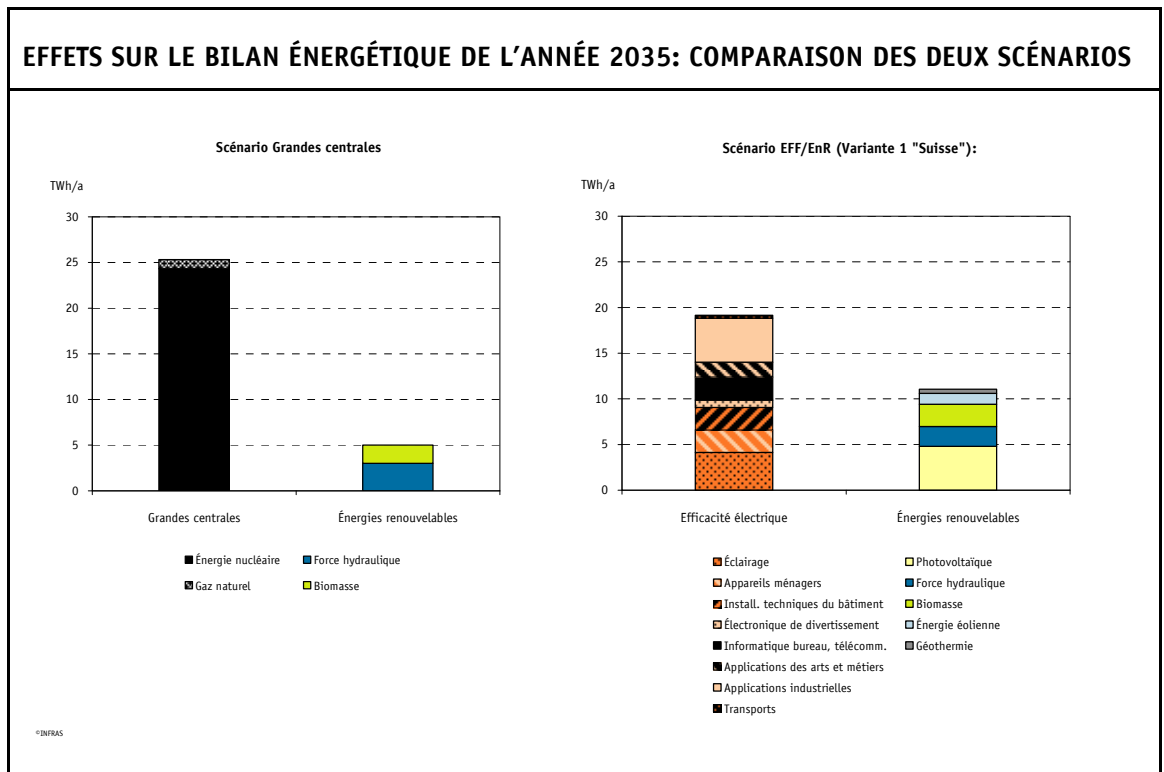


Figure 1

Dans le scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables, l'objectif pour l'année 2035, à savoir une disponibilité supplémentaire de 30 TWh, est atteint, pour un peu moins des deux tiers (19 TWh), grâce à la mise en œuvre de toutes les économies potentielles et pour le bon tiers restant (11 TWh) grâce à la production à partir d'énergies renouvelables (voir Figure 1):

- › En ce qui concerne l'efficacité électrique, d'ici 2035, le potentiel d'économies réalisables pour les technologies et les applications considérées aura en grande partie été mis en œuvre⁴. Ce sont principalement les mesures dans le domaine de l'éclairage et des applications industrielles qui contribueront à atteindre le but visé.
- › Les deux variantes étudiées présentent des différences en ce qui concerne les énergies renouvelables:

⁴ Dans le scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables, on admet que d'ici 2035, le tiers des potentiels d'efficacité de 9 TWh de ce qu'on peut appeler le «fonctionnement inutile» aura été mis en œuvre. Par «fonctionnement inutile», on entend le fonctionnement d'appareils et d'équipements à plus ou moins à plein régime, dans leur fonction principale et avec consommation d'énergie, mais sans la fourniture d'un quelconque service à ses utilisateurs, ni localement, ni dans le temps (cf. Brunner et al. 2009). Des mesures d'efficacité à prendre du côté de l'offre (principalement des réseaux intelligents fonctionnant selon le concept de «Smart Grid») seraient une autre possibilité, de même que des changements dans le comportement des utilisateurs et l'utilisation des équipements.

- › La variante 1 ne prévoit des investissements dans les énergies renouvelables que sur le territoire national. Le photovoltaïque et la biomasse fournissent les contributions les plus importantes. En comparaison, les contributions de la force hydraulique, de l'énergie éolienne et de la géothermie à cette production supplémentaire d'électricité à partir d'énergies renouvelables sont modestes.
- › La variante 2 prévoit que les deux tiers, ou presque, de l'électricité produite à l'aide d'énergies renouvelables sera importée de l'étranger (énergie éolienne et centrales solaires thermiques), parce que la productivité y est supérieure ou les coûts moindres. Dans le pays, la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables se fera essentiellement à partir de la biomasse et de la force hydraulique.

Les investissements prévus d'ici 2035 dans le scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables sont de l'ordre de 65 milliards de francs dans la variante 1 et de 57 milliards de francs dans la variante 2, respectivement⁵, dont 41 milliards de francs dans des mesures visant à améliorer l'efficacité électrique et 24 milliards de francs (variante 1) ou 16 milliards de francs (variante 2) dans les énergies renouvelables.

Les mesures de politique énergétiques suivantes sont nécessaires pour mettre en œuvre tous les potentiels d'efficacité électrique et d'énergies renouvelables:

- › Adopter, au niveau national, des objectifs quantitatifs contraignants en matière de consommation d'électricité et de production d'électricité à partir d'énergies renouvelables. Ces objectifs découlent de l'évolution dans le temps décrite dans le scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables.
- › Renforcer et élargir les prescriptions aux niveaux national et cantonal, en particulier en ce qui concerne les exigences minimales imposées aux appareils, aux installations, aux moteurs et à l'éclairage.
- › Introduire une taxe incitative sur l'électricité, conduisant progressivement d'ici 2018 au doublement (au moins) du prix actuel de l'électricité. Le produit de la taxe sera redistribué aux ménages et à l'économie. Pendant une période transitoire, une partie de ce produit devra être affectée au financement de mesures d'encouragement. Pour les entreprises grosses consommatrices d'électricité, on pourra prévoir, le cas échéant, une réglementation d'exception destinée à assurer leur compétitivité sur les marchés internationaux.

⁵ Sans les investissements éventuels dans un aménagement du réseau ou des centrales de pompage-turbinage.

- › Mettre sur pied des mesures d'encouragement (subventions) pendant une période transitoire, en particulier développer la rétribution à prix coûtant du courant injecté (RPC) et augmenter les montants à disposition pour des appels d'offres (p. ex. un fonds pour les économies d'électricité) dans le but de réduire la consommation d'électricité.
- › Instaurer des mesures complémentaires des pouvoirs publics, des entreprises responsables de l'approvisionnement énergétique et de l'économie, en particulier dans les domaines de l'information et du conseil, des formations de base et continue, de l'élimination des obstacles juridiques, des programmes d'encouragement et des acquisitions exemplaires.

COMPARAISON DES SCÉNARIOS

Effets sur le bilan énergétique et les coûts

Le Tableau 2 présente les effets des deux scénarios sur la production et les économies d'électricité ainsi que les coûts correspondants.

EFFETS SUR LE BILAN ÉNERGÉTIQUE ET LES COÛTS			
	Scénario Grandes centrales	Scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables	
		Variante 1 «Suisse»	Variante 2 «Importation EnR»
Production et économies supplémentaires d'électricité en 2035	30 TWh	30 TWh	30 TWh
Production et économies d'électricité cumulées de 2006 à 2035	374 TWh	414 TWh	412 TWh
Investissements (sans l'aménagement du réseau ni les centrales de pompage-turbinage)	39 milliards	65 milliards	57 milliards
Valeur actuelle nette (rentabilité économique) (sans les aménagements du réseau ni les centrales de pompage-turbinage)	-9.0 milliards	2.8 milliards	0.9 milliards

Tableau 2

Les résultats peuvent se résumer comme suit:

- › Bien que l'effet sur le bilan énergétique en 2035 soit par définition identique pour les deux scénarios (30 TWh), le scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables aura, au cours de la période 2006–2035, un effet cumulé qui dépassera finalement en 2035 d'environ 10% celui du scénario Grandes centrales. Ceci provient du fait que les mesures prévues par le scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables seront mises en œuvre sans plus attendre et renforcées continuellement. Par contre, les centrales nucléaires

prévues dans le scénario Grandes centrales ne contribueront effectivement à la production d'électricité qu'à partir de la seconde moitié des années vingt.

- › Les investissements nécessaires d'ici 2035⁶ sont dans le scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables de l'ordre de 65 milliards de francs (variante 1 «Suisse») et 57 milliards de francs (variante 2 «Importation d'énergies renouvelables»), respectivement, soit nettement plus que les investissements prévus d'ici 2035 dans le scénario Grandes centrales.
- › Alors que les investissements nécessaires prévus par le scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables sont juste rentables du point de vue de l'économie nationale, avec une valeur actuelle nette de l'ordre de 2.8 milliards de francs (variante 1 «Suisse») ou de 0.9 milliards de francs (variante 2 «Importation d'énergies renouvelables»), respectivement, la valeur actuelle nette du scénario Grandes centrales est négative, de l'ordre de -9.0 milliards de francs. La rentabilité du scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables est due aux investissements dans l'efficacité électrique qui compensent, avec une valeur actuelle nette de 7.6 milliards de francs (dans les deux variantes), les valeurs actuelles nettes négatives des investissements dans les énergies renouvelables, qui sont respectivement de l'ordre de -4.8 milliards de francs (variante 1 «Suisse») et de -6.7 milliards de francs (variante 2 «Importation EnR»). La rentabilité supérieure de la variante 1 («Suisse») par rapport à la variante 2 («Importation EnR») s'explique par la meilleure rentabilité du photovoltaïque en Suisse par rapport à l'importation d'électricité en provenance de centrales solaires thermiques. Ceci est dû au coût du transport de l'électricité vers la Suisse et aux recettes plus élevées (tarif de l'électricité) du photovoltaïque en Suisse, grâce à l'injection décentralisée⁷. A l'inverse, les valeurs actuelles nettes calculées pour les investissements du scénario Grandes centrales sont négatives: -2.4 milliards de francs pour les centrales nucléaires, -1.5 milliards de francs pour les centrales au gaz naturel et -5.1 milliards de francs pour les énergies renouvelables. Ceci signifie que ces investissements ne sont pas rentables du point de vue de l'économie nationale.
- › La Figure 2 compare la rentabilité des investissements dans les diverses technologies et mesures visant à améliorer l'efficacité électrique prévus par les deux scénarios. La bonne rentabilité de ces mesures est le résultat de frais d'exploitation considérablement réduits durant toute la durée de vie d'un appareil ou d'un équipement. Pour ce qui est du photo-

6 Sans les investissements éventuels dans un aménagement du réseau ou des centrales de pompage-turbinage.

7 Le calcul des recettes provenant de la vente de la production des installations photovoltaïques décentralisées est basée sur le tarif basse tension (prix de l'énergie + prix d'acheminement).

voltaïque, la baisse sensible des coûts due à la courbe d'apprentissage, ainsi que les recettes relativement élevées grâce à l'injection décentralisée font que cette technologie est rentable pour les investissements prévus d'ici 2035.

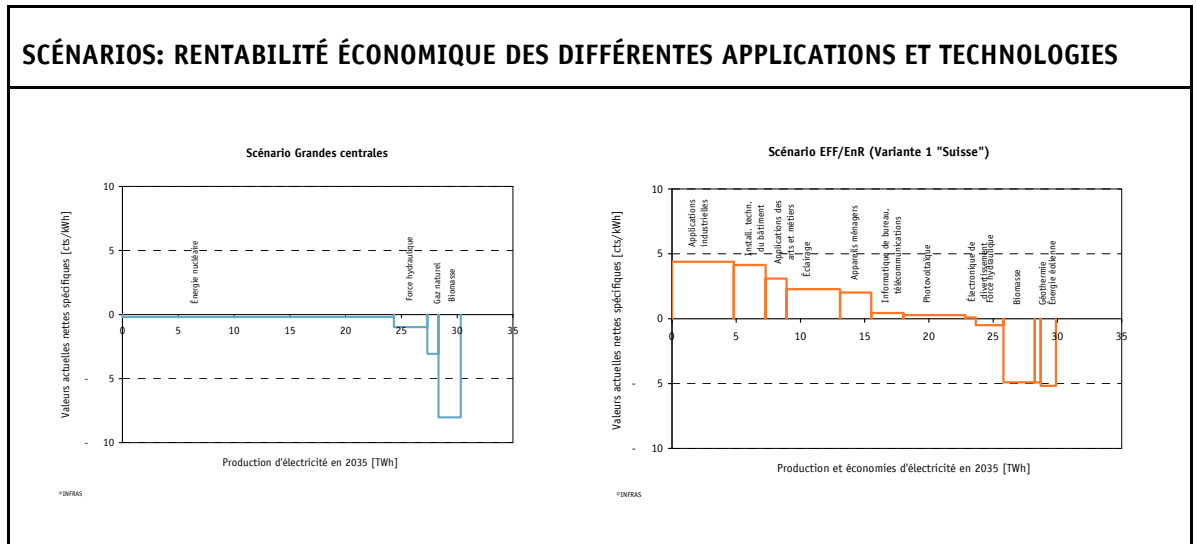


Figure 2

L'analyse de sensibilité montre que les hypothèses en matière d'évolution du prix de l'électricité et des coûts de production des centrales nucléaires influencent considérablement les résultats:

- › L'évolution du prix de l'électricité (prix du marché) influence beaucoup la rentabilité des deux scénarios. Le scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables est rentable si, d'ici 2035 le prix de l'électricité augmente de 15% (variante 1 «Suisse») ou de 22% (variante 2 «Importation d'énergies renouvelables»). Par contre, le scénario Grandes centrales ne devient rentable que si le prix de l'électricité augmente de 60% d'ici 2035, soit environ 8% par période de cinq ans.
- › Si les coûts de production des centrales nucléaires sont de 12 cts/kWh⁸ (pendant la période de construction probable, soit de 2021 à 2030) au lieu de 8.7 cts/kWh comme nous l'avons admis, les investissements du scénario Grandes centrales augmentent jusqu'à atteindre 63 milliards de francs (sans l'aménagement du réseau ni les centrales de pompage-turbinage). La rentabilité de ce scénario se détériore de façon spectaculaire pour atteindre

⁸ D'après Lovins et al. 2008 et The Keystone Center 2007, les coûts de production de nouvelles centrales nucléaires seront très probablement de l'ordre de 8 à 11 cents US /kWh, voire même plus. Ces indications se basent surtout sur des données concernant les centrales nucléaires construites jusqu'ici aux USA.

une valeur actuelle nette négative d'environ -23 milliards de francs. Le scénario Grandes centrales ne s'avère rentable que si les coûts de production effectifs des centrales nucléaires sont inférieurs à 7 cts/kWh, ce qui semble actuellement irréaliste pour la période qui s'étend jusqu'en 2035.

Impacts sur la valeur ajoutée et l'emploi

Le Tableau 3 donne une première estimation des impacts sur la valeur ajoutée et l'emploi en Suisse dans les deux scénarios qui découlent des investissements et de l'exploitation des installations et des équipements. Il ne s'agit là que d'ordres de grandeurs calculés à l'aide de modèles économiques analytiques partiels.

IMPACTS SUR LA PLUS-VALUE ET L'EMPLOI			
	Scénario Grandes cen- trales	Scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables	
		Variante 1 «Suisse»	Variante 2 «Importa- tion EnR»
Valeur ajoutée brute cumulée de 2006 à 2035 (milliards de CHF)	11.0 milliards	20.2 milliards	13.9 milliards
Effet sur l'emploi, cumulé de 2006 à 2035 (personnes-années)	100'000	160'000	113'500
Effet moyen sur l'emploi, par année (équivalents plein-temps par année)	3'300 ¹⁾	5'300	3'800

¹⁾ Valeur théorique, puisque les effets sur l'emploi ne se font pas sentir de manière linéaire dans le temps, mais principalement pendant la construction des grandes centrales.

Tableau 3

Globalement, nous estimons que tous les scénarios auront des impacts effets positifs sur la valeur ajoutée et sur l'emploi. La variante 1 («Suisse») du scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables aura le plus d'impact sur la valeur ajoutée et sur l'emploi en Suisse. Les impacts de la variante 1 («Suisse») sur la valeur ajoutée sont presque deux fois plus importants que ceux du scénario Grandes centrales. L'impact cumulé sur l'emploi de la variante 1 («Suisse») est de 160'000 personnes-années d'ici 2035 soit en moyenne 5'300 équivalents plein-temps par année, soit 60% de plus que dans le scénario Grandes centrales. L'impact sur l'emploi de la variante 1 («Suisse») est de plus de 40% supérieur à celui de la variante 2 («Importation énergies renouvelables»). Tandis que les impacts sur la valeur ajoutée et l'emploi se font sentir sur toute la période considérée dans le scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables, ils se concentrent principalement sur la phase de construction des centrales nucléaires dans le scénario Grandes centrales.

Concernant les impacts sur la valeur ajoutée et l'emploi, les différences entre les deux scénarios s'expliquent comme suit:

- › Les investissements dans le scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables sont de l'ordre de 1.5 fois ceux du scénario Grandes centrales.
- › Dans la variante 1 («Suisse») du scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables, ces investissements ont lieu dans des secteurs économiques ayant une propension à importer plus faible que celle des secteurs économiques profitant des investissements dans les grandes centrales.
- › Ainsi, globalement la variante 1 («Suisse») du scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables a nettement plus d'impact sur la valeur ajoutée et l'emploi que les deux autres scénarios.
- › L'impact plus important sur l'emploi de la variante 1 («Suisse») par rapport à la variante 2 («Importation énergies renouvelables») s'explique, bien entendu, par les investissements plus importants dans les énergies renouvelables en Suisse même.

Par rapport au scénario Grandes centrales, le scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables engendre un processus de restructuration continu et durable, des effets dynamiques plus importants et des répercussions plus marquées sur l'économie régionale:

- › Ce seront surtout les secteurs de l'électronique, informatique et optique, des équipements électriques, du conseil et de la planification, du commerce en gros et de détail ainsi que de la construction qui en profiteront. Les économies d'électricité conduiront à un léger effet négatif sur le secteur de l'approvisionnement traditionnel en électricité. Par contre, pendant la période relativement courte de la construction des centrales nucléaires, le scénario Grandes centrales aura un effet considérable sur les entreprises de la construction et, dans une mesure nettement moindre, sur le secteur du conseil et de la planification. .
- › Les mesures de politique énergétique nécessaires dans le scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables (particulièrement la taxe incitative sur l'électricité) déclencheront des innovations dans les technologies liées à l'efficacité électrique et leurs applications, ainsi que dans les énergies renouvelables. Ces innovations, combinées avec les changements structurels, permettront à des entreprises novatrices et actives sur ces marchés de s'établir à plus long terme en Suisse. Ceci devrait avoir un effet positif sur la compétitivité internationale de ces secteurs et sur leurs exportations. Par contre, nous estimons que les effets dynamiques et les opportunités d'exportation du scénario Grandes centrales resteront limités.

- › L'encouragement de l'efficacité électrique et des énergies renouvelables aura un impact décentralisé, sur toutes les régions de Suisse, tandis que les investissements dans les grandes centrales, à caractère centralisé, ne profiteront qu'à quelques régions et fournisseurs.
- › Sur la base des études disponibles (cf. Ecoplan 2007, Bretschger et al. 2010), nous estimons que les effets indirects du scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables dus à l'augmentation du prix de l'énergie sur la prospérité et la croissance économique seront limités.

Impacts sur l'environnement et risques

Concernant les impacts sur l'environnement et les risques, le scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables présente des avantages considérables par rapport au scénario Grandes centrales:

- › Le scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables nécessite moins d'énergie primaire i.e. moins de ressources que le scénario Grandes centrales. De plus, il permet, d'ici 2035, une réduction cumulée des émissions de gaz à effet de serre de 33 millions de tonnes de CO_{2-eq} (variante 1 «Suisse») respectivement de 35 millions de tonnes de CO_{2-eq} (variante 2 «Importation énergies renouvelables»). A l'opposé, pour le scénario Grandes centrales, les émissions cumulées de gaz à effet de serre augmenteront de 36 millions de tonnes de CO_{2-eq}. Les émissions annuelles moyennes de gaz à effet de serre du scénario Grandes centrales correspondent ainsi aux 2.5% de l'ensemble des gaz à effet de serre émis actuellement en Suisse chaque année.
- › Nous estimons que les risques liés au scénario Grandes centrales sont élevés. Citons les risques financiers (risque élevé de sous-estimation du coût effectif des centrales nucléaires), les risques politiques (référendum), les risques pour les personnes (santé) et pour l'environnement (sol, eaux souterraines, cours d'eau intérieurs, mers, air, végétation, animaux et biodiversité) et enfin le risque de prolifération. De plus, le problème que pose le stockage définitif des déchets radioactifs n'a toujours pas été résolu. Par contre, nous estimons que les risques liés au scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables sont comparativement minimes. Le plus grand risque pourrait être le manque de volonté politique, c.-à-d. l'incapacité de mettre en œuvre, à temps et avec assez de vigueur, les mesures de politique énergétique. La variante 2 «Importation énergies renouvelables» comporte des incertitudes supplémentaires (disponibilité de l'offre et capacité suffisante du réseau).

CONCLUSIONS

Les investissements dans l'efficacité électrique et les énergies renouvelables présentent des avantages énergétiques, économiques et environnementaux par rapport aux investissements dans les grandes centrales. En outre, les risques liés à cette stratégie sont nettement plus faibles que ceux liés à une stratégie misant sur les grandes centrales.

Ce qui fait pencher la balance en faveur du scénario Efficacité électrique et énergies renouvelables à l'horizon 2035, ce sont d'abord et surtout les mesures d'amélioration de l'efficacité électrique dont les potentiels sont importants et particulièrement intéressants pour l'économie nationale. Les mesures nécessaires pour exploiter tous ces potentiels d'efficacité électrique devraient être prises sans plus attendre. Quant aux énergies renouvelables, il est préférable de les encourager en Suisse même, où elles sont plus rentables et génèrent des effets plus marqués sur l'emploi que l'importation d'électricité produite à l'étranger à partir d'énergies renouvelables.